UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

38 083

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C02F 1/26 (2023.01)
C02F 1/58 (2023.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2024-42059**
(22) Přihlášeno: **24.06.2024**
(47) Zapsáno: **27.08.2024**

(73) Majitel:
TERMIZO a.s., Liberec, Liberec VII-Horní Růžodol, CZ
DEKONTA, a.s., Dřetovice, CZ
Ústav chemických procesů AV ČR, v. v. i., Praha 6, Lysolaje, CZ

(72) Původce:
Ing. Josef Jadrný, Ph.D., Liberec, Liberec II-Nové Město, CZ
Ing. Pavel Mašín, Ph.D., Praha 6, Vokovice, CZ
Ing. Michal Šyc, Ph.D., Praha 3, Strašnice, CZ
Ing. Ekaterina Korotenko, Praha 3, Žižkov, CZ

(74) Zástupce:
artpatent, advokátní kancelář s.r.o., Dukelských hrdinů 976/12, 170 00 Praha 7, Holešovice

(54) Název užitného vzoru:
Zařízení pro získávání solí a kovů z technologických vod z vypírky spalin ze zařízení pro energetické využití odpadů

CZ 38083 U1

Úřad průmyslového vlastnictví v zápisném řízení nezjišťuje, zda předmět užitného vzoru splňuje podmínky způsobilosti k ochraně podle § 1 zák. č. 478/1992 Sb.

Zařízení pro získávání solí a kovů z technologických vod z vypírky spalin ze zařízení pro energetické využití odpadů

Oblast techniky

Technické řešení se týká oblasti dekontaminace, konkrétně zařízení pro získávání solí a kovů z technologických vod z vypírky spalin tzv. „Quench“ ze zařízení pro energetické využití odpadů.

Dosavadní stav techniky

Spalovna odpadů je technologické zařízení, sloužící ke odstranění odpadu. Dříve se na spalovny pohlíželo jenom jako na zařízení pro odstraňování odpadů, nyní se však spalovny mohou významným způsobem podílet i na recyklaci. Zařízení pro energetické využití odpadů neboli ZEVO je moderní zařízení, ve kterém dochází k vysokoúčinné přeměně tepla obsaženého v jinak už nevyužitelném komunálním odpadu na elektrickou a tepelnou energii, které jsou pak dodávány do veřejných sítí. Zatímco běžná spalovna slouží pouze k likvidaci odpadů, v zařízení pro energetické využití odpadů dochází jejich termickým využitím k výrobě tepelné a elektrické energie.

Popílky či pevné zbytky z čištění spalin jsou vedlejším produktem vznikajícím v zařízeních pro energetické využití odpadů, které vyžadují další zpracování. Popílek je obecně tvořen jemnými tuhými částicemi, unášenými spalinami ze spalovací komory a je zachycován v rámci čištění spalin pomocí elektrostatických odlučovačů nebo rukávových filtrů. Popílek obsahuje vysoký podíl rozpustných solí, řadu těkavých těžkých kovů, jako jsou Zn, Pb, Cu, Cd apod., a je proto klasifikován jako nebezpečný odpad a představuje značný environmentální problém. V současné době jsou popílky nejčastěji ukládány do podzemních uložišť např. do solných dolů nebo jsou po předúpravě ukládány na skládku příslušné kategorie odpadu.

Jsou známé ale i jiné způsoby nakládání s popílky, mezi které patří opětovné získávání materiálů, jako jsou kovy, soli, vzácné kovy a další cenné prvky, avšak kovy vázané v matrici materiálu popílku nejsou těmito způsoby získatelné. Pro tyto účely je nutno použít hydrometalurgické nebo bioloužení, proto jedním z řešení problému je vyloužení prvků z matrice popílku pomocí kyselých nebo alkalických roztoků s následnou separací např. pomocí srážení. Existuje řada technologií extrakce kovů z popílků, ale většina z nich je zkoumána pouze v laboratorním měřítku.

