UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:
36 126
(13) Druh dokumentu: **U1**
(51) Int. Cl.:

F23G 7/00	(2006.01)
F23G 5/04	(2006.01)
F23G 5/14	(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA

ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-39790**
(22) Přihlášeno: **07.04.2022**
(47) Zapsáno: **07.06.2022**

(73) Majitel:
EVECO Brno, s. r. o., Brno, Žabovřesky, CZ
CHEVAK Cheb, a. s., Cheb, Hradiště, CZ
Ústav chemických procesů AV ČR, v. v. i., Praha 6, Lysolaje, CZ

(72) Původce:
Ing. Radim Puchýř, Ph.D., Brno, Řečkovice, CZ
Ing. Martin Krňávek, Brno, Žabovřesky, CZ
Ing. Veronika Vavrčíková, Brno, Královo Pole, CZ
Ing. Tomáš Krejčí, Rataje, CZ
Ing. Jaroslav Oral, Ph.D., Brno, Medlánky, CZ
Ing. Jan Krišpín, Vojkovice, CZ
Ing. Jan Adámek, Františkovy Lázně, CZ
Ing. Ivan Korol, Mariánské Lázně, CZ
Ing. Michal Šyc, Ph.D., Praha 3, Strašnice, CZ
Ing. Oleg Samusevich, Praha 6, Bubeneč, CZ

(74) Zástupce:
Kania, Sedlák, Smola, s.r.o., Mendlovo náměstí 907/1a, 603 00 Brno, Staré Brno

(54) Název užitného vzoru:
Zařízení pro integraci energetického a materiálového využití kalů

CZ 36126 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 integraci energetického a materiálového využití kalů

Oblast techniky

Technické řešení se týká zařízení, které zpracovává kal z čistíren odpadních vod.

Dosavadní stav techniky

Čistírenské kaly vznikají jako odpadní produkt při procesu čištění odpadních vod a jejich zpracování. Nakládání s nimi, respektive jejich likvidace podléhá zákonu č. 541/2021 Sb., o odpadech. Na evropské úrovni probíhá revize současných způsobů nakládání s čistírenskými kaly, přičemž se začíná uplatňovat princip předběžné opatrnosti, a to především z důvodu potenciálního škodlivého vlivu čistírenských kalů na životní prostředí. Během procesu čištění odpadních vod přechází až 80 % celkového znečištění vod do kalu, který tak obsahuje řadu perzistentních organických sloučenin, např. léčiva, hormony, produkty osobní péče, těžkých kovů a mikročástic plastů. Navíc způsob vzniku čistírenského kalu zapříčiňuje přítomnost mikrobiologických patogenů. Uvedené látky a mikrobiologické znečištění jsou pro životní prostředí a v konečném důsledku i pro člověka škodlivé. Z tohoto důvodu dochází ke zpřísňování legislativních podmínek v oblasti nakládání s kaly a ke vzniku nových postupů pro jejich využívání, které zajistí primárně jejich dostatečnou hygienizaci a zamezí vnosu polutantů do životního prostředí.

V současné době je na většině čističek odpadních vod ČOV v České republice kal stabilizovaný procesem mezofilní/termofilní anaerobní stabilizace. Vyhnilý kal je následně za úplatu předáván externí společnosti, která zajistí jeho další využití nebo likvidaci. V posledních letech se nejčastěji jedná o přímou aplikaci na zemědělskou půdu (41 %) a kompostování (36 %). V České republice právě probíhá přechodné období stanovené vyhláškou č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, kdy od roku 2023 bude možné na zemědělskou půdu aplikovat pouze hygienizovaný kal kategorie I, zároveň tato vyhláška ukládá provozovatelům ČOV povinnost ověřovat účinnost hygienizace kalů.

