

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

**2005-30**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

**F23G 7/00** (2006.01)  
**C02F 11/06** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **17.01.2005**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13.09.2006**  
(Věstník č. 9/2006)

(71) Přihlašovatel:

ECOPLANT Praha spol. s r. o., Praha, CZ

(72) Původce:

Beránek Jaroslav Ing. CSc., Praha, CZ

(74) Zástupce:

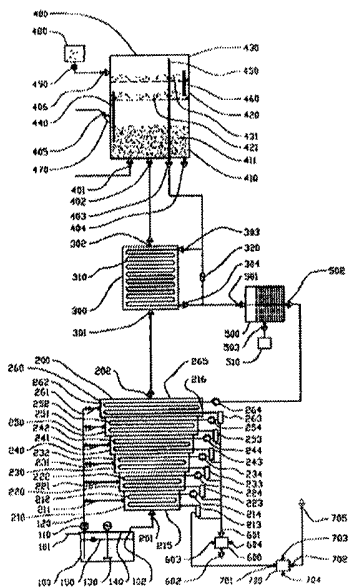
Ing. Libor Šimek, patentový zástupce, Kartouzská 4,  
Praha 5, 15099

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob spalování kalu a zařízení k provádění způsobu**

(57) Anotace:

Způsob spalování kalu a zařízení k provádění způsobu spočívají v tom, že kal se uvede do pohybu v podobě proudu, odpaří se v odparce (200) tak, že vznikne směs plynů, par a tuhých částic. Tato směs se předeheře a ve spalovacím ústrojí (400) se spálí. Kondenzační teplo vodní páry, obsažené ve spalinách, se mj. použije k odpaření kalu v odparce (200) a k předehevu směsi plynů, par a tuhých částic před jejich spálením.



CZ 2005 - 30 A3

## Způsob spalování kalu a zařízení k provádění způsobu

### Oblast techniky

Vynález se týká jednak způsobu spalování kalu s odpařením a předeheřevem kalu teplem spalin vzniklých při jeho spalovacím procesu a jednak zařízení k provádění způsobu.

### Dosavadní stav techniky

Kaly vznikající jako odpadový materiál životních i výrobních cyklů představují velkou ekologickou zátěž, neboť většina z nich končí na deponiích a skládkách, kde obtěžují okolí svými výpary nebo okolí dokonce ohrožují např. průsakem do spodních vod. Aby se negativnímu vlivu kalů zabránilo, jsou vyvíjeny a ověřovány systémy a zařízení, kterými se kaly buď likvidují, nebo mění na něco užitečného nebo alespoň neškodného. Ukazuje se, že k efektivnímu způsobu likvidace kalů, zejména živočišného původu, patří jejich spalování, a to mj. proto, že kaly mají značný energetický potenciál.

Je znám způsob spalování kalů, v jehož rámci se surový kal, tj. kal získaný jako odpad, uvede do jednolitého proudu, v němž se surový kal nejprve odpaří. V rámci odpařování se ze surového kalu působením tepla uvolní plyny, páry a tuhé částice, načež tato odpařením vzniklá směs se po předeheřtí spálí, přičemž teplo vzniklé při spalovacím procesu se použije jednak na odpaření surového kalu a jednak na předeheřev odpařením vzniklé směsi.

K provádění tohoto způsobu spalování kalu bylo vyvinuto zařízení, které obsahuje jako jednu ze základních komponent odparku, do níž je zaveden

jednolitý proud surového kalu. Odparka je tvořena jediným dutým tělesem, jímž prochází proud kalu, který se působením tepla, přivedeného do odparky, mění na směs par, plynů a tuhých částic. Po opuštění odparky se směs přivede k tepelnému výměníku, v němž se zvýší teplota směsi, načež přehřátá směs se zavede do spalovacího ústrojí, kde se spálí. Vzniklé spaliny, resp. jejich teplo se přivede jednak do tepelného výměníku a po předání části tepla se spaliny zavedou do odparky, kde se jejich tepelná energie použije pro odpaření surového kalu.

Hlavní nevýhody známého způsobu a zařízení mají své příčiny v tom, že do odparky se dávkuje celé množství kalu v jediném místě. To vyžaduje použití vnitřních výměníků tepla o velké výhřevné ploše, což má nepříznivý důsledek na hmotnost celého zařízení. Předávání tepla zde postupuje tak, že existuje velké riziko zalepování a zanášení vnitřku odparky lepivými částicemi odpařovaného kalu. To je rovněž nevýhodné, protože klesá účinnost zařízení, která se může obnovit pouze pracnými údržbářskými zásahy. V důsledku konstrukce spalovacího ústrojí patří k nevýhodám zařízení též malá možnost snižování obsahu škodlivých látek uvolňujících se v průběhu spalovacího procesu.

### Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody jsou podstatně zmenšeny způsobem spalování kalu a zařízením k provádění způsobu, kde v rámci způsobu spalování kalu se surový kal uvede do pohybu v podobě proudu, odpaří se a přehřeje se teplem spalin vzniklých při jeho spalovacím procesu. Podstata vynálezu v kategorii způsobu spočívá v tom, že alespoň první část proudu surového kalu se rozvětví na paralelní dílčí proudy, z nichž ke každému dílčímu proudu surového kalu se přivede tepelná energie, s výhodou z kondenzačního tepla vodní páry, obsažené

ve spalinách vzniklých při spalovacím a odpařovacím procesu kalu. Z každého dílčího proudu surového kalu vzniknou plyny, páry a tuhé částice, přičemž každý předcházející proud plynů, par a tuhých částic se přidá ke směsi následujícího dílčího proudu surového kalu, plynu, par a tuhých částic. Výsledný proud plynů, par a tuhých částic se předejde na teplotu nižší, než je spalovací teplota, a posléze podrobí spalovacímu procesu, z něhož část vzniklého tepla se předá nejprve výslednému proudu plynů, par a tuhých částic až do výše odpovídající spalovací teplotě a potom postupně jednotlivým dílčím proudům směsi surového kalu a z předcházejících proudů přimíchaných plynů, par a tuhých částic, načež zbytková tepelná energie spalin se odvede do ovzduší.

Zdokonalení popsaného způsobu spočívá v tom, že druhá část proudu surového kalu, zejména v husté formě, se podrobí spalovacímu procesu spolu s výsledným proudem plynů, par a tuhých částic, zahřátým na spalovací teplotu.

Základní způsob spalování kalů lze uskutečnit zařízením podle vynálezu, jehož podstatou je, že obsahuje zásobník kalů, odparku, výměník tepla a spalovací ústrojí, přičemž odparka je tvořena alespoň třemi úseky, z nichž je upraven u výstupního úseku odparky tekutinový výstup, napojený na tekutinový vstup výměníku tepla, a u vstupního úseku odparky vzduchový vstup. Každý úsek odparky je paralelně napojen na dopravní soustrojí kalů, spojené se zásobníkem kalů. V každém úseku odparky je uložen tepelný výměník, s jehož spalinovým vstupem je spřažena výtlačná část dmyhadla a s jehož spalinovým výstupem je spřažen spalinový vstup odlučovače kondenzátu. Sací část dmyhadla výstupního úseku odparky je napojena na spalinový výstup výměníku tepla. Kapalinový výstup odlučovače kondenzátu je zaústěn do odvaděče kondenzátu a spalinový výstup odlučovače kondenzátu vstupního úseku odparky je vyveden do atmosféry. Tekutinový výstup výměníku tepla je napojen na první vstup

spalovacího ústrojí, přičemž spalinový výstup spalovacího ústrojí je připojen na regulovatelný spalinový vstup výměníku tepla.

Způsob spalování kalu a zařízení k jeho provádění podle vynálezu, kde jádrem je rozdělení surového kalu do několika proudů, mají několik výhod. Nejpodstatnější výhodou je značné omezení spotřeby energie pro vlastní chod odpařovacího procesu, neboť objem spalin, které se postupně dopravují do jednotlivých úseků odparky, se postupně zmenšuje o objem zkondenzované páry, takže se snižuje energie, potřebná pro jejich dopravu. Další výhodou je, že způsob podle vynálezu vyžaduje zařízení s menšími velikostmi teplosměnných ploch jednotlivých tepelných výměníků, což podstatně snižuje spotřebu materiálu na zhotovení zařízení i celkovou hmotnost zařízení. Výhodou je též to, že použitím odparky s několika paralelními úseky se sníží zalepování a zanášení teplosměnných ploch lepivými částicemi odpařovaného kalu. Tohoto účinku je dosaženo tím, že pára spolu s přivedeným nosným plynem, nejčastěji vzduchem, se odvádí postupně ze všech úseků odparky, aniž by byla použita k odpařování v následujícím úseku odparky.

Základní provedení vynálezu je možno zlepšit a jeho účinky zvýšit dalšími zdokonaleními. V jejich rámci je pro účel odstraňování zápachu ze surového kalu zásobník kalu opatřen krytem, s výhodou utěsněným, přičemž vzduchový vstup odparky je spojen s prostorem mezi krytem a hladinou kalu v zásobníku kalu.

Pro zvýšení hygienické úrovně pracoviště, které produkuje surový kal, často zápachající, jako např. ve výkrmnách vepřů, je vzduchový vstup odparky spojen s provozem produkujícím surový kal.

Pro homogenizaci surového kalu je zásobník kalu opatřen míchadlem.

Aby spaliny, použité v tepelných výměnících jednotlivých úseků odparky, nezanášely tyto tepelné výměníky a nepoškozovaly dmychadla, je mezi sací část dmychadla výstupního úseku odparky a spalinový výstup výměníku tepla vloženo odlučovací ústrojí tuhých částic.

Odparka v závislosti na charakteru surového kalu může být různého provedení. V rámci prvního základního provedení odparka obsahuje nádobu ohraničenou pláštěm, přičemž je uspořádáno u vstupního úseku dno odparky a u výstupního úseku víko odparky, přičemž současně prostory jednotlivých úseků jsou navzájem volně propojeny a u víka je upraven tekutinový výstup odparky a u dna vzduchový vstup odparky.

Zvláště výhodné je, je-li plášť nádoby stupňovitý tak, že je ohraničen vstupní úsek odparky pláštěm o nejmenší světlosti, zatímco výstupní úsek odparky pláštěm o největší světlosti.

V jiné verzi plášť nádoby je spojitě se rozšiřující ve směru ode dna odparky k jejímu víku.

Technologicky výhodné provedení spočívá v tom, že plášť nádoby má tvar komolého kužele, jehož dolní podstava má menší průměr, než horní podstava.