Jednou ze známých technologií pro zpracování popílku je kyselá vypírka spalin s komerčním názvem FLUWA. Podstatou technologie FLUWA je to, že pomocí kyselé technologické vody nazývané též Quench z prvního stupně mokrého čištění spalin jsou popílky extrahovány v extrakční jednotce při pH = 3,5 a poměru kapalné fáze a pevné fáze L/S = 10, po dobu cca 40 min. Následně je extrakt zpracováván alkalizací v alkalizační nádrži v prvním kroku srážení $Ca(OH)_2$, ve druhém kroku Na_2S a v posledním kroku dochází ke koagulaci pomocí $FeCl_3$. Vzniklý kal je odvodňován na sítopásovém lisu a odvážen jako nebezpečný odpad. Nevýhody tohoto řešení spočívají zejména v tom, že výsledná vyčištěná voda obsahuje celou řadu solí, které vytékají ze zařízení a nedochází k jejímu odsolení. V žádném kroku zpracování popílku se neřeší odstranění rtuti, která se v popílku běžně vyskytuje, ani odstranění kovů jako je kadmium, olovo, měď, zinek, železo. Navíc je účinnost extrakce popílku značně proměnlivá a vykazuje poměrně nízké účinnosti. Provedení alkalizace neumožňuje znovuvyužití kovů, které přecházejí bez užitku do kalu, který je po úpravě skládkován.

Úkolem technického řešení je proto vytvoření takového zařízení pro získávání solí a kovů z technologických vod z vypírky spalin tzv. Quench ze zařízení pro energetické využití odpadů, které by odstraňovalo výše uvedené nedostatky, které by účinně odstraňovalo z prvního stupně

vypírky spalin rtuť a dále kovy jako je měď, zinek, kadmium, železo či olovo, a ve kterém by docházelo k účinné a efektivní extrakci popílku a jeho alkalizaci.

Podstata technického řešení

Vytčený úkol je vyřešen pomocí zařízení pro získávání solí a kovů z technologických vod z vypírky spalin ze zařízení pro energetické využití odpadů podle tohoto technického řešení. Zařízení zahrnuje extrakční jednotku opatřenou vstupním potrubím pro přívod technologické vody z prvního stupně vypírky spalin tzv. Quench, vstupním potrubím pro přívod surového popílku a výstupním potrubím pro odvod extraktu. Zařízení dále zahrnuje alkalizační nádrž napojenou na výstupní potrubí pro odvod extraktu a opatřenou výstupním potrubím pro odvod alkalizovaného extraktu.

Podstata technického řešení spočívá v tom, že alkalizační nádrž je opatřena dávkovačem hydroxidu sodného a prvním filtrem napojeným na výstupní potrubí pro odvod alkalizovaného extraktu a opatřeným výstupním potrubím pro odvod filtračního koláče s obsahem zinku a výstupním potrubím pro odvod filtrátu alkalizovaného extraktu. Oproti známému dvoustupňovému kroku alkalizace je tato část řešení optimalizována přídavkem hydroxidu sodného pro úpravu pH na hodnotu 8 v jednom kroku. Alkalizací je získán kal neboli filtrační koláč s obsahem zinku v sušině kolem hodnot 30 až 33 % hmotn., což představuje již použitelný materiál pro následné zpracování.

Zařízení dále zahrnuje odsolovací jednotku napojenou za první filtr na výstupní potrubí pro odvod alkalizovaného extraktu a opatřenou výstupním potrubím pro odvod odsolené vyčištěné vody a výstupním potrubím pro odvod koncentrovaných solí. Jedná se o zcela nový technologický krok v čištění technologických vod z vypírky spalin, kdy je odsolována vyčištěná voda s obsahem chloridů kolem 50 g/l. Získaná směs koncentrovaných solí splňuje vyhlášku TP116 Ministerstva dopravy a lze ji požívat jako posypové soli k údržbě vozovek.

Zařízení ve výhodném provedení zahrnuje vakuový filtr napojený na výstupní potrubí pro odvod extraktu a opatřený výstupním potrubím pro odvod kalu a výstupním potrubím pro odvod filtrovaného extraktu. Odvádění kalu po extrakci zajišťuje vyšší míru čištění technologických vod z vypírky spalin.

