

C02F 1/20 (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01)
C02F 9/02 (2006.01)
C02F 9/08 (2006.01)
C02F 103/34 (2006.01)
C02F 103/16 (2006.01)
C10J 3/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

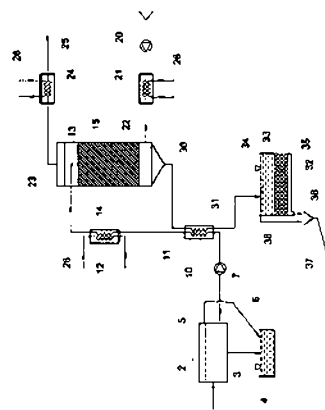
(21) Číslo přihlášky: 2021-447
(22) Přihlášeno: 21.09.2021
(40) Zveřejněno: 09.11.2022
(Věstník č. 45/2022)
(47) Uděleno: 29.09.2022
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 09.11.2022
(Věstník č. 45/2022)

(56) Relevantní dokumenty:
WO 2016193337 A1; CN 104193107 A; US 2005187415 A1; US 2009188867 A1.

(73) Majitel patentu:
Ing. Ivo Pícek, Kněževy, CZ
(72) Původce:
Ing. Ivo Pícek, Kněževy, CZ
(74) Zástupce:
HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52,
170 00 Praha 7, Holešovice

(54) Název vynálezu:
**Zařízení a způsob pro čištění odpadní vody
znečištěné z chlazení, vypírky a čištění plynů**

(57) Anotace:
Předmětem řešení je zařízení a způsob pro kontinuální čištění odpadní vody, zejména odpadní vody z chlazení, vypírky a čištění plynů. Zařízení obsahuje sběrnou akumulaci nádrž pro sběr odpadní vody, přičemž výstup ze sběrné akumulaci nádrže je spojen se vstupem (1) separátoru (2) dehtů uspořádaného pro sedimentační oddělení dehtů těžších než voda a pro sběr dehtů lehčích než voda na hladině, výstup (7) vody ze separátoru (2) dehtů je spojen přes čerpadlo (10) s horním vstupem stripovací náplňové kolony (14) opatřené ve spodní části vstupem (22) vzduchu opatřeným ohřívacem (21) vzduchu a v horní části výstupem (23) vzduchu opatřeným ohřívacem (24) vzduchu, a výstup (30) vody ze stripovací náplňové kolony (14) je spojen se vstupem sorpční kolony (32). Způsob pro kontinuální čištění odpadní vody, zejména odpadní vody z chlazení, vypírky a čištění plynů se provádí za použití uvedeného zařízení.



Zařízení a způsob pro čištění odpadní vody znečištěné z chlazení, vypírky a čištění plynů

Oblast techniky

Vynález se týká zařízení a způsobu pro čištění odpadní vody znečištěné organickými látkami, zejména odpadních vod z chlazení, vypírky a čištění plynů, například syntézního plynu při zplynování organických paliv, např. dřevní nebo zemědělské biomasy.

Dosavadní stav techniky

Při chlazení, vypírce a čištění plynů, zejména syntézního plynu, se generuje značné množství odpadní znečištěné vody. Tato voda je znečištěná organickými látkami, zejména polyaromatickými uhlovodíky, fenoly, methylofenoly, anorganickými plyny, pevnými látkami apod. Znečišťující látky přítomné v této odpadní vodě lze rozdělit do tří skupin. První skupinou jsou nerozpustné sloučeniny, zejména klasifikované jako TZL (tuhé znečišťující látky), uhlíkaté částice, popeloviny, emulze organických látek, PAH (polyaromatické uhlovodíky). Druhou skupinou jsou rozpustné netěkavé sloučeniny, což zahrnuje zejména soli organických a anorganických sloučenin, výševroucí fenoly a kyseliny. A třetí skupinou jsou rozpustné a nerozpustné těkavé složky plynu, zejména BTX (benzen, toluen, xyleny), fenoly, furfural, fenanthren, NH_3 .

Takto znečištěnou vodu nelze dlouhodobě skladovat, ani vypouštět do odpadní kanalizace, takže je nutné řešit její kontinuální čištění nebo likvidaci.