Pro odparku uvedeného typu je dopravní soustrojí kalů s výhodou tvořeno sériovou kombinací ke dnu zásobníku kalu ponořené čerpací trubice a dopravního ústrojí kalů, přičemž na sériovou kombinaci čerpací trubice a dopravního ústrojí kalů jsou paralelně připojeny vnitřky jednotlivých úseků odparky.

Koncepčně jiné provedení odparky než v předcházejících případech spočívá v tom, že jednotlivé úseky odparky jsou tvořeny samostatnými dutými tělesy s pláštěm, dnem a víkem a s odstupňovanou světlostí tak, že nejmenší světlost a objem má vstupní úsek, zatímco největší světlost a objem má výstupní úsek, přičemž sousední úseky jsou propojeny spojovacím potrubím a vzduchový vstup odparky je upraven ve vstupním úseku a tekutinový výstup odparky je upraven ve výstupním úseku.

● Odpařovací ústrojí jednotlivých úseků odparky mohou být shodná, avšak výhodné je provedení, v němž odpařovací ústrojí jednotlivých úseků odparky jsou odlišného typu, kde jsou osazeny s výhodou zejména úseky bližší vstupnímu úseku odpařovacími ústrojími s vynuceným vnitřním oběhem kalu, zatímco úseky bližší výstupnímu úseku odpařovacími ústrojími s vrstvami fluidovaných částic.

● Alternativou odparky s úseky v podobě samostatných těles je odparka, která má úseky bližší ke vstupnímu úseku tvořeny samostatnými dutými tělesy, jejichž světlost se směrem od vstupního úseku zvětšuje, zatímco úseky bližší k výstupnímu úseku jsou obsaženy ve společné nádobě se spojitě se rozšiřujícím pláštěm, přičemž je upraven vzduchový vstup odparky ve vstupním úseku a tekutinový výstup odparky ve výstupním úseku.

Pro odparku posledně uvedených typů je dopravní soustrojí kalů tvořeno jednak první částí, sestavenou ze sériové kombinace čerpací trubice a dopravního ústrojí kalů, která je vyvedena ode dna zásobníku kalů a zaústěna do dalších než alespoň vstupního úseku odparky a jednak druhou částí, sestavenou ze sériové kombinace přívodní trubice a výtlačného čerpadla, která je vyvedena zpod hladiny v zásobníku kalů a zaústěna alespoň do vstupního úseku odparky.

Pro případy, kdy v prvních stupních odparky se kal zahustí natolik, že má obsah sušiny srovnatelný s kalem u dna zásobníku, je výhodné, je-li čerpací trubice spojena s výstupem kteréhokoliv úseku odparky, do kteréhožto úseku je zavedena sériové kombinace přívodní trubice a výtlačného čerpadla.

Pro některé typy kalů je výhodné použít zdokonalený dopravní soustrojí kalů, v němž na sériovou kombinaci čerpací trubice a dopravního ústrojí kalů je sériově připojen druhý vstup spalovacího ústrojí.

Další jeho zdokonalení spočívá v tom, že mezi druhý vstup spalovacího ústrojí a výstupní úsek odparky je vložena propojovací trubice.

K průtoku spalin v odparce je se spalinovým vstupem tepelného výměníku každého úseku odparky spojeno dmyhadlo a se spalinovým výstupem tepelného výměníku každého úseku odparky je spojen odlučovač kondenzátu, přičemž každé dmyhadlo je napojeno výtlačnou částí k jemu přiřazenému tepelnému výměníku, zatímco sací část dmyhadla každého z hlediska průchodu kalu předcházejícího úseku odparky je napojena na spalinový výstup odlučovače kondenzátu nejbližší následujícího úseku odparky.

Průtok spalin může být realizován buď samostatnými dmyhadly, přiřazenými k jednotlivým úsekům odparky, nebo skupinově uspořádanými dmyhadly, v rámci čehož alespoň u dvou sousedních úseků odparky je spalinový výstup tepelného výměníku z hlediska průchodu kalu následujícího úseku odparky spojen se spalinovým vstupem tepelného výměníku předcházejícího úseku odparky.

Spalovací ústrojí, v němž se účinně provádí spalovací proces, obsahuje alespoň tři úseky, z nichž v každém je uspořádána fluidní vrstva, přičemž do první



fluidní vrstvy, v prvním úseku, je zaústěn první vstup, spojený s tekutinovým výstupem výměníku tepla, a popřípadě druhý vstup, napojený na sériovou kombinaci čerpací trubice a dopravního ústrojí kalů. Z prostoru nad poslední fluidní vrstvou, upravenou v posledním úseku, je vyveden spalínový výstup. Prostory sousedních fluidních vrstev jsou spojeny.

Podstatnou výhodou zařízení podle vynálezu je možnost snižování obsahu některých škodlivých látek v průběhu spalovacího procesu. Za tím účelem je alespoň do poslední fluidní vrstvy zaústěn přívod aditiva pro snížení obsahu nežádoucích látek ve spalínách.

