

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

Úprava emulze z obrábění a oplachu forem

**Waste from Melting, Remelting and Treatment of Emulsion from Mould
Machining and Washing**

Diplomová práce

Autor:

Bc. Pavel Mašek

Vedoucí práce:

Ing. Miluše Hlavatá, Ph.D.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Pavel Mašek**
Studijní program: N2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904T022 Zpracování a zneškodňování odpadů
Téma: **Úprava emulze z obrábění a oplachu forem**
Treatment of Emulsion from Mould Machining and Washing

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Charakteristika obráběcích emulzí
3. Vlastnosti kapalného odpadu vznikajícího při obrábění a oplachu forem
4. Metodika úpravy kapalného odpadu
5. Vyhodnocení
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

1. DOBEŠ, Petr. Současné trendy v oblasti kapalin pro obrábění. MM Průmyslové spektrum [online]. Praha: SEND Předplatné s.r.o, 2007 [cit. 2013-12-05]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/soucasne-trendy-v-oblasti-kapalin-pro-obrabeni.html>
2. LAPČÍK, Vladimír. Výrobní a environmentální technologie. Ostrava, VŠB-TU Ostrava, 2009. ISBN 978-80-248-1960-0

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

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Miluše Hlavatá, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2013

Datum odevzdání: 30.04.2014



prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlašuji, že:

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 25. dubna 2014


.....

Bc. Pavel Mašek

Poděkování

Rád bych velice poděkoval vedoucí diplomové práce vážené paní Ing. Miluši Hlavaté, Ph.D. za odborné vedení, laskavou pomoc a rady při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat vážené paní Jarmile Bílské za odbornou pomoc a ochotu při provedení laboratorních zkoušek.

Anotace: Tématem diplomové práce je návrh úpravy odpadů při výrobě odlitků z neželezných kovů. Práce je především zaměřena na technologii ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o., kde tyto odpady vznikají při procesech odlévání hliníkových výrobků a následném obrábění. Emulze z obrábění a oplachu forem tvoří poměrně velký podíl odpadů z celého procesu. Jejich redukcí by se významně snížily náklady na likvidaci.

Klíčová slova: tlakové lití, obrábění, emulze, odpad

Summary: The topic of the thesis is the proposal of waste treatment in the production of castings of non-ferrous metals. The work is mainly focused on technology in the company Aisan Industry Czech sro, where this waste is generated in the processes of casting aluminum products and subsequent machining. Emulsions of machining and washing of forms make up a relatively large amount of waste from the process. Their reduction would significantly reduce the cost of disposal.

Key words: die-casting, machining, emulsion, waste

Obsah

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Úvod | 1 |
| 2 | Obecná charakteristika řezných emulzí | 2 |
| 2.1 | Význam procesních kapalin..... | 2 |
| 2.2 | Péče o emulzní kapaliny | 3 |
| 3 | Technologie lití neželezných kovů a jejich obrábění | 5 |
| 3.1 | Postup výroby odlitků..... | 5 |
| 3.2 | Formovací materiály a jejich úprava | 6 |
| 3.3 | Výroba jader a forem | 6 |
| 3.4 | Lití pod tlakem..... | 7 |
| 3.5 | Obrábění | 8 |
| 4 | Charakteristika postřiků forem a obráběcích emulzí ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o. | 10 |
| 4.1 | Postřiky forem | 10 |
| 4.2 | Obráběcí - řezné emulze | 11 |
| 4.2.1 | Nebezpečné vlastnosti řezných kapalin | 13 |
| 4.2.2 | Vliv řezných kapalin na životní prostředí | 13 |
| 4.3 | Řezné emulze a postřiky forem jako odpad..... | 14 |
| 5 | Návrh úpravy kapalného odpadu | 16 |
| 5.1 | Návrh technologie..... | 16 |
| 5.2 | Odběr vzorku | 18 |
| 5.3 | Metodiky základních analýz vzorků..... | 19 |
| 5.3.1 | Stanovení rozpuštěných látek..... | 19 |
| 5.3.2 | Stanovení nerozpuštěných látek..... | 22 |
| 5.3.3 | Metodika stanovení CHSK _{Cr} – chemická spotřeba kyslíku | 24 |
| 5.3.4 | Metodika stanovení RAS – rozpuštěných anorganických solí..... | 25 |
| 6 | Flokulace a koagulace..... | 26 |
| 7 | Flotace..... | 28 |
| 8 | Experimentální část | 30 |
| 8.1 | Vstupní analýza vzorku | 30 |
| 8.2 | Testování flokulantů a koagulantů | 31 |
| 9 | Vyhodnocení jednotlivých experimentů a diskuse výsledků..... | 45 |
| 10 | Závěr | 47 |
| | SEZNAM LITERATURY | |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | |
| | SEZNAM TABULEK | |
| | SEZNAM SCHÉMÁT | |
| | SEZNAM PŘÍLOH | |

Seznam použitých zkratek

BAT – Best Available Technique

IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control

REACH – Registrace, evaluace a autorizace chemických látek

RAS – Rozpuštěné anorganické soli

1 Úvod

Technologie obrábění patří mezi nejstarší metody strojírenské technologie. Zabezpečuje v převážné míře kvalitativní stránku strojírenských výrobků. Tento proces se neustále rozvíjí a společně s ním i snaha výrobců tento proces ekologizovat a snižovat náklady při samotné výrobě. První generace procesních kapalin – jednoduché emulze, které byly na bázi vody a oleje nebyly dokonalé, ale splňovaly funkci odvedení tepla a snížení tření nástroje po obráběném výrobku. Takové použití procesních kapalin zvýšilo i kvalitu jednotlivých výrobků. V uplynulých několika desetiletích se rozvinul vývoj procesních kapalin i na základě zvýšených nároků na obrobky ze strany zákazníků. Do procesních kapalin se začala přidávat aditiva, která výrazně změnila složení a odstranila celou řadu nežádoucích jevů při používání kapalin.

V rámci obrábění se zavádějí nové strategie, které upravují samotné řezné prostředí, což znamená, že se používají procesní kapaliny s univerzálnější funkcí. Moderní kapaliny podporují obráběcí proces a slouží jako chladicí, mazné nebo řezné zároveň. Procesní kapaliny pokrývají cca 7 – 17 % nákladů vztažených na jeden výrobek, v některých případech je to více než tvoří náklady na řezné nástroje. Proto se snaží výrobní podniky o snížení jejich množství. Zároveň se klade důraz na zdravotní nezávadnost a odbouratelnost procesních kapalin. Významným krokem v této oblasti se stalo v roce 2006 přijetí Nařízení č. 1907/2006 Evropského parlamentu o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek (REACH).

Cílem diplomové práce je nastínit možnosti úpravy odpadů ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o., které vznikají při používání řezných emulzí a postřiků forem v provozech tlakového lití neželezných kovů. Řezné emulze se používají při obrábění odlitků. Vzhledem k množství vznikajícího odpadu, které bylo za rok 2013 595,5 tuny, by toto řešení významně ekonomicky ovlivnilo odstraňování odpadu i jeho logistiku. [1]

Základem myšlenky úpravy těchto odpadů, bylo doporučení firmy Sokoflok s.r.o., dodavatele chemikálií pro úpravu a čištění vod v komunální, průmyslové i zemědělské sféře, která je zároveň zástupcem nadnárodní společnosti SNF Floeberger se sídlem ve Francii. SNF je jedním z největších výrobců polyakrylamidů, k otestování některých jimi distribuovaných výrobků.

2 Obecná charakteristika řezných emulzí

Procesní kapaliny jsou v průmyslové technologii velmi důležité. V historii bylo jejich používání mnohem významnější a to především kvůli nedostatku nástrojových materiálů. Nástroje pro obrábění byly především vyráběny z rychlořezné oceli, a z tohoto důvodu byla jejich trvanlivost především podmíněna používáním procesních kapalin. Největší přínos těchto kapalin je odvod tepla kvůli tření, které vzniká při procesu řezání a ztrácí své mechanické vlastnosti, a proto u něj dochází k rychlému otupení. Takto opotřebený nástroj má za následek zhoršení přesnosti a kvality povrchu obrobků, a to má za následek celkové zvýšení nákladů a tím i času, a proto použití procesních kapalin má vliv nejen na trvanlivost nástroje, ale především i na jakost obrobků. V dnešní době se pro nástrojové materiály kvůli prodloužení životnosti používají povlaky, které mají pozitivní dopad prodloužení životnosti nástrojů. [2]

2.1 Význam procesních kapalin

Používání procesních kapalin se již začalo objevovat na počátku 20. Století. Nejdříve se využívaly velmi jednoduché typy vodních a olejových emulzí. I tyto v zásadě jednoduché procesní kapaliny měly důležitý vliv na samotný průběh řezného procesu a proto se díky nim poměrně razantně snížily ekonomické náklady ve výrobě. Tento dopad byl především na zvýšení trvanlivosti řezných nástrojů. Tyto pozitivní dopady na průběh řezného procesu zapříčinily velmi rychlé rozšíření do většiny oblastí třískového obrábění.

Vliv řezného prostředí na proces klade především důraz na kvalitu a ekonomické ukazatele, a proto je velmi důležité zvolit vhodné médium, které pomůže dosáhnout lepších vlastností při obrábění.

Nejpoužívanějšími médii pro obrábění jsou:

- procesní kapaliny,
- řezné oleje,
- řezné mlhy.

Procesní kapaliny jsou nejpoužívanější a nejpřínosnějším médiem především pro to že splňují základní požadavky na životnost nástrojů. Nejlépe odvádějí teplo z místa řezu a

zároveň nejlépe snižují vnitřní i vnější tření, a proto tyto kapaliny zůstávají nejpoužívanější médiem z hlediska chladicího, mazacího i čistícího účinku. [3]

Chladicí účinek je schopnost odvodu tepla z místa řezu vzniklého při řezání, tak že kapalina obklopí nástroj třísky i obrobek a odebere část vzniklého tepla. Velikost tohoto účinku závisí především na smáčecí schopnosti kapaliny, na výparném teple a samozřejmě na rychlosti vypařování. Přílišné odpařování kapaliny není žádoucí, protože snižuje chladicí účinek. Tyto výpary z hlediska čistoty a zdraví je nutno odsávat.

Mazací účinek je schopnost kapaliny vytvořit na obrobku vrstvu, která zabraňuje přímému styku povrchu a snižuje tření, ke kterému vždy dochází mezi nástrojem a obrobkem.

Dalším důležitým aspektem těchto kapalin je provozní stálost, která je definována jako doba výměny – životnost procesních kapalin. Každá z těchto procesních kapalin má určenou životnost, po kterou výrobce zaručuje její kvalitu a schopnost udržet stejné vlastnosti. Provozní stálost především závisí na fyzikálních a chemických vlastnostech a také na teplotě, při kterých se používá.

Neméně důležitý je ochranný účinek provozních kapalin. Je to schopnost zamezení koroze obráběných materiálů. Toto je důležitý požadavek pro to aby se nemusely výrobky mezi samotnými operacemi konzervovat a byly plně ochráněny před korozí. Proto jsou do procesních kapalin přidávány antikorozní přísady, které ochrání kovy proti nežádoucím účinkům. Také je velmi důležité, aby procesní kapaliny nerozpouštěly ochranné nátěry obráběcích strojů a různých gumových těsnění, které jsou na strojích použity. [4]

2.2 Péče o emulzní kapaliny

Z hlediska environmentálních požadavků a technických vlastností emulzních kapalin se zvyšují nároky na používání, ošetřování a především udržování. Systém péče o emulzní kapaliny se nazývá výrazem „Total fluid management“. Hlavními parametry, které ovlivňují kvalitu emulzních kapalin a je nutno sledovat jsou:

- koncentrace chladících emulzí,
- hodnoty pH,

- bakterie, plísně,
- přítomnost cizích látek v kapalině.

Při přípravě emulzních kapalin je důležité dodržovat standardy, které jsou dány technickými normami. V průmyslových podnicích se nejčastěji ředění emulzí zabezpečí pomocí směšovačů, které zaručí potřebné koncentrace a tím zajistí kvalitu po celou dobu plnění. Důležitým a často opomíjeným parametrem je jakost vody, která se používá na naředění koncentráту. Pokud voda nedosahuje požadovaných jakostních parametrů, je nutno ji chemicky upravit v tzv. úpravkách vody.

Koncentrace emulzní kapaliny je nejdůležitější parametr, který je nezbytné kontrolovat v průběhu životnosti emulzní kapaliny a vyjadřuje objemový poměr koncentráту emulzní kapaliny a vody. Pro různé druhy obrábění se používají různé míscí poměry, které jsou doporučeny výrobcí. Nejčastěji se používají roztoky od 1 % do 9 %, ale mohou být i vyšší koncentrace. Kontrola koncentrací se provádí refraktometrem. [5]

Dalším nejdůležitějším parametrem, který ovlivňuje životnost emulzních kapalin je hodnota pH. Měření nejčastěji probíhá orientačně pomocí pH indikátorových papírků, nebo s větší přesností se používají různé typy pH metrů. Hodnoty pH chladících emulzí se musí pohybovat nad číslem 7. Pokud jsou hodnoty nižší, je kvalita emulzní kapaliny nedostačující. Nízké pH nejčastěji způsobuje korozi opracovaného výrobku a také může mít nepříznivý vliv na zdraví obsluhy obráběcího stroje.