Ve výhodném provedení zařízení dále zahrnuje cementační jednotku uspořádanou mezi vakuovým filtrem a alkalizační nádrží, která je napojená na výstupní potrubí pro odvod filtrovaného extraktu z vakuového filtru. Cementační jednotka je s výhodou opatřená dávkovačem práškového zinku, výstupním potrubím pro odvod cementovaného extraktu a druhým filtrem napojeným na výstupní potrubí pro odvod cementovaného extraktu s koncentrátem zinku. Druhý filtr je opatřený výstupním potrubím pro odvod cementátu a výstupním potrubím pro odvod filtrovaného cementovaného extraktu. Cementace kovů v cementační jednotce představuje zcela nový technologický krok v čištění technologických vod z vypírky spalin, kdy je snaha vyloučit maximální množství kovů extrahovaných z popílku do roztoku do vhodného koláče neboli koncentrátu neboli cementátu. Cílem je zkoncentrovat kovy tak, aby jejich koncentrát mohl být dále využit. Cementace je metoda, využívající vylučování ušlechtilejších kovů z roztoku přídavkem málo ušlechtilého kovu, který se rozpouští, dle hodnoty elektrodového potenciálu. Zde se do míchané cementační jednotky dávkuje práškový Zn z násypky a šnekového podavače, který se sice rozpouští, ale který pak bude odstraňován v navazujícím kroku alkalizace. Po kroku cementace následuje filtrace na vhodném automatickém druhém filtru, kalolisu, kde se odstraňuje vyloučený kovonosný koláč s obsahem Cu, Pb, Cd, Zn, Fe.

Ve výhodném uspořádání zařízení dále zahrnuje adsorpční jednotku pro záchyt rtuti uspořádanou před extrakční jednotkou opatřenou vstupním potrubím pro přívod technologické vody a výstupním potrubím pro odvod bezrtuťové technologické vody zaústěným do extrakční jednotky. Odstranění rtuti z technologické vody z prvního stupně vypírky spalin z tzv. Quenche je nezbytné

z důvodu nutnosti prevence kontaminace dalších proudů technologické vody. V případě redukčního prostředí při kyselé extrakci by docházelo k cementaci rtuti do cementovaného extraktu, tedy do vylouženého popílku. V případě oxidačního prostředí při extrakci pak rtuť přejde do extraktu a následně by kontaminovala produkty cementace zinkem.

Extrakční jednotka je s výhodou opatřená dávkovačem peroxidu vodíku, což představuje optimalizaci kyselé extrakce popílku. Do extrakční jednotky bylo integrováno dávkování peroxidu vodíku za účelem zvýšení oxidačně redukčního potenciálu ORP na hodnoty 300 až 500 mV, při kterých již dochází k efektivní extrakci kovů z louženého popílku a současné účinnosti byly zvýšeny v kontinuálním provozu na průměrné hodnoty 28 % pro Pb, 30 % pro Cu a 55 % pro Zn. Původní účinnosti byly 10 až 20 %.

Zařízení dále zahrnuje elektrokoagulační jednotku napojenou na výstupní potrubí pro odvod alkalizovaného extraktu a opatřenou výstupním potrubím pro odvod vyčištěné vody a dále také zahrnuje iontoměnič napojený na výstupní potrubí pro odvod vyčištěné vody a napojený do odsolovací jednotky. Elektrokoagulací jsou odstraňovány Zn, Pb, Cu a pro úplně precizní odstranění kovů na meze stanovitelnosti byl přidán iontoměnič, čímž je voda zbavena všech kovových prvků.

Výhody zařízení pro získávání solí a kovů z technologických vod z vypírky spalin ze zařízení pro energetické využití odpadů podle tohoto technického řešení spočívají zejména v tom, že kromě známých benefitů dále účinně odstraňuje z prvního stupně vypírky spalin z tzv. Quenche rtuť, kovy jako je měď, zinek, kadmium, železo či olovo, a v tom, že došlo k optimalizaci a zefektivnění již známých kroků extrakce popílku a jeho alkalizace.

Objasnění výkresů

Uvedené technické řešení bude blíže objasněno pomocí připojených výkresů, ve kterých:

obr. 1 znázorňuje schéma zařízení; a
obr. 2 znázorňuje schéma zařízení s předřazenou adsorpční jednotkou pro záchyt rtuti.