#### Objasnění výkresu

Na připojeném výkrese jsou schematicky znázorněny příklady provedení zařízení ke spalování kalů, kde značí obr. 1 zařízení s odparkou se stupňovitým pláštěm, obr. 2 zařízení, jehož odparka má plášť ve tvaru komolého kužele a jehož spalovací ústrojí je osazeno ústrojím na výrobu teplé vody, obr. 3 zařízení s odparkou, jejíž úseky jsou tvořeny samostatnými dutými tělesy, přičemž dopravní soustrojí kalů je zaústěno nejen k jednotlivým úsekům odparky, ale i do spalovacího ústrojí, obr. 4 zařízení s dalším typem odparky a se spalovacím ústrojím osazeným ústrojím na výrobu páry, obr. 5 zařízení, jehož hlavní odlišností od předcházejících zařízení je sloučení dmychadel u tepelných výměníků odparky, obr. 6 zařízení s odparkou, jejíž vstupní úsek je umístěn pod čtvrtým úsekem, druhý úsek pod vstupním úsekem a třetí úsek pod druhým úsekem, obr. 7 na rozdíl od obr. 6 zařízení se zdokonaleným typem dopravního agregátu kalů, obr. 8 alternativu s úseky odparky i úseky spalovacího ústrojí umístěnými v horizontální poloze, obr. 9 zařízení jako na obr. 7, ale se znázorněnými vestavbami ve vstupním až třetím úseku odparky.

### Příklad provedení vynálezu

Zařízení ke spalování kalů je tvořeno zásobníkem 100 kalů, odparkou 200, výměníkem 300 tepla a spalovacím ústrojím 400.

Zásobník 100 kalu je tvořen nádobou, opatřenou krytem 140, s výhodou utěsněným. Do zásobníku 100 kalu je zaústěn vstupní kanál 101 pro přívod surového kalu. U krytu 140 je upraveno výstupní hrdlo 102 pro odsávání vzduchu a pachů ze zásobníku 100 kalu. Pro některé typy kalů je účelné, je-li zásobník 100 kalu opatřen míchadlem 130. Do zásobníku 100 kalu je ponořeno dopravní soustrojí kalů.

Na zásobník 100 kalu je napojena odparka 200. Odparka 200 je tvořena alespoň třemi úseky 210, ..., 260. Na přiložených výkresech je znázorněna odparka 200 obsahující vstupní úsek 210, výstupní úsek 260 a mezi nimi druhý až pátý úsek 220, 230, 240 a 250. U vstupního úseku 210 odparky 200 je upraven vzduchový vstup 201, který je přes výstupní hrdlo 102 spojen s prostorem mezi krytem 140 a hladinou 150 kalu v zásobníku 100 kalu. Vzduchový vstup 201 odparky 200 je přes prostor pod krytem 140 spojen s provozem produkujícím surový kal. U výstupního úseku 260 odparky 200 je upraven tekutinový výstup 301, napojený na tekutinový vstup 301 výměníku 300 tepla.

Každý úsek 210, ..., 260 odparky 200 je paralelně napojen na dopravní soustrojí kalů. Dopravní soustrojí kalů obsahuje sériovou kombinací ke dnu zásobníku 100 kalu ponořené čerpací trubice 120 a dopravního ústrojí 110 kalů. Dopravním ústrojím 110 kalů je buď kalové čerpadlo, nebo u kalů, které se nedají čerpat, podavač. V jedné alternativě na sériovou kombinaci čerpací trubice 120 a dopravního ústrojí 110 kalů jsou paralelně připojeny vnitřky všech jednotlivých úseků 210, ..., 260 odparky 200 (obr. 1 a 2). V jiné alternativě, kdy

kal obsahuje relativně málo sušiny, je dopravní soustrojí kalů tvořeno jednak první částí, sestavenou ze sériové kombinace čerpací trubice 120 a dopravního ústrojí 110 kalů, která je vyvedena ode dna zásobníku 100 kalů a zaústěna do dalších než alespoň vstupního úseku 210 odparky 200 a jednak druhou částí, sestavenou ze sériové kombinace přívodní trubice 160 a výtlačného čerpadla 111, která je vyvedena zpod hladiny 150 v zásobníku 100 kalů a zaústěna alespoň do vstupního úseku 210 odparky 200. Přívodní trubice 160 je zaústěna na obr. 3 a 5 jenom do vstupního úseku 210 odparky 200, zatímco na obr. 4 nejen do vstupního úseku 210 odparky 200, ale i do jejího druhého úseku 220. Připojení vnitřků jednotlivých úseků 210, ..., 260 odparky 200 na čerpací trubici 120, resp. na přívodní trubici 160 je provedeno pomocí první až šesté příváděcí trubice 211, ..., 261, z nichž každá je s výhodou opatřena svým uzavíracím orgánem. V příkladu provedení na obr. 7 je dopravní soustrojí kalů upraveno ještě navíc tak, že čerpací trubice 120 je spojena s výstupem třetího úseku 230 odparky 200. Toto zdokonalení může být aplikováno tak, že čerpací trubice 120 je spojena s výstupem kteréhokoliv úseku 210, ..., 230 odparky 210, do kteréhožto úseku 210, ..., 230 je zavedena sériové kombinace přívodní trubice 160 a výtlačného čerpadla 111.