Dalším neméně důležitým aspektem, který ovlivňuje životnost emulze, jsou bakterie. Bakterie jsou obsaženy v každé řezné kapalině, jejich počet se postupně zvyšuje. Podstatné je bakterie udržet v takovém množství, kdy ještě nemají vliv na kvalitu chladící kapaliny. Z hlediska životnosti emulzních kapalin je důležitá pravidelná kontrola a odborný servis.

Pravidelnou kontrolou výše uvedených parametrů emulzních kapalin dochází k poměrně výraznému prodloužení životnosti těchto emulzních kapalin. [6]

3 Technologie lití neželezných kovů a jejich obrábění

Slévání neželezných kovů je způsob výroby kovových součástí, kdy se roztavený kov vlije do tvarové formy, jejíž dutina má tvar a velikost požadovaného odlitku – výrobku. Tento odlitek získaný ztuhnutím kovu v dané formě je buď hotový výrobek, nebo polotovár, který je dále mechanicky opracováván. Sléváním jsou především vyráběny odlitky velmi složitěho tvaru, kterého by bylo dosaženo náročným obráběním, kováním a jinými způsoby. Při sériové výrobě odlitků bývá jejich cena většinou nižší než cena výrobků vyrobených podobnými způsoby. Odlitky jsou odlévány převážně z hliníku, bronzu a zinku. [7]

Velikost odlitků bývá různá. Odlitky je možno vyrobit vážící několik gramů, ale i o velikosti několik tun. Nejčastěji se odlévání neželezných kovů využívá v automobilovém, leteckém a elektrotechnickém průmyslu. Prudký rozvoj slévárenského průmyslu u nás nastal po druhé světové válce.

3.1 Postup výroby odlitků

Ke zhotovení správného a přesného odlitku je zapotřebí vyrobit formu, která má dutinu o jeho požadovaném tvaru. Formy se zhotovují v tzv. formovnách, kde je zapotřebí vytvořit přesný model a rámy. Jako formovací materiál se používá slévárenský písek. Vnitřní tvary odlitků jsou tvořeny tzv. jádry, která jsou zhotovena v jaderně pomocí jaderníků nebo šablon. Po vysušení jader z písku a kontrole správných rozměrů se jádra vkládají do forem. Forma se složí a připraví k lití.

Samotný tekutý kov se připravuje v tavicích pecích tzv. tavírnách. Na místo odlévání se kov dopravuje v licích pánvích – kelímcích.

Samotné ztuhlé odlitky po ochlazení jsou vyňaty z formy, dále jsou odstraňovány vtoky a přelitky. Samotný odlitek je zbaven zbytků písku, jsou odstraněny otřepy a zbytky po nežádoucích vtocích. Pokud je požadováno tak je odlitek ještě dále tepelně opracován.

Finální odlitek musí projít přesnou kontrolou, kde jsou ověřeny jeho rozměry, zda je vyhovující a může se odeslat k dalšímu zpracování. [2]

3.2 Formovací materiály a jejich úprava

Formovací materiály slouží ke správnému vytvarování dutin odlitku. Od těchto materiálů požadujeme následující vlastnosti – tvárnost, pevnost, soudržnost a žáruvzdornost. Nejčastěji se používají formovací písky a hlíny. Největší nevýhodou těchto forem zhotovených z formovacích písků je nevýhoda, protože se dají použít pouze jednou. Při vyjímání odlitku z takto vyrobených forem se formy zničí. Jsou to tzv. formy netrvalé nebo ztracené – slouží na jedno liti. Při sériové výrobě odlitků z neželezných kovů a slitin a nízké teplotě tavení cca 600 °C jsou využívány kovové formy – kokily. Takové formy jsou trvalé a jsou používány k odlévání i několika tisíc odlitků.

Základní složkou formovacího materiálu je ostřivo, které tvoří až z 98 % křemenný písek v prané a tříděné kvalitě. Další složkou, která formu zpevňuje, je pojivo a přidává se v množství 1 – 10 % v závislosti na pojivovém systému.

Pojiva mohou být buď jílová – nejpoužívanějším jílovým pojivem je bentonit (montmorillonitický jíl s obsahem montmorillonitu $\text{NaAl}_3\text{MgSi}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4$). Bentonitová směs je nejpoužívanější směsí pro výrobu forem v sériové výrobě odlitků z litin a oceli do 400 kg. Nebo mohou být směsi chemicky spojené, což jsou směsi vytvrzované chemickou reakcí pojiva a tvrdidla.

3.3 Výroba jader a forem

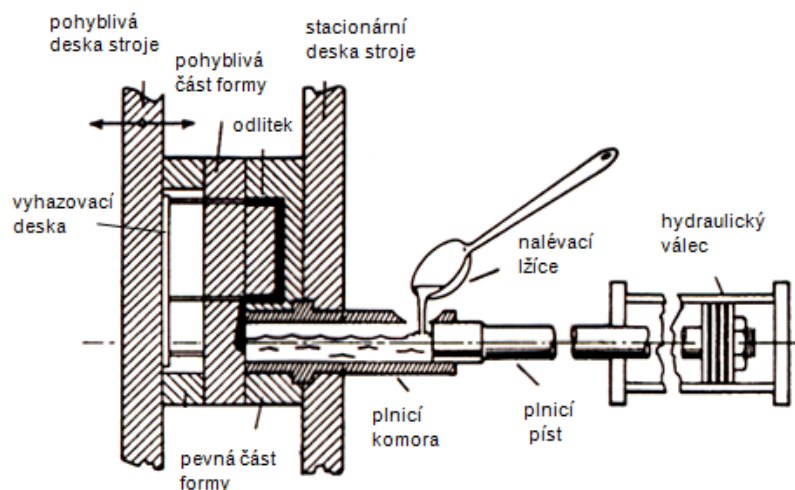
Formování je vždy zhotovení forem netrvalých z formovacích písků. Tyto formy jsou zhotovovány ručně nebo strojově. Takto vyrobená forma musí být dostatečně pevná, prodyšná, poddajná při smršťování kovů, také musí zajistit rovnoměrnost tuhnutí odlitku ve všech jeho částí.

Podle toho zda je kov odlit do forem syrových nebo vysušených jsou rozlišovány formy a lití na syrovo nebo na sucho. Formovací rámy mají vliv na přesnost a jakost odlitků. Slouží také k vytvoření pískové formy, která musí být dostatečně pevná a dá se přenášet. Obvykle jsou vyrobeny ze šedé litiny nebo oceli. Většina forem je složena ze dvou rámu.

Nejčastěji se pro odlévání používají uzavřené formy. Odlitek je mnohem kvalitnější. Na kov v takovéto formě působí statická váha kovu ve vtokové soustavě. Tímto je získán odlitek s jemnou strukturou a mnohem větší pevností. Na nejnvýše položeném místě formy jsou zavedeny výfuky, kterými při procesu lití unikají plyny a vzduch. [8]

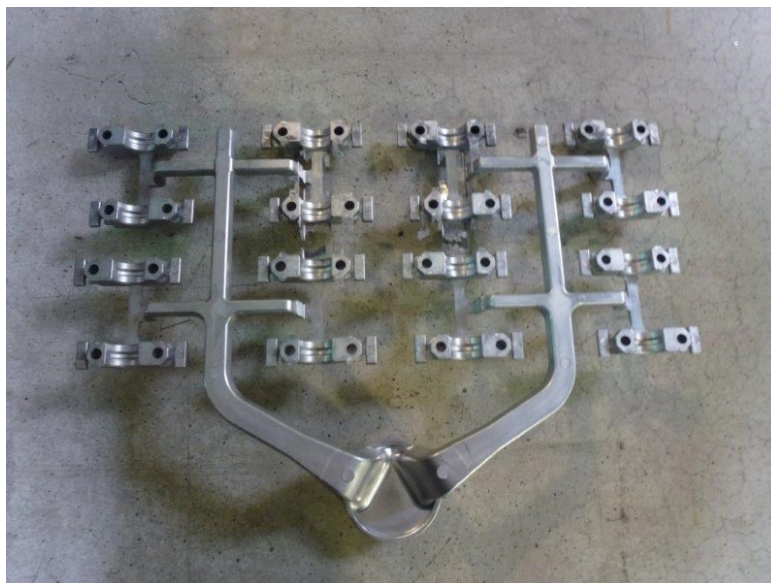
3.4 Lití pod tlakem

Tento způsob je nejpoužívanější při sériové a hromadné výrobě, tenkostěnných a přesných odlitků. Principem tohoto způsobu je že se slitina ve stavu tekutém vhání vysokým tlakem do formy. Velikost tlaku je závislá na velikosti strojů a velikosti forem. Potřebných tlaků pro vstřikování kovů do formy je dosahováno hydraulicky.



Obrázek 1: Princip tlakového lití
Zdroj: [29]

Odlitky vyrobené litím pod tlakem jsou tak přesné, že většinou nepotřebují žádné další opracování ani obrábění, obrábějí se pouze funkční plochy. Velká výhoda tohoto způsobu je možnost odlévání i přes velmi malé otvory a detaily jako jsou písmo a znaky.



*Obrázek 2: Odlitek po vyjmutí ze stroje ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o.
Autor: Mašek Pavel*

Formy pro tlakové odlévání jsou velmi náročné a drahé. Návratnost financí vložených do výroby forem je pouze při sériově odlévaných výrobcích. Formy mají životnost 80 až 150 tisíc kusu odlitků. Jeden cyklus výroby odlitku trvá od 20 vteřin a může být i 5 minut. [9]

3.5 Obrábění

Obrábění řeznými nástroji je i přes neustálé zdokonalování ostatních procesů stále důležitým způsobem výroby. Výrobky či určité části výrobků vyrobené ve slévárnách a jiných průmyslových odvětvích jsou obráběny řeznými nástroji, pokud je u nich nezbytné dosažení přesných rozměrů a tvarů. Řezné nástroje z nich odebírají přebytečný materiál v podobě třísek. Činná část řezného nástroje má většinou tvar klínu, který svým ostrým břitem vniká do materiálu a odděluje z něj třísky. Obráběný předmět se nazývá obrobek. Obrobek i samotný nástroj jsou při strojním obrábění pevně upnuty na obráběcím stroji. Způsoby obrábění rozdělujeme na soustružení, vrtání, frézování, broušení, hoblování, obrážení a protahování. [10]

Hlavní pohyb při řezu zpravidla koná obrobek, vedlejší pohyb většinou koná samotný nástroj např. soustružením. Naopak u některých způsobů obrábění je tomu naopak – frézování, broušení. Specifické je vrtání, kdy nástroj koná všechny pohyby.

Rychlost ostří nástroje proti obrobku nazýváme řeznou rychlostí. Tuto rychlost udáváme v m/min, při broušení je to v m/s. nejběžnější způsob obrábění je soustružení. Nůž se zařezává ostřím do materiálu, který se proti němu pohybuje. Nůž při tomto koná vedlejší pohyb – posuv. Na tomto pohybu je závislá tloušťka odebrané třísky. Profilem nože rozumíme tvar jeho ostří, které je důležité pro kvalitu povrchu obrobku.

4 Charakteristika postřiků forem a obráběcích emulzí ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o.

4.1 Postřiky forem

Postřiky forem slouží k ochraně kovového povrchu formy od tekutého kovu při lití kovů. Tyto postřiky hlavně zabezpečují lepší vyjímání odlitků z forem a snižují nalepování kovu na části kovové formy. Jsou to organické látky, které se ředí na předepsanou koncentraci 8 – 15 % a nanáší se tryskami společně s vodou na povrch formy, a tím vytvoří ochranný film.

Tyto postřiky mohou být na vodní bázi, olejo-voskové, polo syntetické anebo syntetické bez obsahu minerálních olejů. Tyto koncentráty jsou velice stabilní a všechny se ředí vodou dle požadované koncentrace. Podle konkrétních provozních podmínek je možno vybrat příslušný typ postřiku, který bude odpovídat specifickým požadavkům podle daných provozních podmínek. Také je důležitá kvalita separátoru z hlediska smáčivosti povrchu formy, klouzání kovu po povrchu, čistota formy a trysek pro postřiky a také zejména kvalitu povrchu odlitků pro možnost další povrchové úpravy. [11][12]

Všechny postřiky forem musí být vyrobeny a provozovány s platnými požadavky na ochranu životního prostředí a všechny použité suroviny musí být v souladu s evropskou legislativou např. nařízení REACH.

Pro technologii tlakového lití hliníku se ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o. používá produkt firmy Chem trend typ Safety lube 7804. Tento přípravek je ředitelný vodou a je vhodný pro odlévání při vysokých teplotách, zabraňuje nalepování kovu na povrch formy, zajišťuje dobré proudění taveniny a neobsahuje žádné vosky.

Tabulka 1: Vlastnosti přípravku na postřiky forem Chem trend typ Safety lube 7804.

| Vlastnost | |
|--------------------|------------------------|
| Vzhled | Bílá tekutina |
| Hustota při 20°C | 1,0 g.cm ⁻³ |
| Viskozita při 20°C | 50 mPa*s |
| Hodnota pH | 8,9 |

4.2 Obráběcí - řezné emulze

Produktivita a kvalita je důležitý aspekt v průmyslové výrobě. K jejímu zvýšení se používají různé prostředky. Při obrábění je velmi důležité používání řezných kapalin, které se po použití mohou stát nebezpečným odpadem. Využívání řezných olejů a emulzí v průmyslu je nedílnou součástí technologických postupů při obrábění vysokými řeznými rychlostmi.