Příklad uskutečnění technického řešení

Na obr. 1 a obr. 2 je znázorněno schéma zařízení 1 pro získávání solí a kovů z technologických vod z vypírky spalin ze zařízení pro energetické využití odpadů podle tohoto technického řešení. Technologická voda z prvního stupně vypírky spalin tzv. Quench vstupuje do zařízení 1 vstupním potrubím 3 pro přívod technologické vody, a to rovnou do extrakční jednotky 2, jak je znázorněno na obr. 1. Na obr. 2 je před extrakční jednotkou 2 předřazena adsorpční jednotka 17 pro záchyt rtuti, do které je zaústěno vstupní potrubí 3 pro přívod technologické vody, a ze které je vyústěno výstupní potrubí 18 pro odvod bezrtuťové technologické vody vstupující do extrakční jednotky 2.

Na základě laboratorních výsledků byla navržena poloprovozní adsorpční jednotka 17 pro záchyt rtuti neboli pro odloučení Hg z quenchové vody tedy technologické vody z prvního stupně vypírky spalin. Adsorpční jednotka 17 byla pro konstrukční jednoduchost navržena ze dvou nádob bez možnosti proplachu. První nádoba o objemu 30 l byla naplněna kyselým katexem PUROLITE C 100 E na bázi sulfonovaném polystyrénu o velikosti částic 0,3 až 1,2 mm. Tato nádoba sloužila k ochraně drahého sorbentu a zároveň jako filtr pevných částí. Při nestandartních stavech provozu zařízení pro energetické využití odpadů mohou pevné částice procházet až do prvního stupně mokré vypírky. Pokud by došlo k zanesení první nádoby, bylo počítáno s výměnou náplně. Druhá nádoba byla naplněna nejprve 10 l kyselým katexem PUROLITE C 100, dále 20 l sorbentu, resp. iontoměnič Lewatit a 10 l kyselým katexem. Adsorpční jednotka 17 pracovala při průměrné

provozní teplotě 65 °C a průtoku 350 l/h. Celková produkce quenchové vody se pohybuje v rozmezí 1000 až 1200 l/h.

Poloprovozní testování probíhalo celkem 24,5 dne. Průtok byl nastaven na 350 l/h, celkem bylo zpracováno 205,8 m^3 kyselé quenchové vody. Běžná koncentrace rtuti na vstupu se pohybovala na úrovni 5 mg/l, po průchodu adsorpční jednotkou 17 klesla koncentrace na 0,09 mg/l. Během experimentu byla zaznamenána koncentrace rtuti 59,5 mg/l, vypouštěná hodnota následně vzrostla na 3 mg/l. Tento poznatek vede k nutnosti dvoustupňové sorpce při provozním uspořádání zařízení 1. Koncentrace Hg ve vyčištěné „bezrtuťové“ Quench vodě začínala narůstat až po dosaženém L/S 10290, tedy sorbentem protekl zhruba 10.000 x větší objem oproti objemu sorbentu. Poté by bylo nutné sorbent vyměnit.

Z adsorpční jednotky 17 vstupuje technologická voda zbavená rtuti do extrakční jednotky 2, kde je mísen popílek s vodou z quenche, tj. prvního stupně pračky spalin zbavené rtuti. Popílek je ze sila 27 popílku podáván pomocí turniketu Schäffer s kapacitou 22 m^3/hod a výkonem motoru 0,75 kW do vážní nádoby. Vážní systém je konstruovaný firmou Caliba. Vážní nádoba má objem 500 dm^3. Z vážní nádoby je popílek dopravován do vstupního potrubí 4 pro přívod surového popílku do extrakční jednotky 2 šnekovým dopravníkem o výkonu 100 až 600 kg/hod. Výkon motoru šnekového dopravníku je 1,1 kW.

Pro účinnou extrakci popílku jsou potřeba celkem tři nádrže zapojené sériově, nádoby jsou spojeny vyspádovanými přetokovými žlaby. Extrakční nádrže jsou 1765 mm vysoké s vnitřním průměrem 1300 mm. To odpovídá jmenovitému objemu 1,7 m^3 a užitnému objemu 1 m^3. Na každé nádrži je přišroubovaná traverza s odnímatelným štítem pro chycení míchadla. Míchání se provádí křížovým míchadlem namontovaným na nádržích. Každé míchadlo je opatřeno dvěma lopatkami, počet otáček míchadla je 124 za minutu. Míchadlo je poháněno plochým převodovým motorem o výkonu 2,2 kW. Extrakce probíhá při teplotě zhruba 65 °C, krátkodobě může teplota dosáhnout 75 °C. při stálém míchání po dobu 90 min. pH roztoku se udržovalo na hodnotě 3,50 ± 0,05.