Odparka 200 může být v zásadě dvojího provedení. V rámci jedné alternativy (obr. 1 a 2) odparka 200 obsahuje nádobu ohraničenou pláštěm 216, přičemž je uspořádáno u vstupního úseku 210 dno 215 odparky 200 a u výstupního úseku 260 víko 265 odparky, přičemž současně prostory jednotlivých úseků 210, ..., 260 jsou navzájem volně propojeny a u víka 265 je upraven tekutinový výstup 202 odparky 200 a u dna 215 vzduchový vstup 201 odparky 200. Je výhodné, je-li plášť 216 nádoby spojitě se rozšiřující ve směru ode dna 215 odparky 200 k jejímu víku 265. Jedno provedení takto vytvarovaného pláště 216 spočívá v tom, že plášť 216 nádoby je stupňovitý tak, že je ohraničen vstupní úsek 210 odparky 200 pláštěm 216 o nejmenším průřezu, resp. o nejmenší světlosti,

zatímco výstupní úsek 260 odparky 200 pláštěm 216 o největším průřezu, resp. o největší světlosti. Světlostí se myslí průřez mezi vnitřkem pláště 216 a případnou vestavbou 217, ..., 237. V rámci jiného provedení plášť 216 nádoby má tvar komolého kužele, jehož dolní podstava má menší průměr, než horní podstava.

Jiná alternativa odparky 200 spočívá v tom, že jednotlivé úseky 210, ..., 260 odparky 200 jsou tvořeny samostatnými dutými tělesy s pláštěm, dnem a víkem a s odstupňovanou světlostí tak, že nejmenší světlost a objem má vstupní úsek 210, zatímco největší světlost a objem má výstupní úsek 260, přičemž sousední úseky jsou propojeny spojovacím potrubím 204 (obr. 3 a 5). Vzduchový vstup 201 odparky 200 je upraven ve vstupním úseku 210 a tekutinový výstup 202 odparky 200 je upraven ve výstupním úseku 260.

V další alternativě odparka 200 má tvořeny úseky bližší ke vstupnímu úseku 210 samostatnými dutými tělesy, jejichž světlost se směrem od vstupního úseku 210 zvětšuje, zatímco úseky bližší k výstupnímu úseku 260 jsou obsaženy ve společné nádobě se spojitě se rozšiřujícím pláštěm (obr. 4). Vzduchový vstup 201 odparky 200 je upraven ve vstupním úseku 210 a tekutinový výstup 202 odparky 200 ve výstupním úseku 260.

Odparka 200, která obsahuje alespoň dvě nádoby, (obr. 3 a další) může mít tyto nádoby uspořádány buď nad sebou (obr. 3 až 7), nebo vedle sebe (obr. 8). Variantu podle obr. 8 je výhodné zvolit v těch objektech, v nichž se nepodaří jednotlivé úseky 210, ..., 260 odparky 200 umístit z prostorových důvodů nad sebe.

Jednotlivé úseky 210, ..., 260 odparky 200 je možno orientovat za sebou, resp. nad sebou od vstupního úseku 210 k výstupnímu úseku 260 (např. obr. 3), nebo

je možno je umístit tak, (obr. 6) že vstupní úsek 210 je umístěn pod čtvrtým úsekem 240, druhý úsek 220 pod vstupním úsekem 210 a třetí úsek 230 pod druhým úsekem 220. Zbývající úseky 240, ..., 260 je možno ponechat v obvyklém vzestupném uspořádání nad sebou.

Každý úsek odparky 200 je opatřen neznázorněným odpařovacím ústrojím. Odpařovací ústrojí jednotlivých úseků 210, ..., 260 odparky 200 mohou být odlišného typu, kde jsou osazeny s výhodou zejména úseky bližší vstupnímu úseku 210 odpařovacími ústrojími s vynuceným vnitřním oběhem kalu, zatímco úseky bližší výstupnímu úseku 260 odpařovacími ústrojími s vrstvami fluidovaných částic. Odpařovací ústrojí, resp. vestavby 217, ..., 237 odparky 200 mohou být nejen různého provedení, např. pevné nebo rotující, ale mohou mít různé zástavbové rozměry. Na obr. 9 je zobrazen stav, kde je první vestavba 217 nejmenší, druhá vestavba 227 větší a třetí vestavba 237 největší. Ať jsou rozměry vestaveb 217, ..., 237 jakékoliv, musí zůstat zachována zásada, že jednotlivé úseky 210, ..., 260 odparky 200 mají odstupňovanou světlost tak, že nejmenší světlost a objem má vstupní úsek 210. Na obr. 9 je tato situace znázorněna různými velikostmi vestaveb 217, ..., 237 při shodných geometrických rozměrech plášťů jednotlivých úseků 210, ..., 230 odparky 200.

V každém úseku 210, ..., 260 odparky 200 je uložen tepelný výměník, a to tak, že je uložen ve vstupním úseku 210 první tepelný výměník 212, v druhém úseku 220 druhý tepelný výměník 222, atd. až v pátém úseku 250 pátý tepelný výměník 252 a ve výstupním úseku 260 šestý tepelný výměník 262. Každý tepelný výměník 212, ..., 262 má spalínový vstup a spalínový výstup. Se spalínovým vstupem je spřažena výtlačná část dmyhadla. Se spalínovým výstupem každého tepelného výměníku 212, ..., 262 je spřažen spalínový vstup odlučovače 213, ..., 263 kondenzátu. V jedné alternativě každé dmyhadlo (obr. 1 až 4), např. čtvrté dmyhadlo 244, je napojeno výtlačnou částí k jemu