Při použití chladících emulzí a olejů se výrazně sníží opotřebení řezných nástrojů, mnohonásobně se zvyšuje kvalita obrobků, a výrobky je možno opracovat vyššími řeznými rychlostmi za kratší čas, což hlavně přináší zvýšení produktivity a efektivity výroby. [13]

Ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o. se používá přípravek Dasnobor 4010 jako chladící nebo také obráběcí emulze. Je to přípravek na bázi minerálního oleje s nízkým obsahem aromatických uhlovodíků, aditiv a vody. Použití v praxi je na obrázku č. 3.

Tabulka 2: Vlastnosti chladící emulze Dasnobor 4010.

| Vlastnost | |
|--------------------|------------------------|
| Vzhled | Jantarová tekutina |
| Hustota při 20°C | 0,96 g/cm ³ |
| Viskozita při 20°C | 60 mm ² /s |
| Hodnota pH | 9 |



Obrázek 3: Využití obráběcí emulze ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o.
Autor: Mašek Pavel

Řezná kapalina v první řadě zajišťuje odvod teplot z místa řezu, kdy se teplo rovnoměrně rozloží mezi obráběcí nástroj, třísku a výrobek. Další důležitý aspekt je mazací účinek. Aplikací kapaliny v místě řezu se snižuje vznik tření mezi povrchy. Řezná kapalina musí proniknout do bezprostřední blízkosti řezu a tímto se eliminuje opotřebení břitu nástroje. Řezná kapalina také zabraňuje vzniku mikrotrhlin na obráběném povrchu materiálu a tím přispívá k lepšímu oddělení materiálu. Nedílnou součástí je také schopnost řezné kapaliny při použití vhodného tlaku a směru proudu odstraňovat vzniklý odpad – třísky, a tak udržuje opracovanou plochu čistou. Jako poslední má kapalina vliv na konzervaci odlitku, kdy na povrchu vznikne ochranný film, který má antikorozi vlastnosti. [14]

Řezné kapaliny musí mít dokonalé vlastnosti a to zejména vyloučení vlivu na zdraví operátorů, jedná se především o podráždění kůže, očí a plic. Ekonomicky nejdůležitějším kritériem je samozřejmě životnost kapaliny tzn. zabezpečení její kvality.

Po ukončení životnosti řezných kapalin je důležitá ekologická likvidace. Tento nebezpečný odpad je poměrně objemný a cílem je eliminovat podíl nebezpečných složek v co nejmenším objemu.

Řezné kapaliny jsou rozdělovány na řezné oleje a vodou mísitelné emulze, které mají téměř shodné složení. Základ kapalin je minerální olej, s tím rozdílem pokud se nejedná o plně syntetickou kapalinu. Dále obsahují mastné nebo esterové oleje, které zlepšují vlastnosti základních olejů a zvyšují pevnost mazacího filmu. Nedílnou součástí jsou tzv. aditiva, jsou to přísady sloučenin na bázi síry, fosforu a chloru, které zvyšují účinnost kapaliny.

Řezné kapaliny mísitelné vodou obsahují kromě základní složky – vody, i další důležité látky pro zajištění její funkčnosti, jsou to emulgátory a fungicidní přísady.

Hlavním úkolem aditiv je schopnost vytvořit svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi optimální řeznou kapalinu. Tyto látky jsou nejdůležitější součástí emulzí. [15]
[16]

4.2.1 Nebezpečné vlastnosti řezných kapalin

Většina technologií se bez použití řezných kapalin v dnešní době neobejde. Po toxikologické a environmentální stránce jsou řezné kapaliny vystaveny přísným legislativním požadavkům a předpisům. Za určitých okolností mohou být škodlivé jak zdravotně, tak i z hlediska poškození životního prostředí. Při použití řezných kapalin vznikají emise ve formě aerosolů a par. Aerosoly vznikají při použití vysokorychlostního obrábění, kdy se kapalina vstříkuje na obrobek a při vysokých otáčkách se kapalina rozdělí na aerosol. Páry řezných kapalin vznikají v případě styku s horkými plochami stroje nebo nástroje. [17]

Emulzní kapaliny obsahují nebezpečné složky, které tvoří základ pro koncentrát minerálních olejů, emulgátorů a inhibitorů. Protože základní emulze nesplňují požadavky kladené na řezné kapaliny při obrábění, používají se hlavně aditiva, které z toxikologického hlediska vyjadřují větší nebezpečí než základní složky.

Při vysokorychlostním obrábění vzniká emulzní mlha, která může podráždit dýchací cesty. V případě přímého kontaktu může dojít k podráždění pokožky, proto většina bezpečnostních listů obsahuje údaje o rizicích, tzv. R-větách:

- R 36 – dráždí oči,
- R 38 – dráždí pokožku,
- R 41 – nebezpečí vážného poškození očí,
- R 20 – zdraví škodlivý při vdechování.

4.2.2 Vliv řezných kapalin na životní prostředí

V důsledku nesprávného používání řezných kapalin je vysoké riziko poškození životního prostředí. Proto výzkum a vývoj se neustále zabývá možnostmi vytvořit kapaliny, které jsou šetrné k životnímu prostředí a zároveň musí zachovat účinnost při samotném obrábění. Některé emulze se vyrábějí na bázi rostlinných nebo živočišných olejů. Do nich se však musí přidávat aditiva, které zabezpečí správné vlastnosti emulzí. Tato aditiva jsou velkým rizikem pro životní prostředí. Největším nebezpečím je únik procesních kapalin do vodního prostředí, proto musí být podle vyhlášky č. 402/2011 Sb.

Vyhláška o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí, obsahují údaje o rizicích R-věťách:

- R 51 – toxických pro vodní organismy,
- R 53 – může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.

Pro snížení environmentální zátěže v průmyslové výrobě je možno použít biologicky odbouratelné emulze. Tyto emulze vycházejí ze syntetických esterů a jejich přirozené vlastnosti musí být vylepšeny např. protikorozními a antioxidačními přísadami nebo přísadami pro zlepšení teplotních vlastností a pro snížení opotřebení nástrojů. [18]

4.3 Řezné emulze a postřiky forem jako odpad

Tyto odpady se značí dle katalogu odpadů – Odpadní řezné emulze a roztoky neobsahující halogeny 12 01 09. Tento odpad většinou likvidují specializované firmy. Pro příklad mohu uvést firmu Patok a.s. používající moderní technologie, které jsou srovnatelné s požadavky Referenčních dokumentů BAT: Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector (February 2003) a Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries (August 2005). [19]

V rámci snížení nákladů na likvidaci těchto odpadů, je možnost navrhnout tyto odpady likvidovat ve firmě interně.

Na následujícím schématu č.1 je uvedena technologie společnosti Patok a.s. pro zpracování zaolejovaných vod, kterou již využívá firma Aisan Industry Czech s.r.o. k odstraňování odpadních řezných emulzí a roztoků.

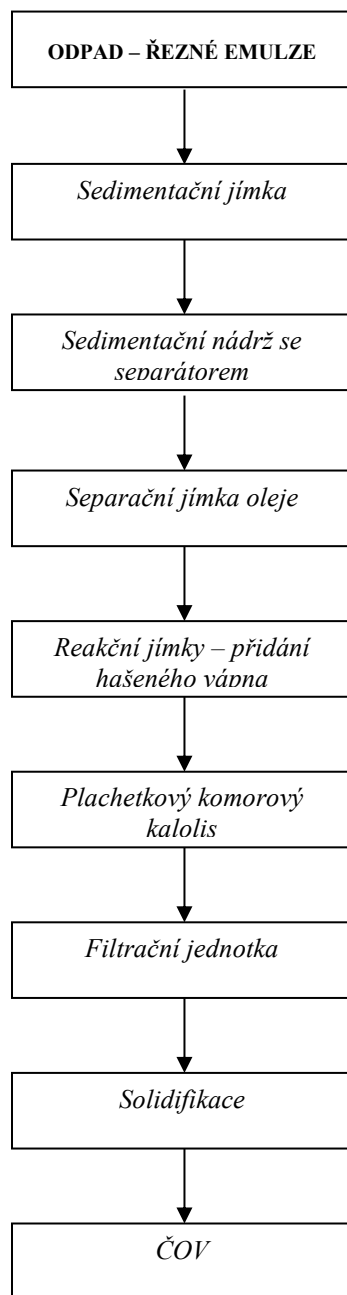


Schéma 1: Technologické schéma linky na zpracování zaolejovaných vod

5 Návrh úpravy kapalného odpadu

Kapalný odpad pod názvem Odpadní řezné emulze a roztoky neobsahující halogeny a pod katalogovým číslem odpadu 12 01 09 vzniká ve spol. Aisan Industry Czech s r.o., ze zbytků roztoku postřiků forem s vodou, které jsou nanесeny tryskami na povrch formy a jejich zbytky stečou do záchytných van. Následně se tyto již odpadní postřiky shromažďují společně s použitými emulzemi z obrábění v akumulaciční nádrži, viz obr. č. 4.

5.1 Návrh technologie

Výroba ve společnosti Aisan Industry Czech s.r.o. probíhá ve třisměnném provozu, ve dnech pondělí až pátek. Na základě provozních hodin je vykazována i produkce odpadu v množství 595,5 t/rok, což je 49,6 t/ měsíc a 2,5 t/den. Odpad je skladován v akumulaciční nádrži. Maximální hodinový nátok do akumulaciční nádrže je přibližně 0,1 m³/h. Teplota vody na nátoku do akumulaciční nádrže byla kontrolována měřením a bylo zjištěno, že má maximálně 30 °C.



Obrázek 4: Akumulační nádrž na shromažďování odpadu ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o.
Autor: Mašek Pavel

Akumulační nádrž má objem maximálně 6 m³. Odpadní emulze jsou v současné době pravidelně odváženy k likvidaci firmou Patok a.s., která je upravuje technologií uvedenou na schématu č. 5

Na základě konzultací ve spol Aisan Industry Czech s.r.o. jsem v rámci diplomové práce teoreticky zpracoval návrh technologie na úpravu kapalného odpadu. Při návrhu technologie jsem uvažoval s možností odzkoušet, na doporučení zástupce firmy SOKOFLOK s.r.o., přípravky vhodné pro tyto kapalné odpady. Jedná se o flokulanty a koagulanty francouzské společnosti SNF Floeberger – SNF Floquat FL42, SNF Flopam SFC 45 a společnosti SOKOFLOK s.r.o. – Sokoflok 26 a Sokoflok 68. Navrhovaný technologický postup je znázorněn na schématu č. 2.

Odpadní emulze z obrábění a oplachu forem je bílá neprůhledná kapalina s vrstvou olejů na hladině. Vzhledem k tomu, že je možno olejovou vrstvu z hladiny odčerpávat, skladovat a předávat k dalšímu zneškodnění, je v návrhu technologie uvažováno pouze s tou částí odpadu, který bude odebírán ze střední vrstvy akumulární nádrže, tj. bez vrstvy nepolárních uhlovodíků na hladině.

Odpadní emulze neobsahují halogeny, proto je se možné odstraňovat i jinou formou. Navrhuji např. cementárnu Lafarge Cement a.s. v Čížkovicích, která by tento odpad mohla využít jako alternativní palivo při výrobě cementářského slinku.

Dále předpokládám, že homogenizovaný odpad řezných emulzí bude přečerpáván do trubkového směšovače. Ve směšovači dojde k promíchání odpadu s koagulantem a flokulantem. Následně bude odpad přiváděn do flotační jednotky. Ve flotační jednotce by mělo dojít k flokulaci a oddělení vysráženého znečištění. Vytvořené vločky znečištění by měly být vyneseny do pěny na hladinu flotační jednotky, odkud bude pěna stírána do přistaveného kontejneru. Vyčištěná voda bude odváděna.

Kal vzniklý prostřednictvím flotační jednotky by měl být odvodněn např. kalolisováním. Tuhý odpad z kalolisu by měl být předáván k dalšímu odstranění externímu zpracovateli.

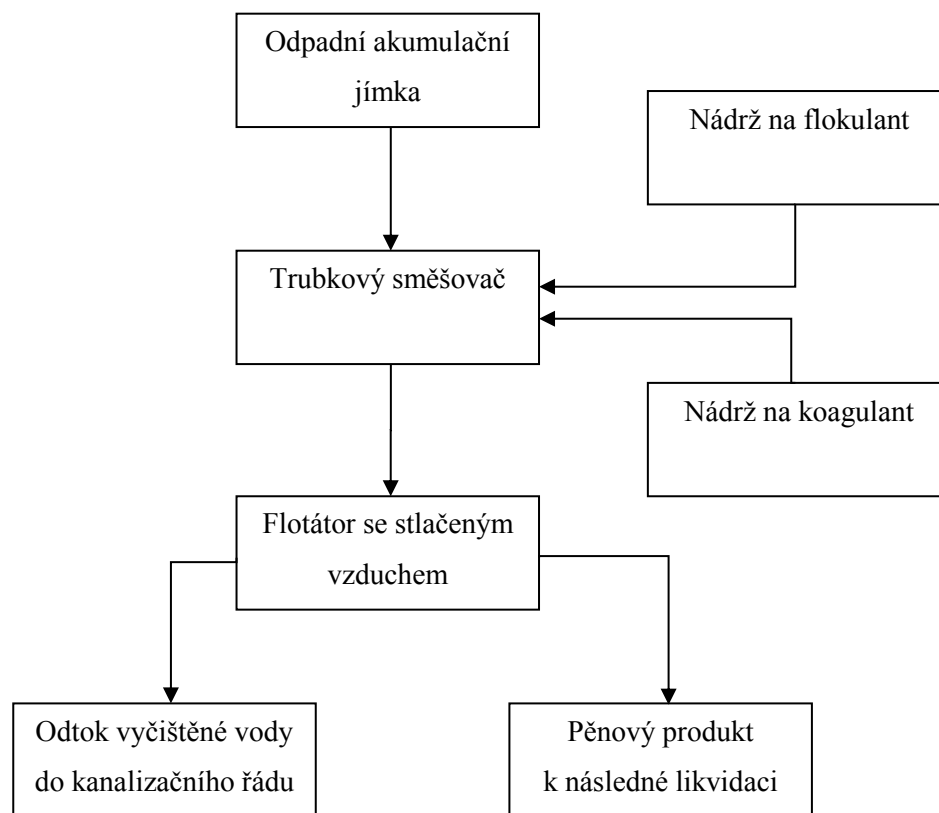


Schéma 2: Návrh technologie pro úpravu odpadů z obrábění a oplachu forem.