Většina současných metod úprav kalů jsou z hlediska úrovně hygienizace požadované platnou legislativou nedostatečné. Účinným způsobem hygienizace je proces termického sušení, během kterého dochází k eliminaci patogenů, čímž je zajištěno splnění mikrobiologických podmínek. Zároveň je při tomto procesu významně snížena hmotnost kalu a konečné množství pracovávaného kalu je tak menší. Nicméně termické sušení žádným způsobem nemění obsah polutantů, tedy organických látek a těžkých kovů a v případě využití kalů v zemědělství tak stále není zajištěno omezení vniku do životního prostředí. Znečištění organickými látkami je možné odstranit termickou oxidací kalu. Nejčastěji jsou čistírenské kaly spalovány v reaktorech s fluidním ložem při teplotě 750 až 925 °C. Mezi další běžné možnosti spalování kalů patří spalování v rotačních, etážových či výtavných pecích. Produkty spalování čistírenského kalu jsou popel a spaliny, přičemž teplo ve spalinách je možné energeticky využít. Ve zbytku po spalování (popelu) dochází k zakoncentrování většiny těžkých kovů a dalších anorganických prvků, přičemž nejvýznamnější z nich je fosfor.

Právě snaha o další využití fosforu představuje možnost materiálového využití kalu. Zásoby fosforu jsou omezené a vyčerpatelné a Evropská unie je na dovozu této komodity zcela závislá, proto je fosfor od roku 2014 zapsán na seznamu kritických surovin EU. Hlavním důvodem je jeho potřeba pro výrobu hnojiv, která se s rostoucí populací neustále zvyšuje.

Již nyní je vyvinuta celá řada metod pro získávání fosforu z čistírenských kalů.

Z odpadní vody je možné získávat fosfor pomocí srážecích metod, přičemž nejběžnější způsob je srážení ve formě struvitu. Druhou cestou je recyklace přímo z čistírenských kalů – většina metod je založena na kyselé extrakci a následné separaci fosforečného produktu. Třetím způsobem jsou hydrometalurgické a termo-metalurgické postupy získávání fosforu z popela po spálení kalů.

V plném provozu jsou využívány především metody, které umožňují získávat fosfor z kalové vody a odvodněného, částečně stabilizovaného kalu. Nevýhodou těchto metod je velmi nízká účinnost recyklace fosforu. Metody extrakce fosforu z popela nebo přímého využití popela jsou vyvíjeny především v laboratorním měřítku a pouze minimum z nich je ověřeno v poloprovozním měřítku nebo jsou plně provozovány. Tyto metody jsou založené na dodatečné úpravě popela, tzn. je vyžadováno další zařízení, ve kterém proces úpravy popela probíhá.

Omezujícím krokem pro převedení metod do průmyslového měřítka je cena investice do nové technologie, která prozatím není ve většině evropských zemí legislativně vyžadována. Nicméně postupně dochází k většímu tlaku na recyklaci fosforu a např. v Německu nebo Rakousku jsou již schválené legislativní podmínky, které nařizují získávat fosfor z čistírenských kalů od specifických limitů, probíhá přechodné období.

V České republice se vzhledem ke schválené legislativě připravují projekty zaměřené na splnění podmínky hygienizace kalu – jedná se o projekty instalace sušáren jako další stupeň kalové koncovky, který zajistí hygienizaci kalu. Proces sušení je energeticky náročný, a navíc pro výsledný produkt, tj. vysušený a hygienizovaný kal, je nutné hledat dalšího zpracovatele. Provozuschopné zařízení na konečné využití kalů se zde nenachází.

Cílem technického řešení je představit zařízení umožňující integraci energetického a materiálového využití kalů, které by odstranilo výše uvedené nedostatky.

Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zařízení umožňující integraci energetického a materiálového využití kalů podle technického řešení, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje hlavní zásobník se vstupem odvodněného kalu, který je opatřen hydraulickou podlahou pro posun kalu k šnekovému dopravníku pro homogenizaci kalu, který je proveden jako dvouhřídelová lopatková míchačka, do které je zavedeno vedení aditiva, a který je zaústěn do rotační sušící komory, do které je na vstupu zaústěno odbočné vedení směsi spalin a vzdušiny, přičemž z rotační sušící komory je provedeno vedení vysušeného kalu přes šnekové dopravníky do rotační spalovací komory, do jejíhož vstupního čela je zaústěno vedlejší vedení vzduchu, do kterého je zaústěno odbočné vedení vzdušiny, přičemž na rotační spalovací komoru navazuje dohořívací komora, do které je zaústěno vedení roztoku močoviny, přičemž z dohořívací komory vedou šnekové dopravníky do zásobního kontejneru na popel, a nad ní je uspořádána směšovací komora, do které je zaústěno hlavní vedení vzdušiny z rotační sušící komory, přičemž ze směšovací komory vystupuje vedení směsi spalin a vzdušiny a vede přes předehřívák na látkový filtr, před kterým je do vedení zaústěno vedení z mikrodávkovače aktivního uhlí, přičemž za směšovací komorou odbočuje z vedení zpětné vedení směsi spalin a vzdušiny, které vede přes odprašovací zařízení zpět do rotační sušící komory, přičemž z odprašovacího zařízení vystupuje odprašovací vedení do kontejneru na odprašky, přičemž do látkového filtru je zaústěno vedení tlakového vzduchu a z látkového filtru vystupuje odpadní vedení odprašků odloučených na látkovém filtru do kontejneru, a dále je vedení se směsí spalin a vzdušiny zavedeno přes ekonomizér, kterým prochází potrubí s topnou vodou, do vypírky, na jejíž první stupeň pro záchyt amoniaku je zaústěno odbočné vedení provozní vody a na její druhý stupeň pro záchyt kyselých složek je zaústěno hlavní vedení provozní vody, přičemž do druhého stupně je rovněž zaústěno vedení hydroxidu sodného, přičemž vypírka je opatřena zařízením pro záchyt oxidů dusíku, odkud vystupuje vedení směsi spalin a vzdušiny přes měřící zařízení AMS do komína.

Ve výhodném provedení je mezi hlavním vedením provozní vody a vedením za směšovací komorou je uspořádáno spojovací vedení provozní vody pro alternativní ochlazování směsi spalin a vzdušiny.

V dalším výhodném provedení je za ekonomizérem ve vedení uspořádán spalinový ventilátor a v odbočném vedení je před odprašovacím zařízením uspořádán ventilátor pro spaliny a v hlavním vedení vzdušiny je za rotační sušící komorou uspořádán ventilátor pro vzdušinu a v přívodu vzduchu je uspořádán ventilátor.

V dalším výhodném provedení je za šnekovým dopravníkem uspořádáno kalové čerpadlo a ve vedení roztoku močoviny je uspořádáno čerpadlo pro močovinu.

Objasnění výkresů

Technické řešení bude dále vysvětleno pomocí výkresů, na kterých obr. 1 znázorňuje schéma zařízení umožňujícího integraci energetického a materiálového využití kalů podle technického řešení.

Příklad uskutečnění technického řešení

Na obr. 1 je schéma zařízení 1 umožňujícího integraci energetického a materiálového využití kalů, které sestává z hlavního zásobníku 9 odvodněného kalu na jehož vstupu je vedení vlastního kalu VK, kterým je pomocí šnekového dopravníku 10 přiveden odvodněný čistírenský kal z ČOV o sušině cca 20 až 27 % hmotnostních. Do hlavního zásobníku 9 je rovněž zaústěna soustava šnekových dopravníků 10, které přivádějí externí kal EK z mezizásobníku 8 kalu, kde se shromažďuje externí kal EK z menších okolních ČOV. Hlavní zásobník 9 kalů je vybavený hydraulickou podlahou pro posuv kalu k dalšímu šnekovému dopravníku 10´. Tento šnekový dopravník 10´ je řešen jako dvouhřídelová lopatková míchačka, do které je zavedeno vedení AD aditiva, které přivádí aditivum z provozní nádrže 13 aditiva. Ve šnekovém dopravníku 10´ dochází k homogenizaci odvodněného kalu a aditiva.

