Příspěvek k oběhovému hospodářství

Ing. Miroslav Richter, Ph.D., EUR ING

Fakulta životního prostředí Univerzity J.E.Purkyně v Ústí n.L.

miroslav.richter@ujep.cz

Anotace:

Pracovníci katedry technických věd Fakulty životního prostředí v Ústí nad Labem se podílejí na řešení praktických úkolů v průmyslových podnicích. Příkladem je slévárna KOLBENSCHMIDT, a.s. Trmice a výroba skleněných vláken pro tepelné izolace KNAUF INSULATION, s.r.o. Krupka. Hledání přijatelných technicko-technologických řešení a zároveň ekonomických je jedním ze základních úkolů našeho pracoviště.

1. Úvod

Systémy odpadového hospodářství postupným vývojem spějí k tzv. hospodářství oběhovému. Cílem je udržet maximum materiálů ve zpracovatelské a uživatelské sféře, tím co nejméně čerpat tenčící se přírodní zdroje a přitom šetřit energiemi všech druhů. Zároveň je touto cestou minimalizováno množství odpadů ukládaných do skládek.

2. Slévárna slitin hliníku

Ve slévárně firmy Kolbenschmidt Czech Republic, a.s. Trmice (KS), jsou vyráběny písty pro spalovací motory zážehové a vznětové různých rozměrů. Strojírensky opracované písty připravené k montáži jsou dodávány výrobcům motorů koncernů Volkswagen, Renault, Volvo, Fiat, Jaguar aj. Při odlévání pístů ze slitin hliníku jsou spolu s ocelovým nerezovým mezikroužkem do formy odlitku vkládány solné kroužky. Solný kroužek v hotovém odlitku pístu je výplachem vodou rozpuštěn. Tím je v pístu vytvořen kanálek pro chlazení dna pístu motorovým olejem z klikové skříně.

Solné kroužky jsou výlisky z NaCl s organickými pojivy. Celková hmotnost solného kroužku je cca 20 g/ks. Obsah NaCl je přes 95 %. Dodavateli kroužků jsou 2 firmy – jedna ze SRN a druhá z Číny. Použitá sůl se liší složením a koncentrací příměsí:

Tabulka č. 1: Výsledky XRF analýzy (% hmotnostní)

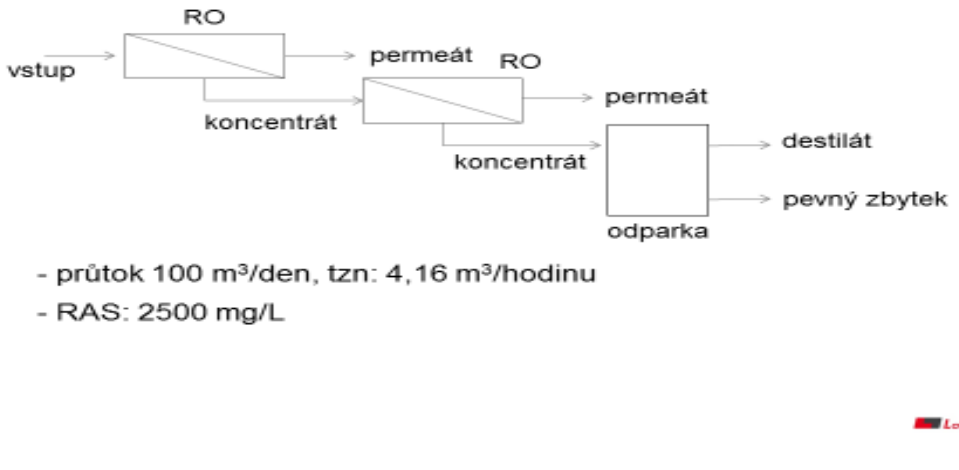
Parametr	Čína	Německo
Na	36,2	36,5
Mg	0,02	x
Al	0,05	x
Si	1,95	1,59
Cl	61,6	61,8
K	x	0,02

K výplachu solných kroužků je používána pitná voda z rozvodu závodu kvality odpovídající ČSN. Teplota vody se v průběhu roku pohybuje mezi 10 – 20 °C. Dodavatelem vody jsou Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Teplice (SčVK). Firmě KS je touto firmou předepsán limit koncentrace NaCl v odpadní vodě ve výši 1200 mg/l RAS. Limit je stanoven s ohledem na omezení poškozování betonových trub kanalizační sítě roztokem NaCl, neboť všechny odpadní vody jsou odváděny z firmy KS do městské kanalizace a ČOV v Ústí n.L.–Neštěmicích.