5.2 Odběr vzorku

Vzorek byl odebrán z akumulací nádrže, která je znázorněna na obr. č. 4. Obsah nádrže byl homogenizován tak, aby mohl být odebrán reprezentativní vzorek odpadu z obrábění a oplachu forem. Vzorek byl odebrán včetně plovoucí vrstvy na hladině. Tato vrstva je tvořena nepolárními uhlovodíky.

Při návrhu technologie zpracování předpokládám, že se bude pracovat jen s tou částí odpadu, která bude odebírána ze střední vrstvy akumulací nádrže, tj. bez primárního kalu a nepolární (olejové) vrstvy na hladině.

5.3 Metodiky základních analýz vzorků

V následujícím textu jsou uvedeny základní metodiky, se kterými jsem pracoval při analýzách vzorku v laboratoři.

5.3.1 Stanovení rozpuštěných látek

Rozpuštěné látky se stanovují po odpaření vody a následného vysušení odparku. Tyto látky jsou hlavními ukazateli jakosti odpadních vod. Tento ukazatel zahrnuje rozpuštěné látky a také i netěkavé organické látky.

Významným ukazatelem jakosti vod je také zbytek po procesu žihání rozpuštěných látek, které se považují za přibližnou míru koncentrace rozpuštěných anorganických složek ve vodě. Bohužel výsledky vždy nekorrespondují se skutečným složením vody, protože během procesu žihání a sušení v těchto některých složkách dochází k chemickým přeměnám některých složek a také ke ztrátám jejich rozkladem nebo sublimací.

Z fyzikálně-chemického hlediska se můžou za rozpuštěné látky, které jsou přítomné v pravých roztocích považovat takové ionty nebo molekuly, které se rozměrově pohybují až v jednotkách nanometrů. Látky, jejichž přítomnost ve formě částic a jejich velikostech od jednotek nanometrů až po 0,5 μm nebo 1,0 μm , se tyto látky nazývají koloidně dispergované. Tyto diference mají význam jak hydrochemický, tak i toxikologický, jelikož skutečně rozpuštěné formy látek se liší některými vlastnostmi od forem koloidně dispergovaných, například u kovů. Protože je filtrace vzorků vody o velikostech pórů v jednotkách nanometrů časově velmi náročná, byla přijata obecně v hydrochemii dohoda, že za rozpuštěné látky se budou považovat látky, které projdou filtrem, který má střední velikost pórů 0,45 μm .

V závazných normách se setkáváme s definicemi:

- rozpuštěné látky sušené, RL105 – jsou to látky, které zůstanou za určených podmínek ve zfiltrovaném a dosucha odpařeném a vysušeném vzorku při 105 °C, definovány jako látky, které prošly membránovým filtrem o střední velikosti pórů 0,45 μm .

- rozpuštěné látky žíhané, RL550 – jsou látky, které při žíhání sušených rozpuštěných látek, při teplotě 550 °C zůstanou stabilní.

Stanovení rozpuštěných látek sušených

Podstatou zkoušky je odpaření do sucha filtrátu vody a následného vysušení odparku při 105 °C. Následně se odparek zváží pro určení hmotnosti. Tuto metodu lze použít pro vzorky vod s koncentracemi rozpuštěných látek nad 10 mg/l. Pro zkoušky se používají standardní laboratorní přístroje a pomůcky jako je sušárna s regulovanou teplotou 105°C ±2 °C, analytické váhy s přesností vážení nejméně na 0,1 mg, vodní lázeň, odpařovací misky, vzorkovnice ze skla nebo polyethylenu na 500 – 1000 ml, exsikátor, který má silikagelovou náplň, filtrační zařízení pro vakuovou nebo tlakovou filtraci, které jsou určeny pro daný filtr a membránové filtry o střední velikosti pórů 0,45 µm. Tyto filtry musejí být kruhové se shodným průměrem daného filtračního zařízení. Filtry se musí předem promýt v asi 150 ml destilované vody a vysušit při 105°C po dobu nejméně jedné hodiny.

Pro testy je důležité používat výhradně chemikálie analytické čistoty a samozřejmě je použití vody pro analytické účely, která splňuje požadavky 3. stupně jakosti dle normy ČSN ISO 3696.

Pro účely řízení jakosti vzorku se připraví roztok látek se známou teoretickou hodnotou RL 550 a RL 105, jejichž chování za stanovených podmínek lze simulovat jako chování látek v analyzovaném vzorku.

Odběr a příprava vzorků se provádí do vzorkovnic. Pokud odebraný vzorek obsahuje nerozpuštěné látky, musí se bezprostředně po odběru filtrovat přes filtr. Při manipulaci se zásadně postupuje podle norem, vzorky musí být uchovány v temnu a v chladu při teplotách 2-5 °C. Před zkouškou objemu vzorku je nezbytné vzorky temperovat na teplotu laboratoře (20 ±3 °C). Vzorky je vhodné zpracovat do 24 hodin po odběru.

Postup samotného provedení zkoušky má přesná pravidla. Odpařovací miska se nejdříve vyžihá v muflové peci při teplotě 530 °C a po jejím ochlazení v exsikátoru se určí

její hmotnost zvážením. Do vyžíhané a předem zvážené misky se odměří objem vzorku, kde se pomocí vodní lázně nebo sušárny odpaří do sucha. Spodní část misky se očistí od nečistot filtračním papírem, které vzniknou ve vodní lázni a následně se opláchnou destilovanou vodou. Důležité je určení objemu vzorku aby hmotnost odparku byla v rozmezí 10 - 250 mg. Odparek se následně suší při teplotě 105 °C do sucha po dobu asi 2 hodin, nebo do doby, kdy hmotnost sušiny neklesne víc jak 4 % látky. Po následném ochlazení v exsikátoru se miska s rozpuštěnými látkami zváží.

Výpočet hmotnostní koncentrace rozpuštěných látek sušených $\rho(\text{RL105})$, [mg/l], se vypočte dle rovnice

$$\rho(\text{RL105}) = \frac{1000 \cdot (b-a)}{V} \quad (1)$$

kde a – hmotnost misky [mg]

b – hmotnost misky se zbytkem po sušení [mg]

V – objem vzorku [ml]

Výsledky se vyjadřují v [mg/l].

Stanovení rozpuštěných látek žiháním

Podstatou zkoušky jsou rozpuštěné látky sušené, které se vyžíhají při teplotě 550 °C, kde se hmotnost zbytku po žihání stanoví vážením. Tuto metodu lze používat pro vzorky vod se zbytkem nad 10 mg/l.

Pro zkoušky se používají standardní laboratorní přístroje a pomůcky jako je sušárna s regulovanou teplotou 105 °C ± 2 °C, muflová pec s regulovanou teplotou, umožňující zahřívání na teplotu 550°C, analytické váhy s přesností vážení nejméně na 0,1 mg, vodní lázeň, odpařovací misky, vzorkovnice ze skla nebo polyetyleny na 500 – 1000 ml, exsikátor, který má silikagelovou náplň, filtrační zařízení pro vakuovou nebo tlakovou filtraci, které jsou určeny pro daný filtr a membránové filtry o střední velikosti pórů 0,45 μm . Tyto filtry musejí být kruhové se shodným průměrem daného filtračního zařízení. Filtry se musí předem promýt asi ve 150 ml destilované vody a vysušit při 105 °C po dobu nejméně jedné hodiny.

Pro účely řízení jakosti vzorku se připraví roztok látek se známou teoretickou hodnotou RL 550 a RL 105, jejichž chování za stanovených podmínek lze simulovat jako chování látek v analyzovaném vzorku.

Samotné provedení zkoušky se provede, kdy miska se sušinou u které jsme stanovily rozpuštěné látky, se dále žihá při teplotě 550 °C do konstantní hmotnosti asi po dobu 1 hodiny, nebo do doby, kdy hmotnostní změna po žihání bude menší než 4 %, respektive 0,5 mg. Nakonec po ochlazení v exsikátoru zbytek vzorku po žihání zváží.

Důležitý je postup žihání, pokud odparek obsahuje velké množství organických látek, musí být žihán opatrně, jelikož by mohlo dojít ke ztrátám některých anorganických látek při možném vznícení organického podílu. Při větší koncentraci organických látek, může také být příčina, že zbytek po žihání může zůstat tmavě zbarvený. Proto se po vychladnutí misky daný zbytek po žihání ovlhčí vodou nebo 10 % roztokem dusičnanu amonného, vysuší se a opět žihá. Bohužel tímto způsobem se obsah železa a manganu toto tmavé zbarvení neodstraní.

Výpočet hmotnostní koncentrace rozpuštěných látek sušených $\rho(RL550)$, [mg/l], se vypočte dle rovnice

$$\rho(RL550) = \frac{1000 \cdot (b-a)}{V} \quad (2)$$

kde a – hmotnost misky se zbytkem po žihání [mg]

b – hmotnost misky [mg]

V – objem vzorku [ml]

Výsledky se vyjadřují v [mg/l]. [20]

5.3.2 Stanovení nerozpuštěných látek

Nerozpuštěné organické látky mohou být biologicky rozložitelné jako např. škrob nebo bakterie, anebo biologicky nerozložitelné jako je např. většina plastů.

Metodu stanovení množství nerozpuštěných látek v surových vodách, odpadních vodách a odtocích z čistíren filtrací filtry skleněných vláken stanovuje norma ČSN EN 872, která určuje postup zkoušky.

Podstatou zkoušky je, že se vzorek přefiltruje filtrem ze skleněných vláken za přetlaku nebo podtlaku. Filtr se následně musí vysušit při teplotě $105\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Přístroje, které se používají při testech, jsou – zařízení pro vakuum nebo tlakovou filtraci, musí být vhodné pro daný průměr použitého filtru. Většinou jsou tato zařízení pro membránovou filtraci určené i pro jiné druhy filtrů. Nosné destičky pro tyto filtry musí být dostatečně prostupné, aby voda mohla volně protékat.

Boro silikátové skleněné filtry musí splňovat tyto kritéria:

- nesmí obsahovat žádná pojidla,
- musí být kruhové s průměrem shodným jako filtrační zařízení,
- její hmotnost na jednotkovou plochu musí být mezi 50 g/m^2 až 100 g/m^2 ,
- snížení hmotnosti filtru při slepém stanovení musí být menší nebo rovné $0,017\text{ mg/cm}^2$.

Vzorky se odeberou dle platných směrnic EN 25667-2 a EN ISO 5667-3. Vždy se vzorkuje přednostně do lahví s průhledných materiálů. Lahve se musí naplnit tak, aby pod uzávěrem zůstal volný prostor, aby zde bylo možno obsah lahve protřepat.

Nerozpuštěné látky ve vzorku se musí stanovit co nejdříve po odběru, nejlépe do 4 hodin. Pokud tyto vzorky nemohou být do této doby analyzovány, musí se uložit v temnu při $1\text{ až }5\text{ °C}$, avšak vzorek nesmí zmrznout. Výsledky u vzorků, u kterých uchování bylo delší než dva dny, musí být opatrná interpretace. Tyto vzorky pro stanovení nerozpuštěných látek nesmí být nikdy konzervovány žádným přídavkem chemikálií, veškeré odchylky musí být uvedeny v protokolu o zkoušce včetně podmínek uchování vzorku.

Postup zkoušky

Vzorky se musí temperovat na teplotu laboratoře. Dále se zjistí, zda filtry splňují veškeré výše uvedené požadavky. Filtr se musí ponechat v blízkosti vah, kvůli ustálení rovnováhy s vlhkostí vzduchu. Potom se zváží s přesností na $0,01\text{ mg}$. Je důležité zabránit

znečištění filtrů prachem – např. uložením v exsikátoru. Vzorek ve vzorkovnici se nejprve důkladně protřepe a vhodný objem se naráz přelije do odměrného válce, Jestliže byl vzorek umístěn ve zcela naplněné láhvi, je vhodné tento vzorek promíchat mezi dvěma nádobami. Objem vzorku se volí tak, aby výsledná hmotnost sušiny na filtru dosahovala optimální rozsah stanovení tj. 5 – 50 mg. Objem vzorku by neměl být větší než 1litr. Důležité je, aby platný výsledek hmotnosti sušiny byl větší než 2 mg. Objemy vzorku menší než 25 ml se musí odvažovat.

Kontrolní zkouška se opakuje s 200ml pracovní kalibrační suspenze jako vzorkem. Výtěžnost musí být mezi 90 – 110 %.