Do extrakční jednotky 2 je zaústěn dávkovač 19 peroxidu vodíku, který je tvořen dávkovacím čerpadlem H_2O_2, které bylo propojené s ORP elektrodou a řídícím PLC panelem. ORP elektroda je umístěna ve výstupním žlabu z první extrakční nádrže a slouží jako řídící jednotka pro sepínání čerpadla pro dávkování peroxidu v případě poklesu ORP pod nastavenou hodnotu.

Z extrakční jednotky 2 vychází extrakt výstupním potrubím 5 pro odvod extraktu, který je zaústěn do vakuového filtru 6, ze kterého je odváděn kal výstupním potrubím 21 pro odvod kalu. Na základě poměru obsahu nerozpustných prvků je předpokládána průměrná rozpustnost popílku během extrakce 20 % hmotn. Maximální dosažená účinnost během extrakce v reálných podmínkách byla 28 % pro Pb, 30 % pro Cu a 55 % pro Zn. V laboratorních podmínkách pak bylo dosaženo těchto účinností 60 % Zn a 50 % Pb a Cu. Dle očekávání tedy není možné dosáhnout účinností z laboratorních podmínek v reálném provozu s výrazně variabilními proudy. Z vakuového filtru 6 odchází filtrovaný extrakt výstupním potrubím 22 pro odvod filtrátu extraktu do cementační jednotky 14.

Byla provedena cementace optimalizovaného extraktu pomocí práškového zinku v cementační jednotce 14. Zinek byl do cementační jednotky 14 dodáván z dávkovače 15 práškového zinku. Cementace probíhala po dobu 15 minut za stálého míchání. Na každých 300 l extraktu bylo přidáno 180 g Zn. Celkem byly provedeny čtyři opakování cementace. Po reakci byl extrakt odveden výstupním potrubím 26 pro odvod cementovaného extraktu do kalolisu, kde byl zfiltrován, což je druhý filtr 25. Filtrační koláč neboli cement byl promyt vodou a dále sušen vzduchem po dobu 10 minut a opouští druhý filtr 25 výstupním potrubím 16 pro odvod cementátu.

Extrakt před cementací obsahoval kolem 45 mg/l Cd, 12 mg/l Pb a 3 mg/l Ni; obsah Cu je pod limitem detekce. Běžný obsah těchto prvků v extraktu je 25,4 až 47,6 mg/l Cd, méně než 10 mg/l Pb a méně než 3 mg/l Cu a 0,548 až 1,19 mg/l Ni. Pomocí cementace bylo odstraněno

skoro 100 % Cd a přes 95 % Pb (obsah Pb ve výstupním extraktu je taky pod LOD). Účinnost cementace Ni je kolem 5 %. Během cementace také došlo ke srážení 90 % Al (obsah Al ve výstupním extraktu je taky pod LOD).

Výstupní cementát opouští druhý filtr 25 výstupním potrubím 16 pro odvod cementátu a skládá se zejména z metalického Zn (kolem 40 % hmotn.), Ca (3,6 % hmotn.), Al (2,6 % hmotn.), K (1,4 % hmotn.), Cd (2,7 % hmotn.) a Pb (1,2 % hmotn.). Vysoký obsah Zn svědčí o výrazně nadstechiometrickém přídavku cementačního činidla. Do 300 l extraktu bylo přidáno 180 g metalického Zn. Dle skutečného složení extraktu by na cementaci Cu, Pb, Cd a Ni by stačil přídavek 9,0 g (20x nižší množství). Extrakt zbavený cementátu vychází z druhého filtru 25 do alkalizační nádrže 7 výstupním potrubím 29 pro odvod filtrátu cementovaného extraktu.