Výplach solného kroužku je prováděn chladnou pitnou vodou z městského rozvodu. Je realizován ve dvou krocích - 1. za tlaku 150 barů, 2. při tlaku 1,5 baru. Z výplachu je voda odváděna do sběrné nádrže, odkud je po usazení hrubých nečistot vypouštěna do kanalizačního řadu. Původně byla voda používána opakovaně - částečně cirkulovala. Skutečná koncentrace NaCl v odpadních vodách kolísá v širokém rozmezí. Horní hranice dosahuje hodnot 1400 - 2600, výjimečně i 3000 mg/l RAS. Splnění limitu je dosahováno ředěním odpadní vody pitnou vodou. Objem odpadních vod se mění dle výkonu výroby kolem 60 – 100 m^3/den. KS požadoval zpracování technologického návrhu, který by s rezervou zajistil snížení koncentrace NaCl pod stanovený limit 1200 mg/l RAS. Veškeré odpadní vody jsou z firmy KS odváděny do městské ČOV v Ústí n. L. – Neštěmicích. Je třeba dodat, že voda z proplachu pístů kromě NaCl obsahuje v menší míře organické látky i sloučeniny železa a mechanické nečistoty – nerozpustné látky (NL).

3. Navrhovaná řešení

3.1 **Firmou LAURICH s.r.o.** byla navržena dvoustupňová koncentrace zředěného roztoku ze solného výplachu reverzní osmózou (RO) s následným odpařením koncentrátu. Krystalický podíl po odstředění nebo filtraci suspenze z odparky je směsí NaCl se znečišťujícími látkami (pevný zbytek), který byl považován za odpad – viz schéma:



Celkové náklady:

- RO: 1,6 mil. Kč
- Odparka: 7,5 mil. Kč
- Předúprava - mechanický filtr: 50 000,-Kč
- Odvoz odpadu 300 000 – 400 000,-Kč / rok
- + náklady na elektrickou energii, chemikálie na čištění a provoz (závisí na kapacitě)

3.2 **Společnost TEGAMO Czech, s.r.o.,** navrhovala akumulaci a homogenizaci OV před vstupem do technologie v akumulační nádrži (AN). Z akumulační nádrže je OV přečerpávána do podtlakové destilační jednotky. K zajištění její správné funkce je v případě potřeby dávkován odpěňovač a v nastavených cyklech dochází k proplachu jednotky čistícím roztokem. OV po čištění je z jednotky vracena do AN. Do AN je současně zaústěn „odfuk" z vývěvy (horký vzduch). Jde o průtočný automatický systém čištění OV vybavený vestavěnou řídící jednotkou a LCD řídícím dotykovým monitorem. Nádrže, potrubí, armatury a ostatní technika (technologická jednotka, čerpadla, prvky měření a regulace) jsou plastové nebo nerezové. Produktem čištění tohoto druhu OV je voda v kvalitě blížící se vodě destilované, kterou je možno opětovně využít ve výrobním procesu KS a koncentrát (solanka), který je akumulován v plastových kontejnerech (IBC).
Zadavatel, firma KS, původně požadovala variantní zpracování návrhu:

A – 0,375 m^3 OV / hod., kterým odpovídají:

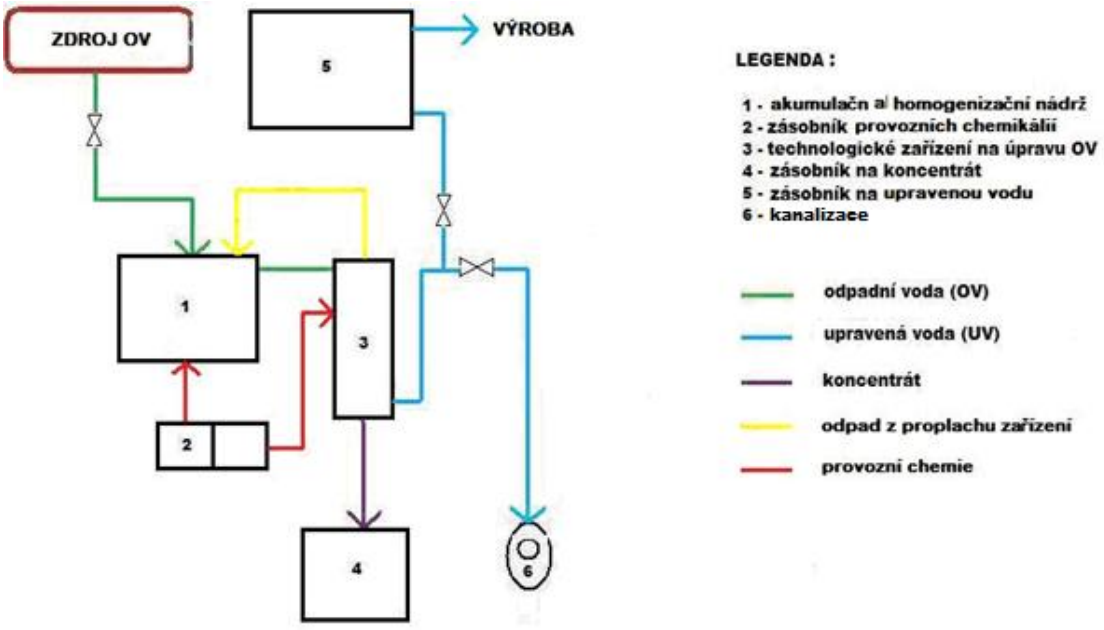
- Investiční náklady: 3,76 mil. Kč
- Provozní náklady: 4,46 mil.Kč/rok

B – 0,560 m^3 OV / hod. (2 linky)

- Investiční náklady: 7,52 mil. Kč
- Provozní náklady: 5,64 mil. Kč/rok

Pro jedno zařízení je nutný zastavěný prostor 8 x 5 x 4 m
Cenová nabídka je bez DPH, montáže a bez příslušenství při FPD 8000 hod./rok.

Technologické schéma



3.3 Firma MemBrain s.r.o., Stráž pod Ralskem, rovněž navrhla využití technologie reverzní osmózy. Zadavatel si vyžádal oproti původnímu návrhu kvalitu permeátu RO o max. hodnotě RAS 1200 mg/l. Princip technologie RO však neumožňuje takovou kvalitu produktu, proto byla navržena technologie s by-passem. Přibližně 65 % surové vody bude zpracováno technologií RO a permeát RO bude poté opětovně míchán se surovou vodou.
Pro zpracování 1,6 m3/hod odpadní vody byla navržena dvoustupňová jednotka reverzní osmózy (RO) s jedním průchodem přes membránu. Podrobná cenová nabídka u RO není uvedena.
Toto uspořádání je obdobou návrhu 2.1 firmy LAURICH s.r.o. Produkovaný koncentrát je rovněž zahušťován na odparce. Zahuštění je buď do kašovité konzistence (cena cca 179 tis. EUR, tj. 4,8 mil. Kč) nebo mokrých krystalů. Pak je cena odparky 278 tis. EUR, tj. 7,5 mil. Kč.