Výpočet hmotnostní koncentrace nerozpuštěných látek se vypočte podle rovnice

$$\rho = \frac{1000 \cdot (b-a)}{V} \quad (3)$$

Kde ρ – hmotnostní koncentrace nerozpuštěných látek [mg/l]

b – hmotnost filtru po filtraci [mg]

a – hmotnost filtru před filtrací [mg]

V – objem vzorku v [ml]

Výsledky se uvádí v mg/l na dvě platné číslice. [21]

5.3.3 Metodika stanovení $CHSK_{Cr}$ – chemická spotřeba kyslíku

Stanovení chemické spotřeby kyslíku diachromanem je metoda, kterou lze považovat za přibližnou míru – odhadu teoretické spotřeby kyslíku. To je hmotnost kyslíku, který je spotřebován na úplnou chemickou oxidaci organických látek ve vodě na výsledné anorganické zplodiny. Převážné množství organických sloučenin je většinou oxidováno v rozmezí 90 až 100 %. Tyto látky převažují ve vodách, jako jsou městské odpadní vody, kde je $CHSK_{Cr}$ reálná míra teoretické spotřeby kyslíku. Význam hodnoty $CHSK_{Cr}$ především závisí na složení zkoušené vody.

Podstatou zkoušky je, kdy se zkoušený objem vzorku vody vaří pod zpětným chladičem po stanovenou dobu, za přítomnosti dichromanu draselného, kde známe jeho

hmotnost a za přítomnosti síranu rtuťnatého, kdy za katalytického působení stříbrných iontů v silně koncentrovaném roztoku kyseliny sírové. Za stanovenou dobu se část dichromanu redukuje přítomnými oxidovatelnými látkami. Zbylý dichroman se titruje roztokem síranu diamonno-železnatého. Výsledná hodnota $CHSK_{Cr}$ se následně vypočte z množství redukovaného dichromanu. [22]

5.3.4 Metodika stanovení RAS – rozpuštěných anorganických solí

Stanovení RAS je přibližnou mírou obsahu anorganických rozpuštěných látek v odpadní vodě. Rozpuštěné látky žíhané (RL550), které byly stanoveny ze vzorku odpadní vody po její filtraci filtrem ze skleněných vláken. Je to jen přibližná míra obsahu anorganických rozpuštěných látek v odpadní vodě.

Podstatou zkoušky je, kdy se vzorek odpadní vody zfiltruje filtrem ze skleněných vláken se střední velikostí pórů. Objem filtrátu se odpaří do sucha a následně se odparek vysuší při teplotě 105 °C. Dále se odparek vyžihá při teplotě 550 °C. Výsledná hmotnost RAS se stanoví vážením. [23]

6 Flokulace a koagulace

Flokulace je fyzikálně-chemický proces, který je založený na principu srážení a vložkování z jedné ze složek nehomogenní suspenze na určitém čase, kdy ostatní složky zůstávají v dispergovaném stavu. [24]

Tento fyzikálně-chemický proces je důležitý při zpracování surovin v různých odvětvích, jako je biochemie, výroba sýru, čištění odpadních vod a také v rozdrůžovacích procesech např. uhlí. Princip samotné flokulace spočívá v tom, že se do nehomogenní suspenze přidává selektivně flokulační činidlo, které má za následek vytvoření suspenze minerálních složek do vloček. Ostatní části se od ostatních jednozrnných částic se oddělují na sedimenty. [25]

Pro úspěšnou flokulaci musíme znát tyto základní zásady:

- daná suspenze musí být na počátku procesu dispergována a jedna z jejích složek musí vytvořit stabilní suspenzi, toto dosáhneme pomocí mechanického nebo chemického nebo kombinovaného způsobu úpravy,
- schopnost absorpce použitých flokulantů na rozdílných minerálech je závislá na elektrostatických a povrchových vlastnostech minerálních zrn, důležitý je i stupeň ionizace, a také je důležitý druh aktivních skupin flokulantů na pH prostředí,
- hydrolyza minerálních zrn může ovlivňovat povrchové vlastnosti minerálů,
- procesy flokulace můžeme regulovat hlavně aktivací nebo depresí, přidáním modifikujících reagentů, které hlavně regulují vlastnosti minerálů a flokulačních činidel. [24] [25]

Flokulační činidla

Podle charakteru a mechanismu působení na povrch minerálního zrna můžeme dělit flokulační činidla na:

- a) elektrolyty
- b) povrchově aktivní látky
- c) makromolekulární látky

Elektrolyty – standartním způsobem agregace disperzních systémů je kolagulace pomocí jednoduchých elektrolytů. Tyto elektrolyty působí tak že dochází ke stlačení elektrické dvouvrstvy na povrchu těchto pevných částic.

Povrchově aktivní látky – ve flotačních procesech dochází k agregaci minerálů. K procesu flotace je důležité přidat také povrchově aktivní látky, jsou to sběrače, které zvyšují hydrofobnost minerálních zrn ve flotačních prostředích, a proto zvyšují adhezi částic a tím to dochází k jejich vložkování. Důležitý požadavek pro zvolení přídatné látky:

- a) Snížení povrchového náboje minerálních zrn
- b) Ovlivnit povrchovou energii zrn
- c) Snížení hydrofobnosti zrn

Makromolekulární látky – k agregaci slouží makromolekulární látky, které mají řetězovou strukturu, a proto jsou rozpustné ve vodě. Makromolekulární látky dělíme podle jejich původu. [26]

- a) Přírodní – polysacharidy – škrob, dextrin, organické koloidy
- b) Syntetické – řadíme mezi ně flokulanty, které vznikly v procesu polymerace a polykondenzace – hydrolyzovaný polyakrylonitril, polyvinylový alkohol atd.

V praxi využíváme různé způsoby destabilizace disperzí, podle elektrolytů jako je chlorid železitý nebo síran hlinitý, nebo podle molekulárních koloidů, což jsou makromolekulární látky ve formě syntetických organických polymerů.

Působením těchto elektrolytů má za následek stlačování elektrické dvouvrstvy, kterou lze označit jako elektroneutralizaci a to opačnými náboji elektrolytu než má tuhý povrch částic. Takto dojde ke snížení nábojů částic, nebo k jejich úplnému odstranění a částice se stanou elektroneutrální.

Flokulaci také můžeme označit jako destabilizaci stabilních disperzí pomocí makromolekulárních látek.

Kolagulace je proces přičemž dvě nebo více koloidních částic vytvoří kompaktní agregát tzv. koagulát, kde jsou silně vázány částice. Je to také chemicko-fyzikální proces,

kterým se z vody odstraňují koloidní látky organického původu, jako jsou třeba bílkoviny nebo mýdla, barviva a bakterie anorganického původu jako jsou sraženiny, částičky jílu, které jsou natolik malé, že nejdou odstranit filtrací ani sedimentací. Základem koagulace je především shlukování koloidních částic o velikosti od 1 nm do 1 μm , které jsou poutány mezi molekulovými adhezními silami, jejichž velikost následně umožňuje účinnou separaci sedimentací nebo filtrací.

7 Flotace

Flotace je rozduřovací proces, který je založen na schopnosti jedněch minerálů vyplavat – vyflotovat na hladinu a druhý klesnout – sedimentovat a setrvat v tzv. rmutu. Tyto vlastnosti především ovlivňuje rozdílná povrchová energie, která je závislá na stavbě struktury krystalické mřížky a chemickém složení minerálů. To je důvod proč má každý minerál jinou povrchovou energii. V tomto procesu se nejvíce využívá specifická povrchová energie zrn. Toto především platí v praxi pro pěnovou flotaci, při které se flotační rmut sytí bublinkami vzduchu. Flotující zrna se přichytí na bublinky a jsou vynášena na hladinu, kde se tvoří tato pěna. [27]

Nejčastější použití flotace:

- rozduřování minerálů – uhlí,
- odstranění kalů – papírenský a textilní průmysl,
- farmacie,
- čištění odpadních vod – ČOV,
- oddělování bakterií.

Flotaci dělíme podle druhu působení fázového rozhraní:

- kapalina – plyn,
- kapalina – tuhá fáze,
- plyn – tuhá fáze,
- kapalina – kapalina.

Pro čištění průmyslových odpadních vod se nejčastěji využívá flotace. Flotace je metoda, která je především založena na fyzikálně chemické separaci látek, proto má

nezastupitelné postavení v technologii úpravy jemnozrnných nerostných surovin. Technologii čištění odpadních vod se především používá pěnová flotace a pěnová separace. Takto se hlavně odstraňují nerozpustné látky a sraženiny. Pro určení technologie a konstrukce flotačních zařízení je důležité, určení přesné specifikace flotačního procesu. Hlavně při flotaci odpadních vod se především klade důraz na úpravu velikosti nejjemnějších částic. Toto se nejčastěji řeší kolagací a flokulací. [28]

Flotací především rozumíme jev, kdy lehčí částice než je kapalina stoupají k hladině. Z toho soudíme, že flotace je opak sedimentace. Vyplavované částice jsou následně z hladiny odstraňovány, proto flotace slouží k separaci části lehčích než samotná kapalina. Při procesu čištění odpadních vod jsou takto z vody odstraňovány nežádoucí látky jako např. zejména oleje a tuky.

Flotací je také možno odstranit částice, které jsou těžší než kapalina. Toto je možno provést pomocí provzdušňováním. Flotované částice za určitých podmínek a vlivem adhezních sil přilnou ke vzduchovým bublinám, které stoupají na hladinu, kde vytváří pěnu, která se následně stírá. Nejčastěji se tento způsob flotace používá při úpravě rud. V případě čištění odpadních vod se provzdušňováním využívá k urychlení celého flotačního procesu.

Čištění odpadních vod se nejčastěji používá flotace rozpuštěným vzduchem. Principem separace suspenze flotací je agregace mikrobublinek vzduchu s vločkami, které vzniknou z dané suspenze. Tento výsledný agregát má celkově menší hmotnost než voda, a proto je vynášen k hladině, na které se vytvoří flotační pěna, která je mechanicky odstraněna. Proto použitím rozpuštěného vzduchu jsou sedimentační rychlosti těchto vloček vyšší až o dva řády než původní sedimentační rychlosti. [28]

8 Experimentální část

Samotným cílem analýz v experimentální části bylo ověření doporučených činidel a také to, zda lze odebraný vzorek odpadních řezných emulzí pomocí činidel SNF Floquat FL42, SNF Flopam SFC 45, Sokoflok 26 a Sokoflok 68 upravit tak, aby bylo možno odstranit znečištění odpadních vod tak, aby se mohly eventuálně vypouštět do kanalizačního řadu.

Reprezentativní vzorek byl odebrán ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o. a to z nádrže, která slouží k shromažďování této odpadní vody z tavicí linky hliníku a z obráběcích strojů – viz kapitola 5.2.

8.1 Vstupní analýza vzorku

Vzorek, který byl v nádobě ustálen 24 hodin před testováním, vytvořil na hladině olejovou vrstvu tloušťky asi 1 cm. Olejová vrstva byla stažena pomocí stěrky. Po odebrání olejové vrstvy z hladiny byl vzorek připraven na testování, což je znázorněno na následující straně viz obr 5.

Analýzy vzorku jsem prováděl dle výše uvedených metodik v laboratořích Institutu environmentálního inženýrství. Výsledky analýzy je uveden v tabulce č. 3.

Tabulka 3: Vstupní parametry vzorkovaných odpadních vod z obrábění a oplachu forem

| Vzorek | Vzhled | CHSK _{Cr} (mg/l) | pH | Vodivost (mS/m) | RL nebo VL (mg/l) | RAS (mg/l) |
|---|--|------------------------------|------|--------------------|----------------------|---------------|
| Emulze z obrábění a oplachu forem | Bílá emulze, vrstva oleje na hladině | 38 000 | 6,53 | 243 | 7 905 | 1 580 |



Obrázek 5: Vzorek po odebrání olejové vrstvy

Autor: Mašek Pavel

8.2 Testování flokulantů a koagulantů

Při dalších experimentech byly testovány flokulanty a koagulanty firmy SNF a SOKOFLOK s.r.o., které jsem měl k dispozici.

SNF Floquat FL42 – je to organický koagulant, který může být použit jak samostatně tak i v kombinaci s hliníkovým základním koagulantem, který snižuje spotřebu o 30 – 60 %, což je pozitivní aspekt ke snížení nákladů při likvidaci kalů. Činidla je možno dávkovat v koncentraci jako až 0,2%. Následně je nutno pracovat i s flokulantem.

Tabulka 4: Vlastnosti přípravku SNF Floquat FL42 .

| Vlastnost | |
|------------------|--------------------------|
| Vzhled | bezbarvý až světle žlutý |
| Hustota při 20°C | 1,05 g/cm ³ |
| Hodnota pH | 2,25 |

SNF Flopam SFC 45 – kationtový polyakrylamidový flokulant ve vodné disperzní formě. Činidlo je možno dávkovat jako 0,005 – 0,015%.

Tabulka 5: Vlastnosti přípravku SNF Flopam SFC 45.

| Vlastnost | |
|------------------|-----------------------|
| Vzhled | bílá |
| Hustota při 20°C | 1,2 g/cm ³ |
| Hodnota pH | 3-5 |

Sokoflok 68 – katioaktivní práškový flokulant.