přiřazenému tepelnému výměníku, tedy čtvrtému tepelnému výměníku 242. V rámci toho je napojeno šesté dmyhadlo 264 na šestý tepelný výměník 262, uložený ve výstupním úseku 260 a první dmyhadlo 214 na první tepelný výměník 212, uložený ve vstupním úseku 210. Sací část dmyhadla každého z hlediska průchodu kalu předcházejícího úseku odparky 200 je napojena na spalínový výstup odlučovače kondenzátu nejbližší následujícího úseku odparky 200, tedy v příkladu provedení podle obr. 1 až 4 např. sací část třetího dmyhadla 234 je napojena na čtvrtý odlučovač 243 kondenzátu. V jiné alternativě (obr. 5) alespoň u dvou sousedních úseků odparky 200 je spalínový výstup tepelného výměníku z hlediska průchodu kalu následujícího úseku odparky 200 spojen se spalínovým vstupem tepelného výměníku předcházejícího úseku odparky 200. Obr. 5 znázorňuje tuto situaci, kde spalínový výstup pátého tepelného výměníku 252 je přímo spojen se spalínovým vstupem čtvrtého tepelného výměníku 242, stejně jako spalínový výstup třetího tepelného výměníku 232 je přímo spojen se spalínovým vstupem druhého tepelného výměníku 222. To znamená, že je vynecháno čtvrté a druhé dmyhadlo 244, 224 a jejich funkci přebírá páté a třetí dmyhadlo 254, 234. Protože se spalínovým výstupem každého tepelného výměníku 212, ..., 262 je spřažen spalínový vstup odlučovače 213, ..., 263 kondenzátu, při provedení podle obr. 5 odpadá pátý a třetí odlučovač 253, 233 kondenzátu a jejich funkci přebírají čtvrtý a druhý odlučovač 243, 223 kondenzátu.

Sací část dmyhadla výstupního úseku 260 odparky 200, tedy sací část šestého dmyhadla 264, je napojena na spalínový výstup 304 výměníku 300 tepla, přičemž mezi sací část tohoto dmyhadla a spalínový výstup 304 výměníku 300 tepla je vloženo odlučovací ústrojí 500 tuhých částic. Odlučovací ústrojí 500 je opatřeno nejčastěji textilním filtrem.

Každý odlučovač 213, ..., 263 kondenzátu je opatřen nejen spalínovým vstupem, ale též spalínovým výstupem a kapalinovým výstupem. Kapalinový výstup odlučovače 213, ..., 263 kondenzátu je zaústěn do odvaděče 600 kondenzátu. Odvaděč 600 kondenzátu může být v případě potřeby opatřen dávkovacím ústrojím 603 úpravárenských surovin. Spalínový výstup odlučovače kondenzátu vstupního úseku 210 odparky 200, tedy spalínový výstup prvního odlučovače 213 kondenzátu, je vyveden do atmosféry, a to buď přímo výstupem 705, nebo podle obr. 1 přes vložené dočišťovací zařízení 700.

Tekutínový výstup 301 výměníku 300 tepla je napojen na první vstup 402 spalovacího ústrojí. V jiném případě (obr. 3 a 5) je kromě toho na sériovou kombinaci čerpací trubice 120 a dopravního ústrojí 110 kalů sériově připojen druhý vstup 407 spalovacího ústrojí 400. Mezi druhý vstup 407 spalovacího ústrojí 400 a výstupní úsek 260 odparky 200 je vložena propojovací trubice 205 s uzávěrem 206.

Spalovací ústrojí 400 obsahuje alespoň tři úseky, a to první úsek 410 jakožto vstupní, alespoň jeden druhý úsek 420 a poslední úsek 430 jakožto výstupní. Spalovací ústrojí 400 je v jednom případě tvořeno uzavřenou nádobou s alespoň třemi fluidními vrstvami 411, 421, 431, uspořádanými tak, že je upravena první fluidní vrstva 411 v prvním úseku 410, střední fluidní vrstva 421 ve středním úseku 420 a poslední fluidní vrstva 431 v posledním úseku 430. V jiné alternativě (obr. 8) je spalovací ústrojí 400 tvořeno úseky 410, 420, 430, z nichž každý je vložen do samostatné nádoby a každý obsahuje svou fluidní vrstvu 411, 421, 431. Z prostorových důvodů je zejména ve stávajících objektech účelné umístit jednotlivé úseky 410, 420, 430 nikoliv nad sebou, jak je znázorněno na obr. 1 až 7, ale vedle sebe (obr. 8). Ať je spalovací ústrojí 400 provedeno podle kterékoliv varianty, do první fluidní vrstvy 411 je zaústěn první vstup 402, spojený s tekutinovým výstupem 302 výměníku 300 tepla a popřípadě druhý

vstup 407, napojený na sériovou kombinaci čerpací trubice 120 a dopravního ústrojí 110 kalů. Z prostoru nad poslední fluidní vrstvou 431 je vyveden spalinový výstup 403, přičemž prostory sousedních fluidních vrstev, tj. první a střední fluidní vrstvy 411, 421 a střední a poslední fluidní vrstvy 421, 431 jsou spojeny, a to buď první a druhou přepadovou trubicí 440, 460 (obr. 1 a další) nebo spojovacími trubicemi 408 (obr. 8). Spalinový výstup 403 spalovacího ústrojí 400 je připojen na regulovatelný spalinový vstup 303 výměníku 300 tepla. Podstata regulovatelného spalinového vstupu 303 spočívá v paralelním připojení regulační klapky 320. Alespoň do poslední fluidní vrstvy 431 je zaústěn přívod 406 aditiva pro snížení obsahu nežádoucích látek ve spalinách.