Dosud bylo vyvinuto několik způsobů, jak likvidovat vodu znečištěnou výše uvedenými látkami, žádný z nich však není zcela uspokojivý. Jedním z nich je způsob, kdy se znečištěná voda naředí velkým množstvím čisté vody a tato směs se odvádí do kanalizace. Tato praxe není v současné době z ekologického, zdravotního a bezpečnostního hlediska akceptovatelná. Jiný způsob je zachycovat odpadní vody do cisterny a dávkově jí odvážet do spalovny nebezpečného odpadu. Dalším navrženým způsobem likvidace znečištěné vody je adsorpce za mokra na sorbentech na bázi koksu, indukovaná ultrafialovým zářením. Spotřeba elektrické energie při tomto postupu je však relativně vysoká, a přitom stále zbývá určitá část neadsorbovaných sloučenin.

Podstata vynálezu

Cílem předloženého vynálezu je poskytnout zařízení a způsob pro kontinuální čištění odpadních vod, zpravidla z vypírky, čištění a chlazení průmyslových plynů, například generátorového plynu, obsahujících soubor organických polutantů, v rozpuštěné i nerozpuštěné podobě, tuhé znečišťující látky, rozpuštěné plyny a anorganické soli. Se zařízením je možné zajistit vysokou účinnost procesu, a to jak po stránce vysoké schopnosti čistit vodu, tak po stránce účinného získávání energetického obsahu znečišťujících látek pro přímé použití v generátoru plynu za účelem zvýšení množství produkovaného generátorového plynu ve zplynovacím zařízení.

Dosavadní způsoby likvidace odpadní vody mají společnou nevýhodu, která spočívá v tom, že likvidují výhrevnou složku směsi voda – dehty, která by při vhodném využití mohla zlepšit energetickou bilanci zplynovacího zařízení. Další společnou nevýhodou je, že všechny uvedené metody jsou velmi nákladné. Předkládaný vynález tyto nevýhody odstraňuje.

Předmětem předkládaného vynálezu je zařízení pro kontinuální čištění odpadní vody z chlazení, vypírky a čištění plynů, které obsahuje sběrnou akumulační nádrž pro sběr odpadní vody, přičemž výstup ze sběrné akumulační nádrže je spojen se vstupem separátoru dehtů uspořádaného pro sedimentační oddělení dehtů těžších než voda a pro sběr dehtů lehčích než voda na hladině, výstup vody ze separátoru dehtů je spojen přes čerpadlo s horním vstupem stripovací náplňové kolony

opatřené ve spodní části vstupem vzduchu opatřeným ohřívacem vzduchu a v horní části výstupem vzduchu opatřeným ohřívacem vzduchu, a výstup vody ze stripovací náplňové kolony je spojen se vstupem sorpční kolony.

- 5 Separátorem dehtů může být například lamelový usazovák s intenzifikovanou usazovací plochou.

Výstupy dehtů mohou být s výhodou spojeny se spalovací komorou nebo generátorem plynu nebo zařízením na termickou regenerativní nebo rekuperativní oxidaci.

- 10 Výstup vzduchu ze stripovací náplňové kolony je opatřený ohřívacem plynů za účelem zvýšení teploty vzduchu bezpečně nad rosný bod, aby v dalším potrubí nedocházelo ke kondenzaci vodní páry a těkavých látek.

- 15 Výstup plynů ze stripovací náplňové kolony opatřený ohřívacem plynů je s výhodou napojen na zařízení pro likvidaci těkavých látek. Takovým zařízením může být spalovací komora, zařízení na termickou regenerativní nebo rekuperativní oxidaci nebo s výhodou generátor plynu, v kterém se výhřevná složka těkavých látek energeticky využije. V tomto případě se vzduch s desorbovanými těkavými látkami přivádí do generátoru plynu jako vzduch zplynovací.

- 20 Kolona je obecně nádoba opatřená otevřeným vstupem a otevřeným výstupem, a uspořádaná tak, aby tekutina protékala nádobou od vstupu k výstupu. Kolona může být naplněna náplní.

- 25 Náplní náplňové kolony je inertní materiál zvětšující kontaktní plochu, kterým mohou být například Berlova sedla, Raschigovy kroužky, PALL kroužky.

- 25 Sorpční kolona ve výhodném provedení obsahuje sorbent, kterým je s výhodou sorbent na bázi aktivního uhlí, výhodněji o velikosti částic v rozmezí 2 až 5 mm.

- 30 Výstup sorpční kolony může být s výhodou veden na vstup akumulární sběrné nádrže, nebo na výstup přečištěné vody ze zařízení.