Tabulka 6: Vlastnosti přípravku Sokoflok 68

| Vlastnost | |
|------------------|-------------|
| Vzhled | bílý prášek |
| Doba rozpouštění | 60 min. |
| Kationicita | vysoká |

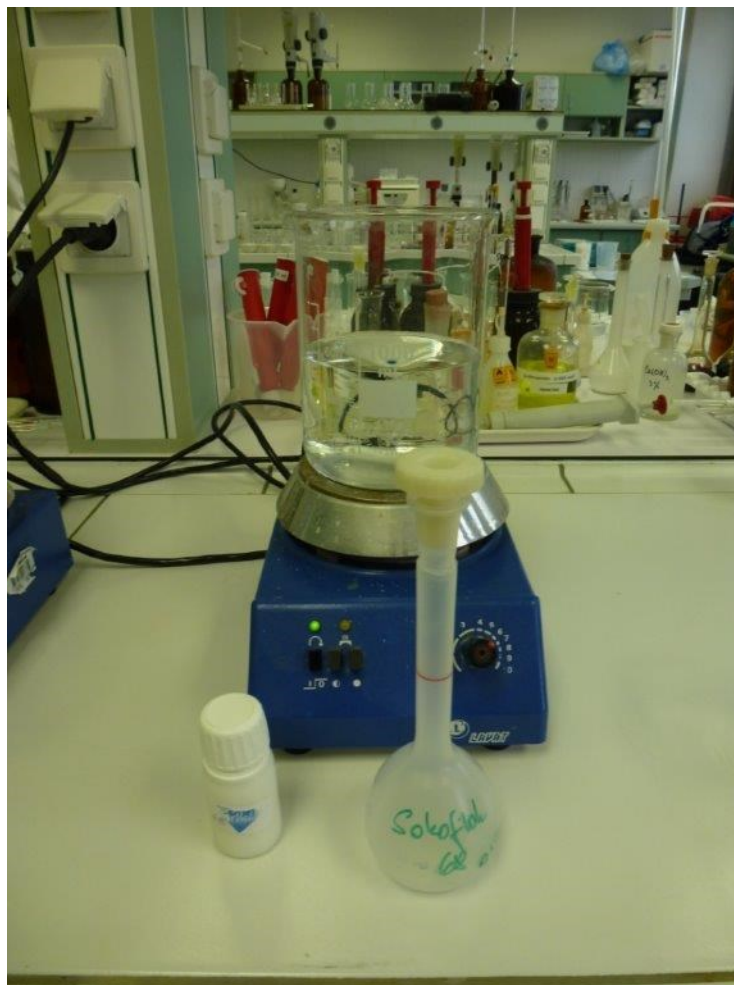
Sokoflok 26 – anionaktivní práškový flokulant.

Tabulka 7: Vlastnosti přípravku Sokoflok 26

| Vlastnost | |
|------------------|----------------|
| Vzhled | bílý prášek |
| Doba rozpouštění | 60 min. |
| Anionicita | středně vysoká |

Pro úspěšné provedení testů, bylo nutné připravit zásobní roztoky výše zmíněných koagulantů a flokulantů:

- a) roztok koagulantu **Floqat FL42** o koncentraci 0,2 %
- b) roztok koagulantu **Flopam SFC 45** o koncentraci 10 %
- c) Příprava flokulantu **SOKOFLOK 68** - roztoku o koncentraci 0,06 %
- d) Flokulant **SOKOFLOK 26** – roztok o koncentraci 0,03 %

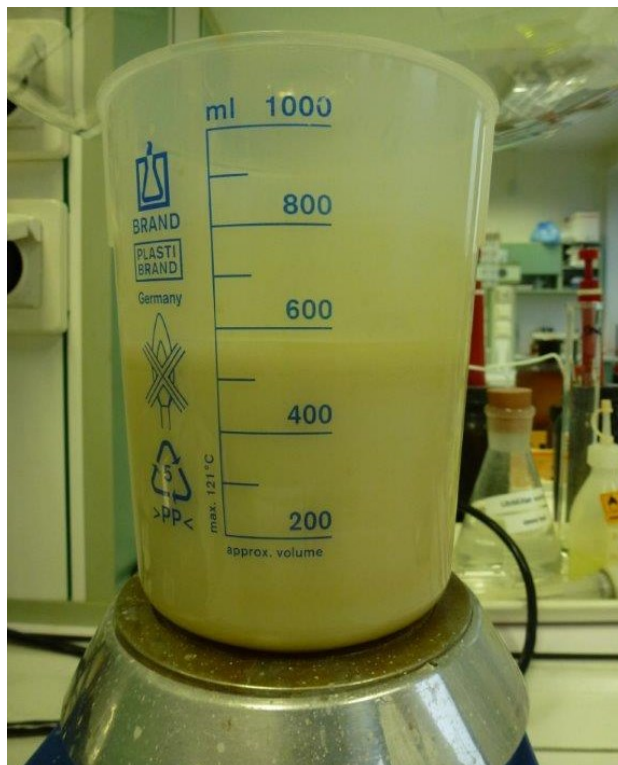


Obrázek 6: Příprava roztoku Sokoflok 68
Autor: Mašek Pavel

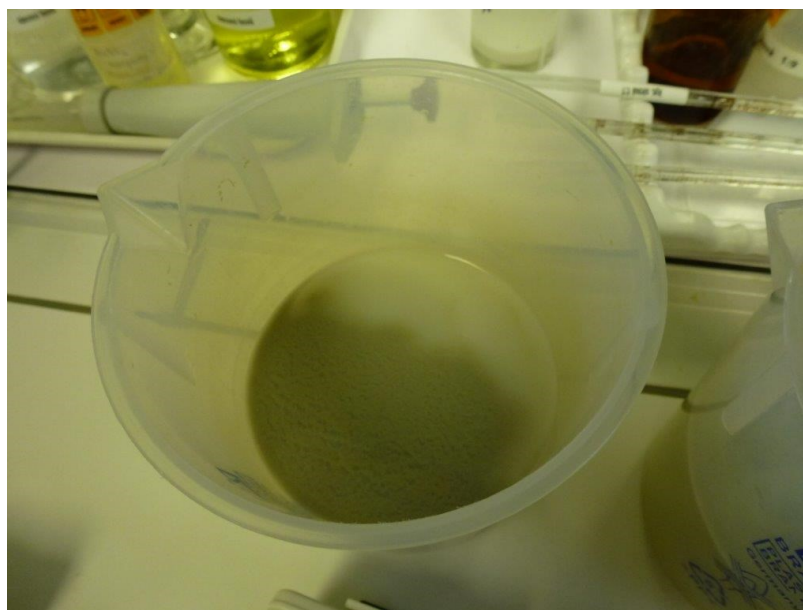
Popis jednotlivých experimentů flokulace a koagulace

1. Připravený vzorek odpadních řezných emulzí o objemu 0,5 l byl promícháván společně s přídatkem 0,5 ml FL 42 a 1 ml Sokofloku 68. Po intenzivním promíchávání – 2 min byl vzorek ponechán sedimentaci, obr. 7.

Výsledek: na hladině se vytvořila vrstva vloček 2 – 3 mm, která se ani po 30 minutách nezměnila, nesedimentovala.



*Obrázek 7: Experiment č.1
Autor: Mašek Pavel*



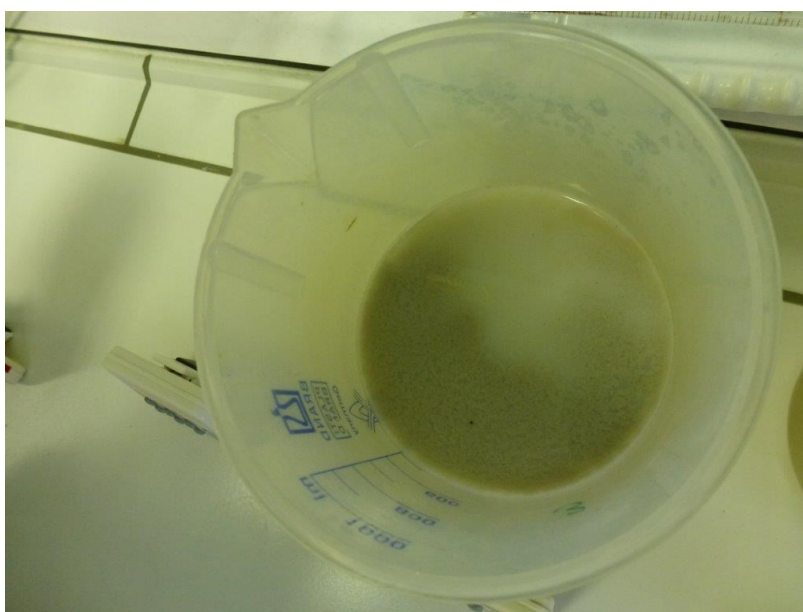
*Obrázek 8: Výsledek experimentu č.1
Autor: Mašek Pavel*

2. Připravený vzorek odpadních řezných emulzí o objemu 0,5 l byl promícháván společně s přísávkem 0,5 ml FL 42 a 1 ml Sokofloku 68. Následovalo intenzivní promíchávání 2 minuty.

Výsledek: na hladině se opět vytvořila vrstva vloček 2-3 mm, která se po 30 minutách nezměnila.

3. Připravený vzorek odpadních řezných emulzí o objemu 0,5 l byl promícháván společně s přísávkem 0,5 ml FL 42 objemu a s 1 ml Sokoflok 26. Následovalo intenzivní promíchávání 2 minuty.

Výsledek: na hladině se vytvořila vrstva vloček 2-3 mm, která se po 30 minutách nezměnila, vločky byly znatelně větší



Obrázek 9: Výsledek experimentu č.3

Autor: Mašek Pavel

4. Připravený vzorek odpadních řezných emulzí o objemu 0,5 l byl promícháván společně s přísávkem 0,3 ml SFC 45. Po intenzivním promíchávání – 2 min byl vzorek ponechán sedimentaci.

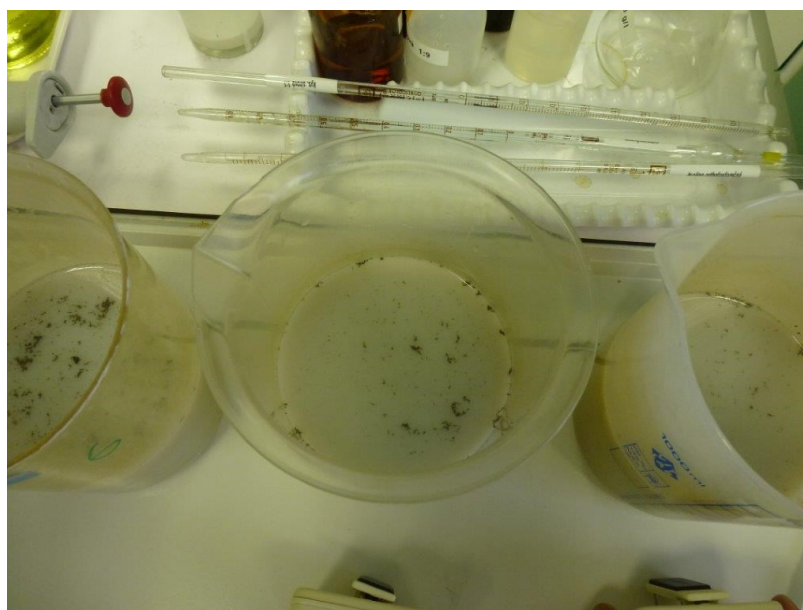
Výsledek: při tomto experimentu se vločky na hladině nevytvořily, pouze se vytvořily drobné tmavé klky, pravděpodobně zbytky oleje ze vzorku.



*Obrázek 10: Výsledek experimentu č.4
Autor: Mašek Pavel*

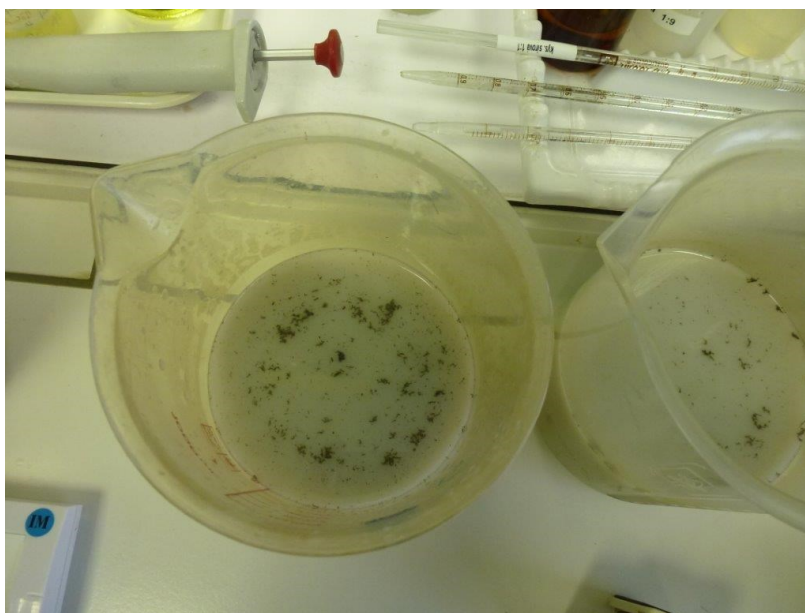
5. Připravený vzorek odpadních řezných emulzí o objemu 0,5 l byl promícháván společně s přísadkou 0,6 ml SFC 45. Promíchávání bylo intenzivní po dobu 2 minut.

Výsledek: při tomto experimentu se vločky nevytvořily, pouze se vytvořily drobné tmavé klky ve větším množství než v předchozím případě, pravděpodobně jde o zbytky oleje ze vzorku.