4. Hodnocení nabídek 3.1 - 3

- Společnost TEGAMO Czech, s.r.o. předpokládá zahušťování roztoků odpadních vod jen odpařováním, což s ohledem na růst cen energií významně zatíží provozní náklady.
- Lze předpokládat, že investiční náklady, ale i provozní náklady technologií LAURICH a MemBrain budou řádově srovnatelné.
- Žádnou z dodaných technologií nebylo řešeno sušení krystalů, jejich balení a skladování, což dále zvyšuje investiční náklady. To se promítá do prodloužené doby návratnosti.
- Ve všech případech je nutné navíc počítat kolem technologického zařízení s manipulačním prostorem pro potřeby údržby zařízení a manipulací s krystaly.
- Zastavěná plocha a zastavěný prostor je ve všech případech větší, než odpovídá dle vyjádření zástupců KS dispozicím ve stávajících provozních halách. Jakékoliv přístavby stávajících objektů realizaci dále prodražují!
- Zůstala otevřená možnost prodeje získané soli a tím snížení provozních nákladů dobropisem.

5. Kolbenschmidt - další prověřované varianty

5.1 Reverzní osmózou lze získat koncentrát roztoku NaCl. Teoreticky by byl zpracovatelný rtuťovou elektrolýzou solanky ve Spolku pro chemickou a hutní výrobu a.s. Ústí n.L. Spolek ale od roku 2017 přejde na membránovou technologii výroby chlóru a hydroxidu sodného. Ta vyžaduje řádově vyšší čistotu roztoku NaCl s nečistotami na úrovni hluboko pod 1,0 ppm. S ohledem na požadovanou kvalitu NaOH nepřipadá v úvahu kolísání množství a složení koncentrátu roztoku NaCl z jiného zdroje.
5.2 Dlouhodobé a plynulé uplatnění koncentrátu – roztoku NaCl z reverzní osmózy v jiné výrobě, u jiného odběratele není dle dostupných znalostí možné.
5.3 Sezónní uplatní roztoku NaCl, např. v zimním období na ošetření vozovek, situaci neřeší.
5.4 Nabízí se varianta ředění proplachové vody vodou říční (labskou vodou) s cílem snížení koncentrace NaCl. Říční voda je výrazně levnější, proto její užití proti stávajícímu ředění pitnou vodou je ekonomičtější. Tato voda je z Labe čerpána do sousedící úpravny vody Teplárny Trmice.
5.5 Jelikož vyšší objem odpadních vod dle b. 2. je spojen se vzrůstem stočného, je otázkou, zda by nebylo možné vypouštění vod z proplachu solných kroužků spolu s dešťovou vodou přímo do vod povrchových – řeky Bíliny po odstranění NL, kontrolou vodivosti a pH. Solnost způsobená NaCl stejně není v ČOV řešena!

6. Knauf Insulation, s.r.o. Krupka

Tepelně-izolační pásy ze skleněných vláken jsou chlazeny vzduchem a následně impregnovány organickými látkami na bázi rostlinných škrobů. Odpadní vzduch je zbavován znečišťujících tuhých a plynných složek mokrou vypírkou. Vznikající kaly jsou zbavovány pevné fáze na bubnovém filtru. Filtrační koláč je shromažďován v kontejnerech periodicky vyvážených na skládku tuhých odpadů. Dle vydaného Osvědčení nevykazuje tento odpad žádnou nebezpečnou vlastnost a je evidován pod kódem 10 11 20. Zastoupení anorganických sloučenin v kalu je uvedeno v Tabulce č. 2:

Tabulka č. 2
Analýza vzorku kalu (10734/2016)

Formula	Concentration	Formula	Concentration
SiO2	67,1 %	Si	31,4 %
Na2O	13,7 %	Na	10,2 %
CaO	11,8 %	Ca	8,41 %
MgO	3,53 %	Mg	2,13 %
SO3	1,20 %	Al	0,602 %
Al2O3	1,14 %	Fe	0,502 %
Fe2O3	0,718 %	S	0,480 %
K2O	0,512 %	K	0,425 %

TiO2	640 PPM	Cl	428 PPM
Cr2O3	613 PPM	Cr	419 PPM
ZnO	475 PPM	Ti	384 PPM
Cl	428 PPM	Zn	382 PPM
ZrO2	169 PPM	Zr	125 PPM
MnO	149 PPM	Mn	115 PPM
CuO	110 PPM	Sr	88,1 PPM
SrO	104 PPM	Cu	87,7 PPM
NiO	67,7 PPM	Rb	55,7 PPM
Rb2O	61,0 PPM	Ni	53,2 PPM