- 35 Dalším předmětem předkládaného vynálezu je způsob kontinuálního čištění odpadní vody z chlazení, vypírky a čištění plynů, kde se voda vede do separátoru dehtů, v němž se sedimentací oddělí dehty těžší než voda a oddělením na hladině se oddělí dehty lehčí než voda, následně se voda ze separátoru dehtů vede pomocí čerpadla do stripovací náplňové kolony, kde se uvede do kontaktu s protiproudě vedeným stripovacím vzduchem, ze stripovací náplňové kolony se pak voda vede do sorpční kolony, kde se na sorbentu zachytí zbytek organických sloučenin a pevných látek.

- 40 S výhodou se dehty a odloučené pevné částice ze separátoru dehtů spálí ve spalovací komoře nebo zplyní v generátoru plynu. Výhřevnost dehtů je v průměru 28 MJ/kg a využitím ve spalovací komoře nebo generátoru plynu značně přispívají k vylepšení tepelné účinnosti kotle či generátoru plynu.

- 45 Do spalovací komory se přivádí dehty a nadstechimetrové množství vzduchu, a probíhá tam spalování vedoucí k produkci tepla. V generátoru plynu se dehty částečně spalují (produkce tepla a úspora primárního paliva), a částečně odpaří a krakují (zvýšení produkce plynů v generátoru plynu).

- 50 Stripovací vzduch se před vstupem do stripovací náplňové kolony s výhodou ohřívá na teplotu v rozmezí 50 až 90 °C a na výstupu ze stripovací náplňové kolony s výhodou ohřívá na teplotu v rozmezí 120 až 200 °C. Ohřátím se zvýší teplota plynu nad jeho rosný bod, aby v dalším potrubí nedocházelo ke kondenzaci vodní páry a těkavých látek.

S výhodou se následně stripovací plyn s těkavými látkami vede do zařízení, ve kterém se těkavé látky spálí nebo zplyní, tedy s výhodou do spalovací komory nebo do generátoru plynu.

5 S výhodou se znečištěná voda před vstupem do stripovací náplňové kolony přehřeje na teplotu v rozmezí 50 až 90 °C, protože zvýšení její teploty značně zvyšuje rychlost desorpce těkavých látek. Desorpci ve stripovací náplňové koloně dochází k většinovému odstranění polyaromatických uhlovodíků typu benzen až fenantren, to znamená monocyklické až tricyklické PAH. Rovněž dochází k většinové desorpci kyslíkatých látek fenolového a obdobného typu, alifatických uhlovodíků a rozpuštěných anorganických plynů typu amoniak, sulfan, oxid uhličitý. Stripováním
10 se rovněž z vody účinně desorbují pesticidy.

Výhodné provedení ohřevu vody z hlediska tepelné bilance je způsob, kdy se surová voda před vstupem do stripovací kolony zavede do účinného rekuperátoru, v kterém se přehřeje na teplotu 40 až 80 °C teplem vody vytékající ze stripovací kolony, a před vstupem do kolony se dále dohřeje
15 na teplotu 50 až 90 °C v dalším tepelném výměníku. Jak tepelný výměník na dohřev vody, tak i tepelné výměníky na ohřev stripovacího vzduchu jsou napojeny na teplovodní nebo horkovodní systém technologie.

Energeticky výhodné je, pokud způsob zahrnuje následný krok spálení nasyceného sorbentu ve
20 spalovací komoře nebo zplynění v generátoru plynu. Typická výhřevnost samotného sorbentu (aktivního uhlí) je 32 MJ/kg (sušina), typická výhřevnost zachycených organických látek (typicky fenolické látky, polyaromatické uhlovodíky (PAH), zbytky dehtů) je cca 28 MJ/kg. Uhlíkatý sorbent, jako nejvhodnější pro tyto účely, má v podstatě stejnou matici jako biopaliva použitá jako palivo v generátoru plynu, takže se stejně ochotně zúčastní zplyňovacího režimu v generátoru
25 plynu a přemění na generátorový plyn, a včetně sorbovaných organických látek pomůže zvýšit jeho účinnost.

Výhoda sorpční kolony na konci čisticího procesu je také v tom, že obzvláště fenolické látky, ale i PAH vyšší molekulové hmotnosti během ohřevu a setrvání v sorpční koloně částečně polymerují
30 a vylučují se do vody v podobě pevných, nerozpustných látek. Sorpční kolona působí jako bariérový filtr a při vhodné zrnitosti sorbentu dokonale filtruje jak tyto polymerní částice, tak i nerozpuštěné částice ze surové vody. Vyčištěná voda by měla opouštět sorpční kolonu čirá, bez zákalu.