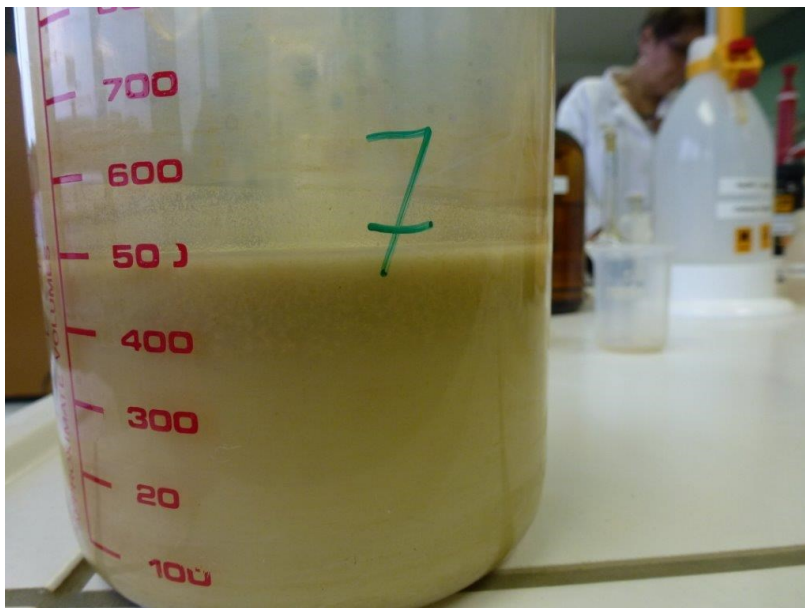
*Obrázek 11: Výsledek experimentu č.5
Autor: Mašek Pavel*

6. Připravený vzorek odpadních řezných emulzí o objemu 0,5 l byl promícháván společně s přídatkem 1 ml SFC 45. Promíchávání bylo intenzivní po dobu 2 minut. **Výsledek:** při tomto testu se vločky opět nevytvořily, pouze se vytvořily drobné tmavé klky ve větším množství než v předchozím případě, pravděpodobně jde o zbytky oleje ze vzorku.



*Obrázek 12: Výsledek experimentu č.6
Autor: Mašek Pavel*

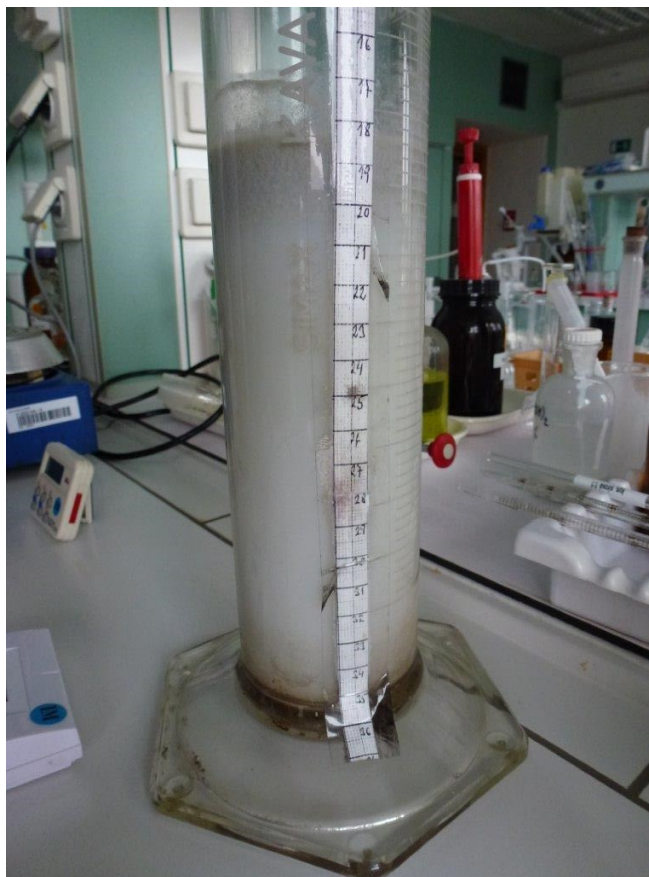
7. Připravený vzorek odpadních řezných emulzí o objemu 0,5 l byl promícháván společně s přídatkem 2 ml FL 42 a 2 ml Sokofloku 68. Promíchávání bylo intenzivní po dobu 2 minut. **Výsledek:** na hladině se vytvořila vrstva vloček 1 – 1,5 cm, která se po 30 minutách nezměnila.



*Obrázek 13: Výsledek experimentu č.7
Autor: Mašek Pavel*

8. Připravený vzorek odpadních řezných emulzí o objemu 0,5 l byl promícháván společně s přísadkou 2 ml FL 42 a 3 ml Sokofloku 68. Promíchávání bylo intenzivní po dobu 2 minut a zároveň byl vzorek provdušňován.

Výsledek: na hladině se vytvořila vrstva vloček 1-1,5 cm, která se po 30 minutách nezměnila. Tento vzorek jsme následně přelili do kalibrovaného odměrného válce, na hladině vytvořila vrstva, která nesedimentovala.



Obrázek 14: Výsledek experimentu č.8
Autor: Mašek Pavel

Popis jednotlivých flotačních experimentů

Laboratorní flotace byly prováděny ve flotačním přístroji VRF 2. Jde o měsidlový flotátor s vlastním nasáváním vzduchu, výrobek RD Příbram.

Parametry flotátoru:

| | |
|-----------------------------|----------------------------|
| Objem buňky | 1,13 l |
| Otáčky mísidla (konstantní) | 1 800 ot.min ⁻¹ |
| Otáčky sběrače pěny | 10,3 ot.min ⁻¹ |
| Objem nasávaného vzduchu | 1 l.min ⁻¹ |

Jako nejvhodnější pro další testování flotací, jsme určili postup dávkování činidel dle experimentu č. 8. Podle tohoto postupu jsme připravili vzorky, které jsme následně flotovali. Pro flotace, bylo použito 1000 ml vzorku odpadních řezných emulzí, přípravku FL 42 – 4 ml a přípravku Sokoflok 68 – 6 ml (při testu č.8 bylo použito 500 ml vzorku odpadních řezných emulzí, proto je dávkování dvojnásobné).

1. Promíchávání s činidly po dobu 2 minut, bez provzdušňování, následovala samotná flotace po dobu 2 minut.

Výsledek: pěnový produkt K1 - vytvořila se hustá pěna, objem cca 200 ml, odpad **O1** – objem 800 ml.



*Obrázek 15: Flotátor připraven k pokusu
Autor: Mašek Pavel*

2. Promíchávání s činidly po dobu 2 minut, bez provzdušňování, následovalo provzdušňování 2 minuty a samotná flotace trvala po dobu 2 minut.

Výsledek: pěnový produkt K2 – pěna se rychle rozpadala, nejvyšší výška pěny, velké bubliny. Celkově byl lepší vizuální výsledek než u předchozí flotace. Odpad **O2**.



*Obrázek 16: Průběh flotace č.2
Autor: Mašek Pavel*



*Obrázek 17: Pohled na produkty flotace č. 2
Autor: Mašek Pavel*

3. Pro tento test byl použit přípravek SFC 45, který byl promíchán s 1000 ml vzorku po dobu 10 minut. Flotační čas byl 2 minuty.

Výsledek: pěnový produkt se nevytvořil – dále jsme se vzorkem nepracovali.

Odpad O3.

4. Pro tento test byl použit přípravek FL 42 – 8 ml, který byl promíchán s 1000 ml vzorku po dobu 2 minut a flotován po dobu 2 minut.

Výsledek: pěnový produkt K4 – pěna se vytvořila v menší míře, okamžitě se rozpadala, na hladině se vytvořily velmi tmavé klky. Odpad **K4** cca 100 ml.



Obrázek 18: Pohled na koncentrát č. 4.

Autor: Mašek Pavel

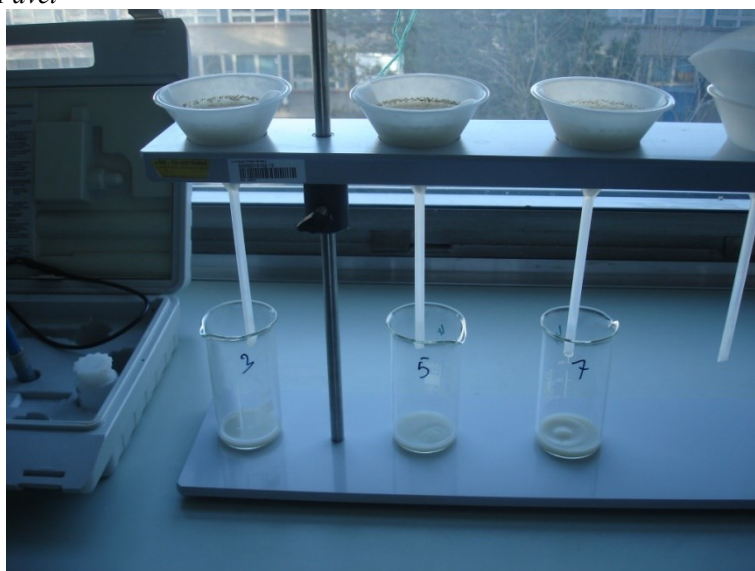
Zpracování jednotlivých odpadů flotačních testů

Jednotlivé produkty flotace – odpady O1, O2 a O4 byly filtrovány přes 50 ml CHEZACARBU a také přes filtr KA 3. Tato filtrace proběhla poměrně velmi rychle. Výsledkem byl filtrát o objemu 400 ml.



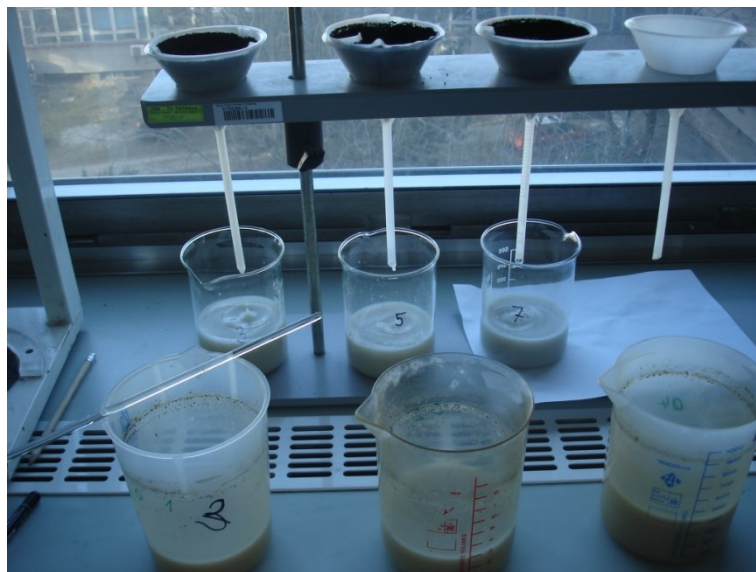
Obrázek 19: Odpady O1, O2 a O4 (po flotaci) před filtrací.

Autor: Mašek Pavel



Obrázek 20: Filtrace odpadů O1, O2 a O4 přes filtr KA 4

Autor: Mašek Pavel



*Obrázek 21: Filtrace O1, O2 a O4 přes CHEZACARB.
Autor: Mašek Pavel*

9 Vyhodnocení jednotlivých experimentů a diskuse výsledků

Výsledky jednotlivých experimentů byly vyhodnoceny podle výše uvedených metodik a normovaných postupů. Protože ve mnou navrhované technologii jde především o získání odpadních vod, které by bylo možno odvádět přímo z firmy do kanalizace, proto jsem se zaměřil na parametry, které by mohly tuto situaci ovlivnit a také na ty parametry, které bych mohl sám v laboratořích stanovit podle výše uvedených metodik.

V tabulce je uveden přehled vzorků, které byly podrobeny stejné analýze jako vstupní vzorek. Je tam také uvedeno, jakým způsobem probíhala filtrace. Pro lepší zachycení kontaminantů jsem použil navíc filtraci přes saze CHEZACARB. Pro srovnání byly takto zpracovány odpady z flotace O1, O2 a O3.

Tabulka 8: Přehled vzorků a způsob jejich filtrace

| č. vzorku | typ vzorku | typ filtrace |
|-----------|-------------------|--------------------|
| 1 | vstupní vzorek | RL přes filtr KA 4 |
| 2 | K1 | RL přes filtr KA 4 |
| 3 | O1 | RL přes filtr KA 4 |
| 4 | K2 | RL přes filtr KA 4 |
| 5 | O2 | RL přes filtr KA 4 |
| 6 | K4 | RL přes filtr KA 4 |
| 7 | O4 | RL přes filtr KA 4 |
| 8 | O1 přes Chezacarb | VL |
| 9 | O2 přes Chezacarb | VL |
| 10 | O4 přes Chezacarb | VL |

V následující tabulce č. 7 jsou uvedeny základní analýzy upravených vzorků flokulací, koagulací a zároveň flotací. Analýzy jsem prováděl v laboratoři Institutu environmentálního inženýrství dle výše uvedených metodik. Jednotlivé upravené vzorky jsem porovnával se vzorkem č. 1, který nebyl žádným způsobem upravován. Z tabulky vyplývá, že odpady jednotlivých flotací mají mírně snížené parametry $CHSK_{Cr}$, rozpuštěných látek a rozpuštěných anorganických látek.

Také lze konstatovat, že filtrace odpadu flotace přes CHEZACARB vykázala další mírné snížení některých parametrů.