Volba aditiva závisí na vstupní koncentraci těžkých kovů a způsobu dalšího využití výsledného produktu. Pro snížení koncentrací těžkých kovů ve výstupním produktu je použité aditivum na bázi chloridových iontů, vápenatých nebo hořečnatých, v množství 50 až 150 g Cl^- na 1 kg popelovin. Pokud bude vstupní kal obsahovat nízké koncentrace těžkých kovů již na vstupu, je možné aditivum na bázi chloridových iontů nahradit aditivem na bázi síranu nebo uhličitanu sodného v takovém množství, aby byl molární poměr dusíku a fosforu v odvodněném kalu v rozmezí 1-3. Použití těchto typů aditiv vede k účinnější transformaci sloučenin fosforu na dále využitelné formy. Výběr vhodného typu aditiva tedy záleží na vstupním složení odvodněného kalu.

Ze zásobníku 9 odvodněného kalu lze alternativně vypouštět kal přes jiný šnekový dopravník do kontejneru 11 na odvodněný kal, to v případě, kdy dojde k odstávce nebo poruše rotační sušící komory 2 a dlouhodobě nebude možné kal sušit. Z dopravníku 10´ je kal veden přes kalové čerpadlo 31 do násypky zmíněné rotační sušící komory 2. Homogenizovaný kal je do bubnu sušící komory 2 dávkován přes neznázorněný distributor, který zajišťuje dávkování částic kalu o předem definované velikosti, což zajišťuje rozmělnění odvodněného kalu. Sušící komora 2 je opatřena speciální křížovou vestavbou, která umožňuje rovnoměrnou distribuci částic kalu a sušícího média. Na čele je vybavena hořákem 12, do něhož ústí vedení ZP zemního plynu. Hořák 12 je využívaný v okamžiku nájezdu a pro stabilizaci procesu sušení. Na vstupu rotační sušící komory 2 je zaústěno zpětné vedení 33 směsi SP spalin a vzdušiny, které je využito jako sušící médium. Výstupní vysušený kal SK má obsah sušiny minimálně 70 % hmotnostních. Zdržná doba kalu v rotační sušící komoře 2 je 0,5 až 3 hodiny, teplota zmíněného sušícího média je 150 až 250 °C. Provoz rotační sušící komory 2 zajišťuje provozní podmínky, které neumožňují vznik výbušné atmosféry.

Z rotační sušící komory 2 odchází vzdušina V jednak vedením 35 poháněná ventilátorem 30 do směšovací komory 5, o které bude pojednáno později a jednak odbočným vedením 32 vzdušiny V do rotační spalovací komory 3.

Z rotační sušící komory 2 je odváděn vysušený kal SK šnekovými dopravníky 10 do rotační spalovací komory 3, přičemž v případě odstávky je možné otevřením přesypu těchto dopravníků 10 vysušený kal SK vypustit do mobilního zásobníku 16 vysušeného kalu SK mimo rotační spalovací komoru 3. V rotační spalovací komoře 3 probíhá termický rozklad kalů a dochází k uvolnění tepelné energie.

Na vstupním čele rotační spalovací komory 3 je hořák 12, do kterého je přiváděn zemní plyn vedením ZP. Na vstupní čelo rotační spalovací komory 3 je rovněž přiveden spalovací vzduch VZ vedlejším vedením 39 vzduchu, předehřátý v předehříváku 15. Hned za předehřívákem 15 je ohřátý přebytečný vzduch VZ odváděn k případnému dalšímu energetickému využití. Do vedlejšího vedení 39 vzduchu je zaústěno zmíněné odbočné vedení 32.

Na rotační spalovací komoru 3 navazuje dohořívací komora 4. Dohořívací komora 4 je do zařízení umístěna z důvodu zajištění plnění emisních limitů. Dochází zde k dohoření uhlovodíků a oxidu uhelnatého. Do dohořívací komory 4 je zavedeno vedení MO roztoku močoviny pro odstraňování oxidů dusíku selektivní nekatalytickou metodou. K dopravě roztoku močoviny je použito čerpadlo 34. Popel PO, což je výsledný produkt spalování, je pomocí chlazených šnekových dopravníků 40 pro popel dopraven z dohořívací komory 4 do kontejneru 17.