35 Další výhodou sorpční kolony je, že sorbent, obzvláště uhlíkatý, obsahuje z principu svého vzniku oxidy alkalických kovů, a ty při svém rozpouštění v protékající vodě snižují její kyselost. Prací voda je v podstatě vždy kyselá, protože kromě jiných organických látek vypírá z plynu kyseliny, obzvláště kyselinu octovou a kyselinu mravenčí, které způsobují značnou kyselost znečištěné vody.

40 Přínosem předloženého vynálezu je efektivnější využití veškerých výhřevných látek zachycených ze surové vody a to jak rozpuštěných, nerozpuštěných, vykondenzovaných i pevných látek. V součinnosti s možným energetickým využitím použitého sorbentu se zvyšuje účinnost generátoru plynu nebo spalovacího zařízení a šetří původní vstupní palivo. Hlavním přínosem je však účinné vyčištění surové, nasycené vody a možnost jejího dalšího použití v technologickém
45 okruhu.

Objasnění výkresů

50 Obr. 1 schematicky znázorňuje zařízení popsané v příkladu provedení.

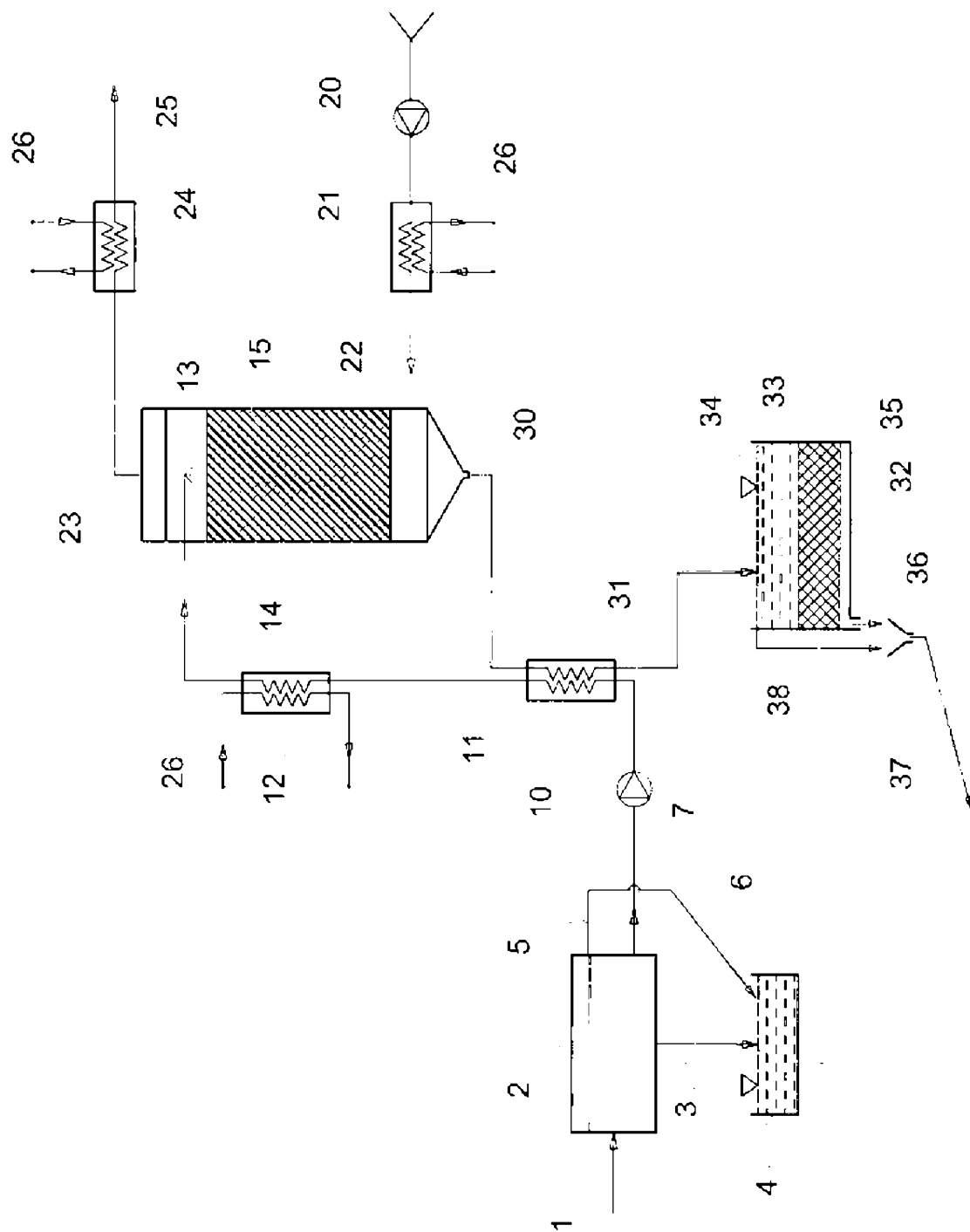
Příklad uskutečnění vynálezu

- Jedna možná konstrukce zařízení je znázorněna na obr. 1. Zařízení sestává ze tří základních okruhů: okruh sběru odpadní vody a odlučování dehtů těžších než voda a lehčích než voda; okruh stripovací kolony, kde se z částečně vyčištěné vody odlučuje většina těkavých látek rozpuštěných ve vodě; a okruh sorpční kolony, kde se na vhodném sorbentu zachycují zbytky organických polyaromatických a fenolických látek a rovněž nerozpuštěné látky unášené vodou.
- Odpadní voda z okruhu chlazení a čištění plynu znečištěná dehty se přivádí vstupem 1 do separátoru 2 dehtů, což může být například lamelový usazovák s intenzifikovanou usazovací plochou. Těžké dehty usazené u dna separátoru 2 odcházejí potrubím 3 do sběrné nádrže 4, a z ní jsou regulovaně odváděny pomocí čerpadla potrubím k dalšímu energetickému využití zpět do generátoru plynu nebo kotle (není zobrazeno). Dehty lehčí, než voda se usazují na hladině separátoru 2 a jsou přelivem 5 a následně potrubím (výstupem) 6 odváděny do sběrné nádrže 4, a jsou z ní rovněž odváděny výše uvedeným čerpadlem a potrubím do generátoru plynu nebo kotle. Hlavní proud vody již zbavený usazených dehtů ode dna a z hladiny, znečištěný hlavně rozpuštěnými dehty a dalšími polutanty, se odvádí z výstupu 7 separátoru 2 pomocí čerpadla 10 přes rekuperátor 11 do tepelného výměníku 12, v němž je voda ohřata na vhodnou stripovací teplotu v rozmezí 50 až 90 °C. Z tepelného výměníku 12 se voda přivede do trysek 13 stripovací kolony 14, ve které smáčí náplň 15. Náplní mohou být Berlova sedla, Raschigovy kroužky apod. Ventilátor 20 vhání přes tepelný výměník 21 vzduch ohřátý na teplotu v rozmezí 50 až 90 °C do vstupu 22 stripovací kolony 14. Tento vzduch teče v protiproudu proti stékající vodě a desorbuje do sebe výše jmenované těkavé látky. Z výstupu 23 stripovací