Tabulka 9: Výsledky analýz jednotlivých vzorků

| č.vzorku | typ vzorku | CHSK _{Cr} (mg/l) | pH | Vodivost (mS/m) | RL nebo VL (mg/l) | RAS (mg/l) |
|----------|--------------|------------------------------|------|--------------------|----------------------|---------------|
| 1 | vstup | 38 000 | 6,53 | 243 | 7 905 | 1 580 |
| 2 | K1 | 31 300 | 7,40 | 246 | 6 740 | 1 840 |
| 3 | O1 | 28 000 | 7,53 | 223 | 5 840 | 1 620 |
| 4 | K2 | 34 400 | 7,46 | 246 | 6 760 | 1 720 |
| 5 | O2 | 31 000 | 7,48 | 231 | 5 560 | 1 600 |
| 6 | K4 | 37 950 | 8,09 | 232 | 8 440 | 2 090 |
| 7 | O4 | 27 350 | 7,68 | 213 | 6 050 | 1 385 |
| 8 | O1 CHEZACARB | 18 950 | 7,68 | 253 | 5 430 | 1 515 |
| 9 | O2 CHEZACARB | 18 700 | 7,82 | 253 | 5 455 | 1 550 |
| 10 | O3 CHEZACARB | 22 100 | 7,91 | 239 | 5 695 | 1 475 |

Na závěr musím konstatovat, že použitím doporučených činidel SNF Floquat FL42, SNF Flopam SFC 45, Sokoflok 26 a Sokoflok 68 při úpravě vzorku odpadních řezných emulzí a roztoků se nepodařilo snížit znečištění tak, aby bylo možno vyčištěné odpadní vody eventuálně vypouštět do kanalizačního řadu.

Pro poloprovodní odzkoušení činidel SNF Floquat FL42, SNF Flopam SFC 45, Sokoflok 26 a Sokoflok 68 by bylo zapotřebí vykonat větší počet experimentů ať už co se týká dávkování nebo také uspořádání experimentů (např. použitím rychloběžného míchadla nebo také pneumatického flotátoru).

10 Závěr

V rámci diplomové práce jsem zabýval možnou úpravou kapalných odpadů ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o., které vznikají při používání řezných emulzí a postřiků forem v provozech tlakového lití neželezných kovů. Řezné emulze se používají při obrábění odlitků.

Pro tuto úpravu odpadů jsem teoreticky zpracoval návrh technologie. Myšlenka návrhu vycházela z možnosti vyzkoušet přípravky firmy SOKOFLOK s.r.o. a firmy SNF Floeberger. Vzhledem k tomu, odpadní emulze z obrábění a oplachu forem je bílá neprůhledná kapalina s vrstvou olejů na hladině a je možné tuto vrstvu z hladiny odčerpávat, skladovat a předávat k dalšímu zneškodnění, je v návrhu technologie uvažováno pouze s tou částí odpadu, který bude odebírán ze střední vrstvy akumulární nádrže. Dále předpokládám, že homogenizovaný odpad řezných emulzí bude přečerpáván do trubkového směšovače, kde dojde k promíchání odpadu s koagulantem a flokulantem. Následně bude odpad přiváděn do flotační jednotky. Ve flotační jednotce by mělo dojít k flokulaci a oddělení vysráženého znečištění. Vytvořené vločky znečištění by měly být vyneseny do pěny na hladinu flotační jednotky, odkud bude pěna stírána do přistaveného kontejneru. Vyčištěná voda bude odváděna.

Pro odčerpanou horní vrstvu odpadu, která neobsahuje halogeny je možné předání např. cementárně Lafarge Cement a.s. v Čížkovicích, která by tento odpad mohla využít jako alternativní palivo při výrobě cementářského slinku.

Pro navrhovanou technologii úpravy odpadních řezných emulzí jsem vyzkoušel flokulanty a koagulanty francouzské společnosti SNF Floeberger – SNF Floquat FL42, SNF Flopam SFC 45 a společnosti SOKOFLOK s.r.o. – Sokoflok 26 a Sokoflok 68.

Pro laboratorní experimenty jsem si připravil vzorek odpadních řezných emulzí, tj. bez horní olejové vrstvy a pokoušel jsem se aplikovat jednotlivé přípravky v různých koncentracích. Kombinoval jsem prostou sedimentaci s procesem flotace. Na základě výsledků jednotlivých experimentů musím konstatovat, že pro eventuální poloprovozní odzkoušení by bylo zapotřebí vykonat větší počet experimentů, které by lépe vystihly povahu odpadních řezných emulzí.

SEZNAM LITERATURY

- [1] KUBÁSEK, Pavel. Plán odpadového hospodářství původce Aisan industry Czech s.r.o. Louny, 2011.
- [2] LAPČÍK, Vladimír. Průmyslové technologie a jejich vliv na životní prostředí. 1 vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2009, 58. 79 s. ISBN 978-80-248-2015-6.
- [3] KREJČÍK, Luboš. Kapaliny pro obrábění. MM Průmyslové spektrum. 2011 [online]. [cit. 2014-4-05] Dostupné z <http://www.mmspektrum.com/clanek/kapaliny-pro-obrabeni.html>
- [4] DOBEŠ, Petr. Současné trendy v oblasti kapalin pro obrábění. MM Průmyslové spektrum [online]. Praha: SEND Předplatné s.r.o, 2007 [cit. 2014-4-05]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/soucasne-trendy-v-oblasti-kapalin-pro-obrabeni.html>
- [5] SZYROZI, Tomáš. Nakládání s emulzními kapalinami. Bakalářská práce. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita 2013,
- [6] Vliv čistoty na kvalitu i ostatní vlastnosti obráběcích kapalin. MM Průmyslové spektrum. 2002 [online]. [cit. 2014-4-06] Dostupné z <http://www.mmspektrum.com/clanek/vliv-cistoty-na-kvalitu-i-ostatni-vlastnosti-obrabecich-kapalin.html>
- [7] ROUČKA, Jaromír. Odlévání neželezných kovů – profesní vzdělávání pracovníků ve slévárenství, Brno, 2006, 81s
- [8] BEDNÁŘOVÁ, Vlasta. Recyklace slévárenských odpadů - regenerace formovacích směsí. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2004, 53 s. ISBN 80-248-0682-7.

- [9] RAGAN, Emil a kolektív [aut.: Stanislav Fabian et]. Liatie kovov pod tlakom. Prešov: Fakulta výrobných technológií so sídlom, 2007, 10-14 s., ISBN 978-808-0739-799.
- [10] BEŇO, J. Teória rezania kovov. Strojnícka fakulta TU Košice - edícia: Monografie. Tisk: Vienala, vydavateľstvo a tlačiareň Košice, 1999, 255 s., ISBN 80-7099-429-0
- [11] BIO-GEO-EKO [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.biogeoeko.cz/mazaci-a-separani-prostedky-pro-tlakove-litineeleznych-kov/id-158>
- [12] ChemTrend [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: http://www.chemtrend.com/casting_lubricants/die_lubricants
- [13] Multifunkční kapaliny pro obrábění. MM Průmyslové spektrum.2002 [online]. [cit. 2014-4-06] Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/multifunkcni-kapaliny-pro-obrabeni.html>
- [14] KOČMAN, Karel. Speciální technologie: obrábění. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 227 s., ISBN 80-214-2562-8.
- [15] KOČMAN, Karel, PROKOP, Jaroslav. Technologie obrábění. Brno : AKADEMICKÉ NAKLADETELSTVÍ CERM, s. r. o. Brno, 2005. 270 s., ISBN 80-214-3068-0
- [16] KOČMAN, Karel. Speciální technologie. Obrábění. Brno :AKADEMICKÉ NAKLADETELSTVÍ CERM, s. r. o. Brno, 2004. 227 s., ISBN 80-214-2562-8
- [17] Obráběcí kapaliny a průmyslová maziva. MM Průmyslové spektrum.2002 [online]. [cit. 2014-4-10] Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/obrabeci-kapaliny-a-prumyslova-maziva.html>
- [18] Enviromentalizace řezného procesu a obrábění za sucha. MM Průmyslové spektrum.2002 [online]. [cit. 2014-4-10] Dostupné z:

<http://www.mmspektrum.com/clanek/enviromentalizace-rezneho-procesu-a-obrabeni-za-sucha.html>

- [19] MAŠEK, Pavel. Nakládání s odpady z tavení, slévání a přetavování neželezných kovů, Bakalářská práce. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita 2012, 47 s.
- [20] ČSN 75 7346. Jakost vod - Stanovení rozpuštěných látek. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2002.
- [21] ČSN EN 872. Jakost vod - Stanovení nerozpuštěných látek. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005
- [22] ČSN ISO 6060. Jakost vod - Stanovení chemické spotřeby kyslíku. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [23] ČSN 75 7347. Jakost vod - Stanovení rozpuštěných anorganických solí (RAS) v odpadních vodách. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [24] FEČKO, Peter. Netradiční způsoby úpravy černouhelných kalů. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2001, 149 s. ISBN 80-707-8921-2.
- [25] NOVÁČEK, Jiří. Technologie úpravy uhlí II. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2000. ISBN 70-7078-831-3.
- [26] La Mer V.K., Healy T.W. (1963) The role of filtration in investigating flocculation and re-dispersions of colloidal dispersions. J. Phys. Chem., 67, 2417.
- [27] KMEŤ, Stanislav. Flotácia: Vysokoškolská učebnica. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1992, 350 s. Edícia banickej literatúry .11-14 s., ISBN 80-050-0971-2.
- [28] Envi-pur [online]. [cit. 2014-02-21]. Dostupné z: <http://www.envi-pur.cz/cz/flotace-pro-cistirny-odpadnich-vod/>
- [29] ROUČKA, Jaromír. Metalurgie neželezných slitin, 1. vydání. Brno, akademické nakladatelství CERM, 2004, 148 s, ISBN 80-214-2790-6

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|-----------|
| <i>Obrázek 1: Princip tlakového lití.....</i> | <i>7</i> |
| <i>Obrázek 2:Odlitek po vyjmutí ze stroje ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o.</i> | <i>8</i> |
| <i>Obrázek 3:Využití obráběcí emulze ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o.</i> | <i>11</i> |
| <i>Obrázek 4:Akumulační nádrž na shromažďování odpadu ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o.</i> | <i>16</i> |
| <i>Obrázek 5:Vzorek po odebrání olejové vrstvy</i> | <i>31</i> |
| <i>Obrázek 6:Příprava roztoku Sokoflok 68.....</i> | <i>33</i> |
| <i>Obrázek 7:Experiment č.1</i> | <i>34</i> |
| <i>Obrázek 8:Výsledek experimentu č.1</i> | <i>34</i> |
| <i>Obrázek 9:Výsledek experimentu č.3</i> | <i>35</i> |
| <i>Obrázek 10:Výsledek experimentu č.4.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Obrázek 11:Výsledek experimentu č.5.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Obrázek 12:Výsledek experimentu č.6.....</i> | <i>37</i> |
| <i>Obrázek 13:Výsledek experimentu č.7.....</i> | <i>38</i> |
| <i>Obrázek 14:Výsledek experimentu č.8.....</i> | <i>39</i> |
| <i>Obrázek 15:Flotátor připraven k pokusu.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Obrázek 16:Průběh flotace č.2</i> | <i>41</i> |
| <i>Obrázek 17:Pohled na produkty flotace č. 2.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Obrázek 18:Pohled na koncentrát č. 4.....</i> | <i>42</i> |
| <i>Obrázek 19:Odpady O1, O2 a O4 (po flotaci) před filtrací.....</i> | <i>43</i> |
| <i>Obrázek 20:Filtrace odpadů O1, O2 a O4 přes filtr KA 4</i> | <i>43</i> |
| <i>Obrázek 21:Filtrace O1, O2 a O4 přes CHEZACARB.....</i> | <i>44</i> |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabulka 1: Vlastnosti přípravku na postřiky forem Chem trend typ Safety lube 7804.</i> | <i>10</i> |
| <i>Tabulka 2: Vlastnosti chladící emulze Dasnobor 4010.</i> | <i>11</i> |
| <i>Tabulka 3: Vstupní parametry vzorkovaných odpadních vod z obrábění a oplachu forem.....</i> | <i>30</i> |
| <i>Tabulka 4: Vlastnosti přípravku SNF Floquat FL42</i> | <i>31</i> |
| <i>Tabulka 5: Vlastnosti přípravku SNF Flopam SFC 45.....</i> | <i>32</i> |
| <i>Tabulka 6: Vlastnosti přípravku Sokoflok 68.....</i> | <i>32</i> |
| <i>Tabulka 7: Vlastnosti přípravku Sokoflok 26.....</i> | <i>32</i> |
| <i>Tabulka 8: Přehled vzorků a způsob jejich filtrace</i> | <i>45</i> |
| <i>Tabulka 9: Výsledky analýz jednotlivých vzorků</i> | <i>46</i> |

SEZNAM SCHÉMAT

| | |
|--|-----------|
| <i>Schéma 1: Technologické schéma linky na zpracování zaolejovaných vod.....</i> | <i>15</i> |
| <i>Schéma 2: Návrh technologie pro úpravu odpadů z obrábění a oplachu forem.....</i> | <i>18</i> |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Technický list přípravku na postřiky forem Chem trend typ Safety lube 7804

Příloha 2: Technický list chladící emulze Dasnobor 4010

Příloha 3: Technický list přípravku SNF Floquat FL42

Příloha 4: Technický list přípravku SNF Flopam SFC 45

Příloha 5: Technický list přípravku SOKOFLOK 68

Příloha 6: Technický list přípravku SOKOFLOK 26