Byla provedena alkalizace výstupního extraktu po cementaci v alkalizační nádrži 7. Alkalizace se prováděla pomocí 50% roztoku NaOH za stálého míchání, který je do alkalizační nádrže 7 dodáván z dávkovače 10 hydroxidu sodného. Cílová hodnota pH 9 a doba reakce 4 hodiny. Spotřeba alkalizačního činidla 12,0 l na 970 l extraktu. Byly odebrány vzorky zalkalizovaného extraktu a filtračního koláče. Alkalizovaný extrakt je z alkalizační nádrže 7 odváděn výstupním potrubím 23 pro odvod alkalizovaného extraktu do prvního filtru 24. Obsah Zn ve filtračním koláči z prvního filtru 24 bez proplachu a sušení je 21 % hmotn. a je odváděn z prvního filtru 24 výstupním potrubím 20 pro odvod filtračního koláče s obsahem zinku. Pomocí proplachu a sušení lze odstranit rozpustné látky (Ca, K a Na, Cl^-) a zvýšit obsah Zn přibližně o 10 % hmotn. na hodnotu 30 až 33 % hmotn.

Následně je filtrát alkalizovaného extraktu veden z prvního filtru 24 výstupním potrubím 30 pro odvod filtrátu alkalizovaného extraktu do elektrokoagulační jednotky 8 a iontoměniče 28. V elektrokoagulační jednotce 8 probíhá rozpouštění Fe elektrod, průchodem stejnosměrného elektrického proudu, čímž jsou do čištěné vody uvolňovány Fe^{2+}/Fe^{3+} ionty v podobě vloček, na kterých dochází k adsorpci zbytkových koncentrací kovů – zejména Zn, ale rovněž Pb, Cu a Cd. Vločky procházejí procesem míchání, jež zajišťuje intenzifikaci celého procesu a spolu s dávkovaným flokulantem pomáhá jejich agregaci za vzniku kompaktních aglomerátů, které jsou při sedimentaci oddělovány od čištěné vody.

Elektrokoagulační jednotka 8, navržená na průtok 4000 l/hod, je tvořena baterií paralelně zapojených šesti cel, jež každá obsahuje anodický a katodický blok deskových železných elektrod (7 + 7 desek rozměru 960 x 100 s 6 mm), připojených ke zdroji stejnosměrného proudu 120 A, 80 V. Po opuštění cely prochází čištěná voda první míchanou nádrží o objemu 200 l a otáčkách 100 RPM, do níž je dávkován flokulant, a druhou míchanou nádrží o objemu 2 m^3 (20 až 30 PRM), nakonec následuje sedimentace v nádrži 30 m^3 se spodním odtahem kalu.

Vyčištěná voda z elektrokoagulační jednotky 8 obsahuje především zbytkové koncentrace Fe 2 až 3 mg/l, a Zn 1,0 mg/l, které je nutné ještě snížit pod 0,3 mg/l, a proto je zařazen filtr s náplní iontoměniče 28. Použitý iontoměnič 28 představuje běžný komerční produkt, zde pracuje v katexovém cyklu, kdy jsou zmíněné kovy vyměněné za H^+ protony. Vyčištěná voda, odcházející z iontoměniče 28 je vedena do odsolovací jednotky 11. Pro odsolování byla použita odparka, kde probíhalo odpařování ve vodní lázni. Chladič byl připojen na zdroj pitné vody z řadu, o teplotě 16 °C. Teplota vodní lázně pro odpar byla vždy nastavena na 80°C. Tato hodnota vycházela z předpokladu, že se v provozním režimu budou využívat kondenzáty z technologie energetického využívání odpadů, nebo vratky horkovodů z centrálního vytápění města. Odpařované množství vzorku bylo vždy 200 ml. Podtlak byl nastaven na 200 mbar. Čas odpařování byl nastaven tak, aby byl roztok zahuštěn na cca 10 až 20 ml, což odpovídalo jeho 10 až 20násobnému zkoncentrování. Poté byla směs krystalů a vody přelita do vzorkovnice a odpaření proběhlo v sušárně při 105 °C po dobu 3 hod. Proces simuloval dvoustupňovou kolonu, která je zamýšlená pro provozní aplikaci.