kolony prochází vzduch, obsahující vodní páru a desorbované těkavé látky, dalším tepelným výměníkem 24, kde se mu dále zvýší teplota na 120 až 200 °C k zamezení pozdější kondenzace, a z výstupu 25 výměníku 24 vstupuje do generátoru plynu, kotle nebo RTO zařízení jako zplyňovací nebo spalovací vzduch (nezobrazeno). Tepelné výměníky 12, 21 a 24 zajišťující ohřev vody a vzduchu pro stripovací kolonu 14 jsou připojeny na tepelnou síť technologie 26 provozu.
- Voda zbavená těkavých látek po průchodu náplní 15 stripovací kolony 14 vytéká výstupem 30 a vstupuje jako „teplý proud“ do druhé větve rekuperátoru 11, kde svým zbylým teplem předeheřívá „studený proud“ surové vody před vstupem do stripovací kolony 14. Z výstupu 31 rekuperátoru voda proudí do sorpční kolony 32 naplněné sorbentem 33. Výška hladiny vody 34 nad sorbentem 33 zajišťuje potřebný „filtrační tlak“ pro průtok náplní sorbentu. Voda po průchodu sorbentem je zbavena většiny organických i anorganických polutantů a přes perforované dno 35 a výstup 36 vytéká do návratového potrubí 37 do sběrné nádrže (nezobrazeno). V případě, že je nastaven příliš velký průtok v okruhu čištění vody nebo došlo již k určitému zanesení sorbentu, část vody odtéká ze sorpční kolony 32 přepadem 38 přímo do sběrného potrubí 37.
- Nasycenost sorbentu 33 a snížení účinnosti sorpce signalizuje postupně se zbarvující voda, avšak správné posouzení nasycení je možné jen rozbořem a analýzou znečišťujících látek. Pokud přítomnost znečišťujících látek stoupne nad přípustnou mez, tak je třeba zajistit výměnu sorbentu. V tom případě se sorbent včetně zachycených polutantů může použít jako výhřevná složka a přidat do paliva kotle, generátoru plynu apod., a tím způsobem dokonale zlikvidovat nebo regenerovat či reaktivovat známými postupy.
- Stupeň vyčištění vody je dán jednak dimenzováním velikosti stripovací kolony 14 a jejím provozním režimem a jednak druhem a kvalitou sorbentu 33 v sorpční koloně 32 a četností jeho výměny. V extrémním případě lze vodu zbavit až 99 % těkavých látek a téměř 100 % pevných nerozpuštěných látek. O úrovni vyčištění rozhoduje často i ekonomické kritérium.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro kontinuální čištění odpadní vody, zejména odpadní vody z chlazení, vypírky a čištění plynů, **vyznačující se tím**, že obsahuje sběrnou akumulaci nádrž pro sběr odpadní vody, přičemž výstup ze sběrné akumulaci nádrže je spojen se vstupem (1) separátoru (2) dehtů uspořádaného pro sedimentační oddělení dehtů těžších než voda a pro sběr dehtů lehčích než voda na hladině, výstup (7) vody ze separátoru (2) dehtů je spojen přes čerpadlo (10) s horním vstupem stripovací náplňové kolony (14) opatřené ve spodní části vstupem (22) vzduchu opatřeným ohřívacem (21) vzduchu a v horní části výstupem (23) vzduchu opatřeným ohřívacem (24) vzduchu, a výstup (30) vody ze stripovací náplňové kolony (14) je spojen se vstupem sorpční kolony (32).