Nad dohořívací komorou 4 je uspořádaná směšovací komora 5. Jak již bylo zmíněno, do směšovací komory 5 je zaústěno vedení 35 vzdušiny V přiváděné z rotační sušící komory 2 a dochází zde ke smísení spalin přítomných v dohořívací komoře 4 vzniklých spalováním kalu se zmíněnou vzdušinou V. K dosažení potřebné teploty je v dohořívací komoře 4 instalován další hořák 12. Směšovací komora 5 je opatřena nouzovým komínem 22.

Ze směšovací komory 5 vystupuje vedení 41 směsi SP spalin a vzdušiny a vede na látkový filtr 7 přes předehřívák 15. Za směšovací komorou 5 je do vedení 41 zaústěno spojovací vedení 38, provozní vody VO. Toto vedení 38 se využívá pouze pro ochlazení směsi SP spalin a vzdušiny, pokud je teplota směsi SP spalin a vzdušiny vystupující ze směšovací komory 5 vyšší než 250 °C. Z vedení 41 za směšovací komorou 5 odbočuje zpětné vedení 33, které vede přes ventilátor 27 pro směs SP spalin a vzdušiny a odprašovací zařízení 6 zpět do rotační sušící komory 2, kde je výše zmíněná směs využita jako sušící médium. Toto využití tepla ze spalování kalů pro sušící médium vede k úspoře primárního paliva. Odprašovací zařízení 6 je tzv. multicyklon, kde dochází k částečnému záchytu prachových částic. Ty jsou odváděny vedením OP pro odprašky do kontejneru 18. Ještě před látkovým filtrem 7 je do vedení 41 zařazen mikrodávkovač 14 aktivního uhlí AU pro záchyt vytěkaných těžkých kovů při spalování a případných PCDD/F. Do látkového filtru 7 vede potrubí PV tlakového vzduchu, který je využíván pro regeneraci rukávců látkového filtru 7.

Na látkovém filtru 7 jsou odloučeny odprašky a jsou odpadním vedením 36 odváděny do kontejneru 18 na odprašky. Odprášená směs SP je vedena vedením 41 přes ekonomizér 19, kde dochází k ochlazení směsi SP, což je potřeba pro další stupeň čištění směsi SP. K ochlazení dochází předáním tepla topné vodě, která je do ekonomizéru vedena potrubím TV topné vody. Ohřátá topná voda může být využita mimo popisovanou technologii.

Směs SP spalin a vzdušiny je dále vedena pomocí spalinového ventilátoru 20 do vypírky 23, která má dva stupně, první stupeň 24 pro záchyt amoniaku a druhý stupeň 25 pro záchyt kyselých složek, do kterých je přiváděna provozní voda VO vedením 42 resp. 43 z ČOV. V prvním stupni 24 vypírky 23 je tedy zachycován amoniak a v druhém stupni 25 jsou po přidání NaOH, který je přiveden vedením NAO z nádrže 21, neutralizovány kyselé složky. Druhý stupeň 25 je vybavený

speciální febrilní vestavbou, která slouží pro záchyt oxidů dusíku. Na výstupu z druhého stupně 25 prochází směs SP spalin a vzdušiny odlučovačem kapek.

Odtud jsou spaliny vedeny na měřící zařízení 28 AMS, odkud jsou získávány informace o míře vyčištění směsi SP, které jsou pak vedeny do komína 29. V případě potřeby dosažení vyšší účinnosti odstranění polutantů ze směsi SP spalin a vzdušiny může být neznázorněným vedením dávkován spolu s NaOH také roztok peroxidu vodíku. Z vypírky 23 vystupuje vedení OV odpadní vody, které dále vede zpátky do systému ČOV.