V kapalných vzorcích vyčištěné vody byly stanoveny pH a vodivost. V kapalných vzorcích byl stanoven obsah rozpuštěných látek a dále byly stanoveny tyto kovy Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd,

Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Sr, Ti, Tl, V, Zn. Dále bylo provedeno stanovení obsahu aniontů (Cl^-, NO_2^-, SO_4^{2-}, NO_3^-, F^-) pomocí kapilární zónové elektroforézy a dle výsledků je možné připravenou sůl aplikovat při zimní údržbě vozovek. Z odsolovací jednotky 11 tedy vystupuje vyčištěná odsolená voda výstupním potrubím 12 pro odvod vyčištěné odsolené vody a koncentrované soli opouští odsolovací jednotku 11 výstupním potrubím 13 pro odvod koncentrovaných solí.

Průmyslová využitelnost

Zařízení pro získávání solí a kovů z technologických vod z vypírky spalin Quench ze zařízení pro energetické využití odpadů podle tohoto technického řešení lze využít jako optimalizační krok v již známém kroku čištění technologické vody z prvního stupně vypírky spalin. Zařízení je využitelné v odvětví „waste to energy“, kdy je současnou praxí nutné odvážet vzniklé popílky na skládku nebezpečných odpadů. Zařízení extrahuje toxické kovy a testováním byla zjištěna negativní nebezpečná vlastnost HP14 ekotoxicita, která je pro hodnocení nebezpečnosti takových odpadů kritická.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení (1) pro získávání solí a kovů z technologických vod z vypírky spalin ze zařízení pro energetické využití odpadů, zahrnující extrakční jednotku (2) opatřenou vstupním potrubím (3) pro přívod technologické vody z prvního stupně vypírky spalin, vstupním potrubím (4) pro přívod surového popílku a výstupním potrubím (5) pro odvod extraktu, a alkalizační nádrž (7) napojenou na výstupní potrubí (5) pro odvod extraktu a opatřenou výstupním potrubím (23) pro odvod alkalizovaného extraktu, **vyznačující se tím**, že alkalizační nádrž (7) je opatřena dávkovačem (10) hydroxidu sodného a prvním filtrem (24), napojeným na výstupní potrubí (23) pro odvod alkalizovaného extraktu a opatřeným výstupním potrubím (20) pro odvod filtračního koláče s obsahem zinku a výstupním potrubím (30) pro odvod filtrátu alkalizovaného extraktu; a že zařízení (1) dále zahrnuje odsolovací jednotku (11), napojenou za první filtr (24) a opatřenou výstupním potrubím (12) pro odvod odsolené vyčištěné vody a výstupním potrubím (13) pro odvod koncentrovaných solí.

2. Zařízení (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje vakuový filtr (6) napojený na výstupní potrubí (5) pro odvod extraktu a opatřený výstupním potrubím (21) pro odvod kalu a výstupním potrubím (22) pro odvod filtrátu extraktu

3. Zařízení (1) podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje cementační jednotku (14) uspořádanou mezi vakuovým filtrem (6) a alkalizační nádrží (7) napojenou na výstupní potrubí (22) pro odvod filtrátu extraktu.

4. Zařízení (1) podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že cementační jednotka (14) je opatřená dávkovačem (15) práškového zinku, výstupním potrubím (26) pro odvod cementovaného extraktu a druhým filtrem (25) napojeným na výstupní potrubí (26) pro odvod cementovaného extraktu, přičemž druhý filtr (25) je opatřený výstupním potrubím (16) pro odvod cementátu a výstupním potrubím (29) pro odvod filtrátu cementovaného extraktu.

5. Zařízení (1) podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje adsorpční jednotku (17) pro záchyt rtuti uspořádanou před extrakční jednotkou (2) opatřenou vstupním potrubím (3) pro přívod technologické vody a výstupním potrubím (18) pro odvod bezrtuťové technologické vody zaústěným do extrakční jednotky (2).

6. Zařízení (1) podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že extrakční jednotka (2) je opatřená dávkovačem (19) peroxidu vodíku.