2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že výstup (6) dehtů ze separátoru (2) dehtů a/nebo výstup (25) vzduchu ze stripovací náplňové kolony (14) jsou spojeny se spalovací komorou nebo generátorem plynu nebo zařízením pro termickou regenerativní nebo rekuperativní oxidaci.
3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že náplň stripovací náplňové kolony (14) je inertní materiál zvětšující kontaktní plochu, s výhodou vybraný ze skupiny Berlova sedla, Raschigovy kroužky, PALL kroužky.
4. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že sorpční kolona (32) obsahuje sorbent (33) na bázi aktivního uhlí, s výhodou o velikosti částic v rozmezí 2 až 5 mm.
5. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že výstup sorpční kolony (32) je veden na vstup akumulaci sběrné nádrže, nebo na výstup přečištěné vody ze zařízení.
6. Způsob kontinuálního čištění odpadní vody, zejména odpadní vody z chlazení, vypírky a čištění plynů, kde odpadní voda obsahuje tuhé znečišťující látky, rozpustné netěkavé sloučeniny a těkavé složky plynu, **vyznačující se tím**, že se použije zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, přičemž se odpadní voda vede do separátoru (2) dehtů, v němž se sedimentací oddělí dehty těžší než voda a oddělením na hladině se oddělí dehty lehčí než voda, následně se voda ze separátoru (2) dehtů vede pomocí čerpadla (10) do stripovací náplňové kolony (14), kde se uvede do kontaktu s protiproudě vedeným stripovacím vzduchem, ze stripovací náplňové kolony (14) se pak voda vede do sorpční kolony (32), kde se na sorbentu (33) zachytí zbytek organických sloučenin a pevných látek.
7. Způsob podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že se odloučené dehty a/nebo nasycený sorbent a/nebo stripovací plyn s těkavými látkami spálí ve spalovací komoře nebo v zařízení pro termickou regenerativní nebo rekuperativní oxidaci nebo zplyn v generátoru plynu.
8. Způsob podle nároku 6 nebo 7, **vyznačující se tím**, že se stripovací vzduch před vstupem do stripovací náplňové kolony (14) ohřívá na teplotu v rozmezí 50 až 90 °C a na výstupu ze stripovací náplňové kolony (14) ohřívá na teplotu v rozmezí 120 až 200 °C.
9. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 6 až 8, **vyznačující se tím**, že se voda před vstupem do stripovací náplňové kolony (14) předehřeje na teplotu v rozmezí 50 až 90 °C.
10. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že se voda před vstupem do stripovací náplňové kolony (14) zavede do rekuperátoru (11), v kterém se předehřeje na teplotu 40 až 80 °C teplem vody vytékající ze stripovací náplňové kolony (14), a před vstupem do kolony (14) se dále dohřeje na teplotu 50 až 90 °C v dalším tepelném výměníku (12).

I výkres



Obr. 1