Nejprve bude popsána činnost zařízení znázorněného na obr. 1. Surové kaly, určené ke spalování, se shromažďují v zásobníku 100 kalu. Obsah zásobníku 100 kalu může být promícháván míchadlem 130. Ze zásobníku 100 kalu se kaly čerpají, resp. dopravují dopravním ústrojím 110 přes neoznačené uzavírací orgány, uložené v jednotlivých přiváděcích trubicích 211, ..., 261, do jednotlivých úseků odparky 200. Současně se ze zásobníku 100 kalu odsává přes výstupní hrdlo 102 vzduch, potřebný pro spalování kalu. Tento vzduch odvádí ze zásobníku 100 kalu páry zapáchajících látek. Vzduch je zaváděn vzduchovým vstupem 201 do vstupního úseku 210 odparky 200. Ve vstupním úseku 210 odparky 200 se vzduch smísí s vodní parou a plyny, které se z kalu uvolní při ohřevu kalu teplem, přiváděným prvním tepelným výměníkem 212. Vzniklá směs par a plynů postupně prochází všemi úseky 210, ..., 260 odparky 200 vně prvního tepelného výměníku 212 až šestého tepelného výměníku 262. Jednotlivé úseky 210, ..., 260 odparky 200 na sebe bezprostředně navazují a objem směsi par a plynů v nich se postupně zvyšuje v každém následujícím úseku odparky 200 v závislosti na množství odpařených plynů a par i v závislosti na množství kalu, dopravovaného první přiváděcí trubicí 211 až šestou přiváděcí trubicí 261 a na množství tepla, předaného prvním tepelným výměníkem 212 až šestým



tepelným výměníkem 262. Směs plynů a par se z odparky 200 odvádí tekutinovým výstupem 202, načež tekutinovým vstupem 301 se zavádí do výměníku 300 tepla, ve kterém se na teplosměnných plochách 310 jednak dosouší tuhé látky a plyny s parami a jednak se předehřívají před spalováním. Tekutinovým výstupem 302 je směs plynů, par a tuhých látek odváděna z výměníku 300 tepla a je zaváděna přes první vstup 402 do spalovacího ústrojí 400, a to do první fluidní vrstvy 411. Po spálení hořlavých látek v první fluidní vrstvě 411 postupují spaliny do střední fluidní vrstvy 421, kde dohořívají podíly, nespálené v první fluidní vrstvě 411. Spaliny pak postupují do poslední fluidní vrstvy 431, do které se, v případě potřeby, mohou přívodem 406 aditiva přivádět potřebné látky pro snížení obsahu nežádoucích plynných látek, např.oxidů síry. Aditiva, např. vápenec, se ze zásobníku 432 aditiv dávkuje do poslední fluidní vrstvy 431 transportním zařízením 490, jímž může být turniket, šnek a pod. Po průchodu poslední fluidní vrstvou 431 se spaliny odvádějí z prostoru nad poslední fluidní vrstvou 431 odváděcí trubkou 450 a ze spalovacího ústrojí 400 odcházejí spalinovým výstupem 403. Aditivum po zreagování v poslední fluidní vrstvě 431 prochází druhou přepadovou trubkou 460 do střední fluidní vrstvy 421, ve které dále probíhají reakce mezi spalinami a nezreagovaným podílem aditiva. Pomocí druhé přepadové trubky 460 se hladina poslední fluidní vrstvy 431 udržuje ve stálé úrovni. Podobně pomocí první přepadové trubky 440 se udržuje ve stálé úrovni i hladina střední fluidní vrstvy 421. Částice aditiva, které přepadají ze střední fluidní vrstvy 421 a nehořlavé částice, vzniklé po spálení hořlaviny, které nejsou tak jemné, aby byly vynášeny ze zařízení spalinami, se vypouští z první. fluidní vrstvy 411 vypouštěcím hrdlem 404. Před zahájením provozu ze studeného stavu je nutné první fluidní vrstvu 411 ohřát na zápalnou teplotu spalovaných látek. Proto je nad první. fluidní vrstvou 411 zabudován zapalovací hořák 470, do kterého se pomocným přívodem 405 zavádí zemní plyn, propan, případně kapalné palivo. Toto pomocné palivo, potřebné pro ohřátí první fluidní vrstvy 411 na zápalnou teplotu, se do první. fluidní vrstvy 411