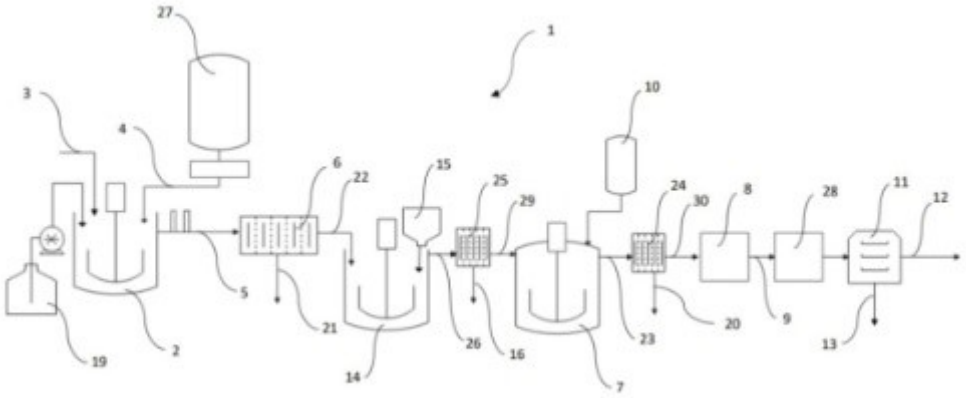
7. Zařízení (1) podle některého z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje elektrokoagulační jednotku (8) napojenou na výstupní potrubí (23) pro odvod alkalizovaného extraktu a opatřenou výstupním potrubím (9) pro odvod vyčištěné vody; a že dále zahrnuje iontoměnič (28) napojený na výstupní potrubí (9) pro odvod vyčištěné vody a napojený do odsolovací jednotky (11).

2 výkresy

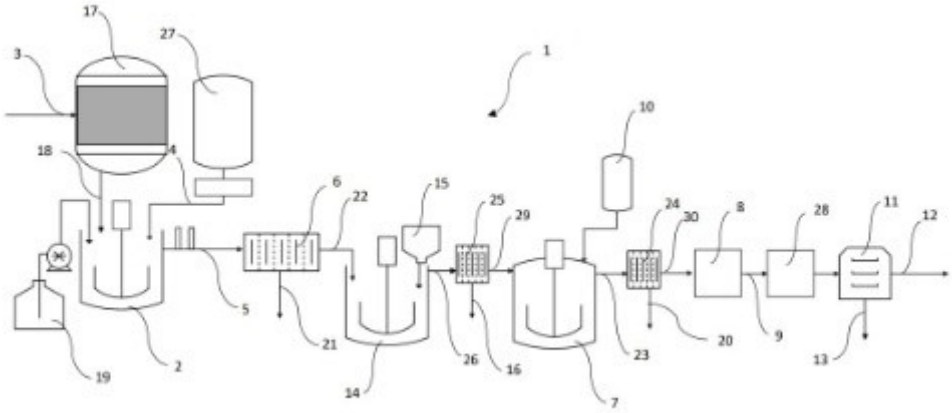
Seznam vztahových značek:

1	zařízení
2	extrakční jednotka
3	vstupní potrubí pro přívod technologické vody
4	vstupní potrubí pro přívod surového popílku
5	výstupní potrubí pro odvod extraktu

6 vakuový filtr
7 alkalizační nádrž
8 elektrokoagulační jednotka
9 výstupní potrubí pro odvod vyčištěné vody
10 dávkovač hydroxidu sodného
11 odsolovací jednotka
12 výstupní potrubí pro odvod vyčištěné odsolené vody
13 výstupní potrubí pro odvod koncentrovaných solí
14 cementační jednotka
15 dávkovač práškového zinku
16 výstupní potrubí pro odvod cementátu
17 adsorpční jednotka
18 výstupní potrubí pro odvod bezrtuťové technologické vody
19 dávkovač peroxidu vodíku
20 výstupní potrubí pro odvod filtračního koláče s obsahem zinku
21 výstupní potrubí pro odvod kalu
22 výstupní potrubí pro odvod filtrátu extraktu
23 výstupní potrubí pro odvod alkalizovaného extraktu
24 první filtr
25 druhý filtr
26 výstupní potrubí pro odvod cementovaného extraktu
27 silo popílku
28 iontoměnič
29 výstupní potrubí pro odvod filtrátu cementovaného extraktu
30 výstupní potrubí pro odvod filtrátu alkalizovaného extraktu



Obr. 1


17
27
3
1
10
18
4
6
22
15
25
29
24
30
8
28
11
12
5
21
26
16
23
20
9
13
2
19
14
7

Obr. 2