Ztráta sušením (105 ^{o}C): 49,19 %
Ztráta žíháním (ze sušiny): 16,29 %

Ztráta sušením odpovídá odparu volné vody. Ztráta žíháním odpovídá obsahu organických sloučenin užitých k impregnaci tepelně-izolačních rolí nebo desek (matrací). Dle ústního sdělení se jedná o rostlinné škroby. Kal na výstupu z bubnového filtru byl v tzv. rypném stavu, je nelepivý a prakticky bez obsahu skleněných vláken. SiO_2 a další přítomné látky pocházejí jen ze sklářského kmene.

7. Kaly – KNAUF INSULATION

Dle kontrolního šetření na místě vzniku kalu, výsledky chemické analýzy a přiměřeného obsahu vody se nabízelo zapracování kalu do keramické hmoty. Na základě realizované nabídky je připraveno dávkování kalu do výroby cihel. Úspěšná jednání s firmou HELUS, v.o.s. Libochovice, vedla k možnosti zapracování kalů do cihlářské hmoty po technologickém odzkoušení včetně kontroly nasákavosti a pevnosti cihel v tlaku.

Před tvarováním cihel prochází veškerá cihlářská hmota dvoustupňovým mletím spojeným s homogenizací materiálu. S ohledem na kapacitu cihelny do 2000 t zboží/den a produkovanému množství kalu do 30 t/měsíc tato možnost zpracování kalu nečiní žádný problém. Je vhodné dodat, že do cihel jsou také zapracovávány kaly z papírny MONDI, a.s. Štětí. Jako ostřivo je s výhodou používána škvára z uhelných kotlů, kde příznivě působí nedopal, na místo dříve užívaných elektrárenských popílků. Původně byly také pro zvýšení porozity cihlářských výrobků užívány piliny, hobliny a třísky. Ale proměnný obsah vlhkosti komplikoval kinetiku sušení výlisků. Proto se od jejich užívání upustilo.

8. Závěry

Maloodpadové technologie jako nezbytná součást oběhového hospodářství jsou velmi náročné na strojně-technologické zařízení, investiční i provozní náklady a logistické zabezpečení.
Dosud relativně nízké ceny surovin s vysokými nároky na kvalitu konečných výrobků, bezpečnost a hygienu práce do značné míry brání jejich uplatnění v praxi.

8.1 V současné době není problémem získání nabídky kvalitního a spolehlivého strojně-technologického zařízení vhodného pro nakládání s odpadními materiály. Zásadním problémem ale je návratnost vložených investičních prostředků zejména při růstu spotřeb a cen všech forem energií i surovin.

8.2 Významným parametrem jsou rovněž nároky na zastavěné plochy a obestavěný prostor pro dodatečně instalovaná zařízení.

8.3 Při zapracování odpadních hmot do jiných výrobků musí být garantována kvalita výsledného produktu definovaná normami (ČSN, ISO) nebo smlouvami mezi dodavatelem a odběratelem. Právě kvalita konečných výrobků hraje na trhu klíčovou roli.

8.4 Růst dopravních nákladů si vynucuje hledání spolupracujících organizací v nejbližším okolí. Je-li dopravován odpad, musí být i přepravce držitelem oprávnění k nakládání s odpady.

9. Použitá literatura

9.1 Büchner W. a kol.: Průmyslová anorganická chemie, SNTL Praha, 1991

9.2 Kuráň P., Richter M.: Kolbenschmdt – snížení koncentrace NaCl v odpadních vodách, Technologická zpráva, Ústí n.L., 2015

9.3 Richter M.: Zápisy a poznámky z jednání ve firmách KNAUF INSULATION, KOLBENSCHMIDT a HELUZ.

9.4. Richter M.: Technologie ochrany životního prostředí, část I a II, skripta FŽP UJEP, Ústí n.L., 2004