Pro dostatečné snížení koncentrací těžkých kovů v popelu musí být dodrženy podmínky homogenizace odvodněného kalu na šnekovém dopravníku 10´ a dodávání aditiva do rotační sušící komory 2, vhodná teplota během spalování kalů a dostatečná doba zdržení kalu v rotační spalovací komoře 3. Pokud jsou tyto podmínky dodrženy, dochází rovněž k chemickým přeměnám sloučenin fosforu, které vedou ke vzniku lépe využitelných forem fosforu v porovnání se spalováním kalů bez použití aditiva, kdy je fosfor vázaný ve formě, která je bez dalších úprav obtížně využitelná v navazujícím průmyslu např. při výrobě kyseliny fosforečné. Reakce aditiv probíhá v rozmezí teplot spalování 750 až 1100 °C a době zdržení min 0,5 až 2 hodiny. Podmínky pro materiálové využití kalů jako sekundárního zdroje fosforu jsou tedy výběr vhodného aditiva, řádná homogenizace kalu s aditivem ve speciálním šnekovém dopravníku 10´ a dostatečná teplota a doba zdržení kalu v termické části. Produktem materiálového využití kalů je tuhý zbytek, který splňuje legislativní podmínky z hlediska koncentrace těžkých kovů pro následné využití a/nebo který obsahuje vysoké koncentrace fosforu ve využitelné formě vhodné k dalšímu zpracování.

Na rozdíl od současných návrhů metod, které jsou testované v laboratorním nebo poloprovozním měřítku dochází v představeném zařízení ke sloučení operací sušení, energetického využití a aditivace kalů vedoucí k materiálovému využití, které uspoří primární paliva, sníží prostorové nároky technologie a poskytne produkt, který může být využitý jako sekundární zdroj fosforu. Navíc je zajištěno kompletní čištění odpadního plynu tak, aby nedocházelo k vypouštění škodlivých látek do životního prostředí.

Průmyslová využitelnost

Zařízení pro integraci energetického a materiálového využití kalů lze využít v technologické oblasti zpracování kalů z čistíren odpadních vod, kdy se zařízení známá ze stavu techniky a s nimi spojené způsoby nakládání s kaly stávají neudržitelné. Zařízení podle technického řešení integruje několik technologických uzlů do komplexního celku pro energetické a materiálové využití kalů, čímž dochází k úspoře potřebného prostoru pro umístění technologie v porovnání s doposud vyvíjenými metodami, a dále k investičním i provozním úsporám. Zároveň dochází ke kontinuálnímu zpracování kalu, respektive popela, který může být ihned dále využíván v navazujícím průmyslu, a proto není třeba budovat skladovací kapacity pro neupravený popel, jak je tomu v případě ostatních metod. Termickým zpracováním vysušeného kalu dochází k objemové a hmotnostní redukci konečného produktu zpracování, ke snížení koncentrací těžkých kovů, ke zvýšení obsahu využitelné formy fosforu a zároveň energie získaná termickým rozkladem je využitá k sušení kalu, čímž jsou částečně nahrazeny primární zdroje tepelné energie. Výsledný produkt je možné využít jako zdroj fosforu k výrobě hnojiv nebo v jiném navazujícím zpracovatelském průmyslu.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení pro integraci energetického a materiálového využití kalů, obsahující přívod vody, přívod aktivního uhlí, přívod aditiva, přívod hydroxidu sodného, přívod vzduchu, přívody kalu, přívod zemního plynu, přívod močoviny a hořáky, **vyznačující se tím**, že obsahuje hlavní zásobník (9) se vstupem odvodněného kalu, který je opatřen hydraulickou podlahou pro posun kalu k šnekovému dopravníku (10´) pro homogenizaci kalu, který je proveden jako dvouhřídelová lopatková míchačka, do které je zavedeno vedení (AD) aditiva pro úpravu optimálně homogenizovaného kalu připraveného pro termické ošetření při dodržení stanovených podmínek pro materiálové využití kalů, přičemž šnekový dopravník (10´) je zaústěn do rotační sušící komory (2), do které je na vstupu zaústěno odbočné vedení (33) směsi (SP) spalin a vzdušiny pro úsporu primárního paliva, přičemž z rotační sušící komory (2) je provedeno vedení vysušeného kalu (SK) přes šnekové dopravníky (10) do rotační spalovací komory (3), do jejíhož vstupního čela je zaústěno vedlejší vedení (39) vzduchu, do kterého je zaústěno odbočné vedení (32) vzdušiny (V), přičemž na rotační spalovací komoru (3) navazuje dohořívací komora (4), do které je zaústěno vedení (MO) roztoku močoviny, přičemž z dohořívací komory (4) vedou šnekové dopravníky do zásobního kontejneru (17) na popel (PO) a nad ní je uspořádána směšovací komora (5), do které je zaústěno hlavní vedení (35) vzdušiny (V) z rotační sušící komory (2), přičemž ze směšovací komory (5) vystupuje vedení (41) směsi (SP) spalin a vzdušiny a vede přes předehřívák (15) na látkový filtr (7), před kterým je do vedení (41) zaústěno vedení z mikrodávkovače (14) aktivního uhlí (AU) pro záchyt vytěkaných těžkých kovů, přičemž za směšovací komorou (5) odbočuje z vedení (41) zpětné vedení (33) směsi (SP) spalin a vzdušiny, které vede přes odprašovací zařízení (6) zpět do rotační sušící komory (2), přičemž z odprašovacího zařízení (6) vystupuje odprašovací vedení (OP) do kontejneru (18) na odprašky, přičemž do látkového filtru (7) je zaústěno vedení (PV) tlakového vzduchu a z látkového filtru (7) vystupuje odpadní vedení (36) odprašků odloučených na látkovém filtru (7) do kontejneru (18), a dále je vedení (41) se směsí (SP) spalin a vzdušiny zavedeno přes ekonomizér (19), kterým prochází potrubí (TV) s topnou vodou, do vypírky (23), na jejíž první stupeň (24) pro záchyt amoniaku je zaústěno odbočné vedení (43) provozní vody (VO) a na její druhý stupeň (25) pro záchyt kyselých složek je zaústěno hlavní vedení (42) provozní vody (VO), přičemž do druhého stupně (25) je rovněž zaústěno vedení (NAO) hydroxidu sodného, přičemž vypírka (23) je opatřena zařízením (26) pro záchyt oxidů dusíku, odkud vystupuje vedení (41) směsi (SP) spalin a vzdušiny přes měřící zařízení (28) AMS do komína (29).

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že mezi hlavním vedením (42) provozní vody (VO) a vedením (41) za směšovací komorou je provedeno spojovací vedení (38) provozní vody pro alternativní ochlazování směsi (SP) spalin a vzdušiny.

3. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že za ekonomizérem (19) je ve vedení (41) uspořádán spalinový ventilátor (20) a v odbočném vedení (33) je před odprašovacím zařízením (6) uspořádán ventilátor (27) pro spaliny a v hlavním vedení (35) vzdušiny (V) je za rotační sušící komorou (2) uspořádán ventilátor (30) pro vzdušinu (V) a v přívodu vzduchu (VZ) je uspořádán ventilátor (37).

4. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že za šnekovým dopravníkem (10´) je uspořádáno kalové čerpadlo (31) a ve vedení (MO) roztoku močoviny je uspořádáno čerpadlo (34) pro močovinu.

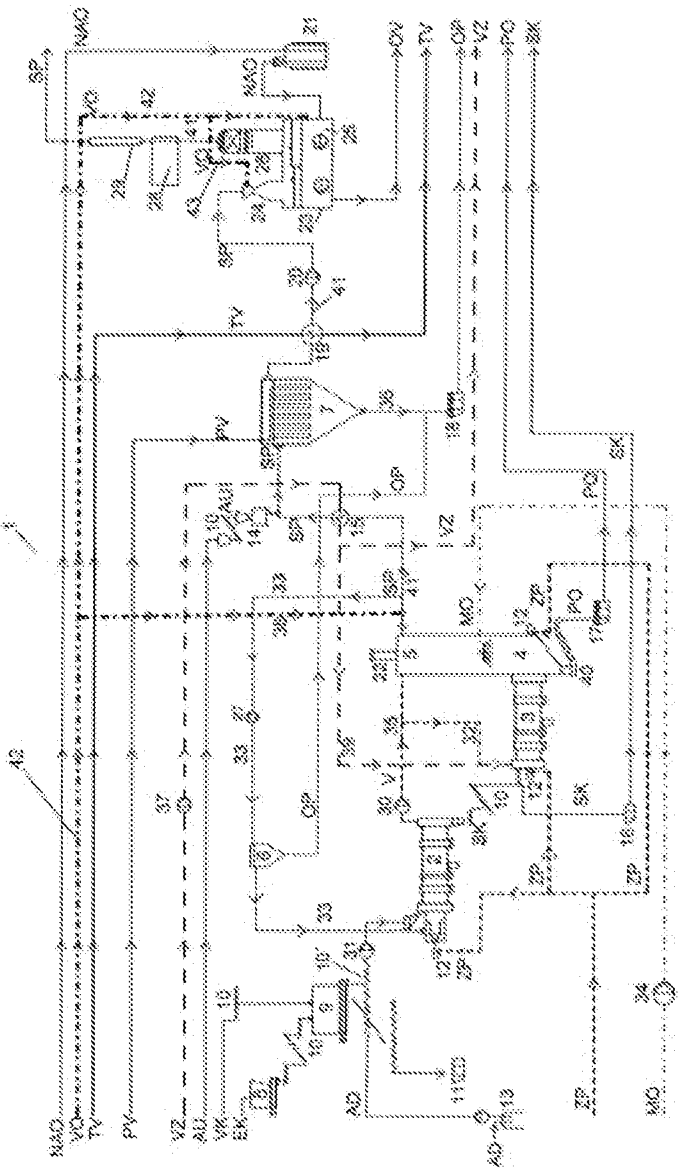
1 výkres

Seznam vztahových značek:

1	zařízení pro integraci energetického a materiálového využití kalů

VO	provozní voda
TV	vedení topné vody
PV	vedení tlakového vzduchu
VZ	vzduch
NAO	vedení hydroxidu sodného
AU	aktivní uhlí
AD	vedení aditiva
VK	vlastní kal
EK	externí kal
SK	vysušený kal
SP	směs spalin a vzdušiny
HV	vedení horkého vzduchu
OP	hlavní odpadní vedení
ZP	vedení zemního plynu
PO	popel
MO	vedení roztoku močoviny
V	vzdušina
2	rotační sušicí komora
3	rotační spalovací komora
4	dohořívací komora
5	směšovací komora
6	odprašovací zařízení
7	látkový filtr
8	mezizásobník externího kalu
9	hlavní zásobník odvodněného kalu
10, 10´	šnekový zásobník
11	kontejner na odvodněný kal
12	hořák
13	provozní nádrž aditiva
14	mikrodávkovač aktivního uhlí
15	předehřívák vzduchu
16	zásobník vysušeného kalu
17	kontejner na popel
18	kontejner na odprašky
19	ekonomizér
20	spalinový ventilátor
21	provozní nádrž pro NaOH
22	nouzový komín
23	vypírka
24	první stupeň vypírky pro záchyt amoniaku
25	druhý stupeň vypírky pro záchyt kyselých složek
26	zařízení pro záchyt oxidů dusíku
27	ventilátor pro spaliny
28	měřící zařízení AMS
29	komín
30	ventilátor pro vzdušinu
31	kalové čerpadlo
32	odbočné vedení vzdušiny
33	zpětné vedení směsi spalin a vzdušiny
34	čerpadlo na močovinu
35	hlavní vedení vzdušiny
36	odpadní vedení odprašků
37	ventilátor pro vzduch
38	spojovací vedení vody
39	odbočné vedení vzduchu
40	šnekový dopravník pro popel
41	vedení směsi spalin a vzdušiny

42 hlavní vedení provozní vody
43 odbočné vedení provozní vody



Obr. 1