přivádí pomocným vstupem 401. Spaliny, odváděné ze spalovacího ústrojí 400 spalínovým výstupem 403 se ochlazují ve výměníku 300 tepla, do kterého se zavádí spalínovým vstupem 303. Z výměníku 300 tepla jsou pak ochlazené spaliny odváděny spalínovým výstupem 304. Regulace teploty spalín na spalínovém výstupu 304 z výměníku 300 tepla se provádí pomocí obtoku výměníku 300 tepla a poměr množství spalín protékajících výměník 300 tepla a obtékajících výměník 300 tepla se řídí klapkou 320. Ochlazené spaliny se přivádějí do vstupu 501 odlučovacího ústrojí 500 tuhých částic, zpravidla do textilního filtru. Odloučené částice procházejí výstupem 503 tuhých částic a shromažďují se v zásobníku 510 tuhých částic, ze kterého se pravidelně dopravují na skládku nebo k zařízení na zpracování odpadu. Spalínovým výstupem 502 odcházejí spaliny z odlučovacího ústrojí 500 a šestým dmychadlem 264 jsou dopravovány do výstupního úseku 260 odparky 200. V šestém tepelném výměníku 262 pak zkondenzuje část páry, obsažené ve spalínách a vzniklý kondenzát se odloučí v šestém odlučovači 263 kondenzátu, Objem spalín se sníží o objem zkondenzované páry a spaliny se pátým dmychadlem 254 dopravují do pátého úseku 250 odparky 200. Spaliny tak postupně prochází všemi úseky 260, ..., 210 odparky 200 a v každém úseku 260, ..., 210 se jejich objem zmenšuje o množství zkondenzované páry. Při stejném rozdílu tlaků na šestém a pátém dmychadle 264, 254 se příkon pátého dmychadla 254 sníží přibližně v poměru objemového průtoku spalín před šestým a pátým dmychadlem 264, 254. Toto snížení výkonu je významné, protože objem páry zpravidla mnohonásobně převyšuje objem spalín, vzniklých při spalování sušiny a zkondenzováním malého množství páry se značně zmenší objem spalín. Podobně je tomu i ve zbývajících úsecích odparky 200. Proto při zařazení dmychadel 214, ..., 264 před každý úsek 210, ..., 260 odparky 200 dochází ke značným úsporám energie ve srovnání s použitím jediného dmychadla za odlučovacím ústrojím 500 tuhých částic. Kondenzát, který se postupně odlučuje mezi jednotlivými úseky 210, ..., 260 odparky, 200 se

shromažďuje v odvaděči 600 kondenzátu, do kterého přitéká hlavním vstupem 601 a ze kterého se odvádí hlavním výstupem 602. Pokud je pro další využití kondenzátu potřebná jeho chemická nebo fyzikální úprava, pomocí dávkovacího ústrojí 603 se dodávají potřebné suroviny. Látky, vzniklé při této úpravě, se pak odvádějí pomocným výstupem 604, případně mohou zůstat rozptýleny v kondenzátu. Spaliny, které jsou odváděny z prvního odlučovače 213 kondenzátu, tj. z prvního úseku 210 odparky 200, se odvádějí do ovzduší ústrojím 705 pro výstup spalin. Pokud je nutné jejich chemické nebo fyzikální dočištění, provede se v dočišťovacím zařízení 700, do něhož vstupují hlavním vstupem 701 a z něhož vystupují hlavním výstupem 702. Suroviny použité pro dočištění se přivádějí pomocným vstupem 703 a použité odvádějí pomocným výstupem 704. Kromě dočištění spalin se mohou spaliny před výstupem do ovzduší ohřívat; příslušný výměník tepla však není na obr. 1. nakreslen. Zařízení ke spalování kalů podle obr. 1 lze souhrnně charakterizovat, že je sestaveno tak, aby teplo, uvolněné při spalování ve spalovacím ústrojí 400, se využilo především k odpaření vody z kalu.

Naproti tomu v zařízení znázorněném na obr.2. se spalují kaly s cílem využití tepelného obsahu hořlavých látek k výrobě horké vody, která se dále může využít v blokových úpravách teplé vody pro vytápění staveb a pro ohřev užitkové vody. Od zařízení, které je popsáno na obr. 1, se mj. odlišuje tím, že průřez jednotlivých úseků 210, ..., 260 odparky 200 se mění plynule v závislosti na rychlosti směsi plynů a par v jednotlivých úsecích 210, ..., 260 odparky 200. Jednotlivé úseky 210, ..., 260 odparky 200 na sebe bezprostředně navazují. Přitom se v posledním, tj. ve výstupním úseku 260 odparky 200 dosahuje prakticky úplného vysušení tuhých látek, obsažených v surovém kalu. Ve výměníku 300 tepla se směs plynů, par a sušiny předeřívá na teplotu blízkou teplotě samovznícení sušiny. Tím se dosáhnou podmínky pro nejvyšší možné využití výhřevnosti sušiny. Teplo, vzniklé spálením sušiny v první fluidní vrstvě

411, se v ústrojí 800 pro výměnu tepla využije k ohřevu horké vody. Tato horká voda se pak dopravuje do výměníkůvých stanic 810, kterých může být libovolné množství. Na obr. 2 jsou naznačeny dvě výměníkové stanice 810.

V zařízení ke spalování kalů, znázorněném na obr. 3, se spalují kaly, které mají vysokou výhřevnost a obsahují malé množství sušiny, např. 5% hmotnostních. Teplo obsažené ve spalitelných látkách se využívá pouze k odpaření vody. Od zařízení, které je znázorněno na obr. 1, se zařízení z obr. 3 odlišuje tím, že zásobník 100 kalu současně slouží jako usazovací zařízení. Je známo, že při prodlení kalu v zásobníku 100 kalu po dobu větší než 24 hodin, je u dna 215 zásobníku 100 kalu obsah sušiny větší než 20%. Proto se kal odčerpává jednak ze dna 215 zásobníku 100 kalu a jednak z blízkosti hladiny kalu. Kal čerpaný od hladiny 150 obsahuje jen velmi malé množství tuhých částic a dopravuje se do vstupního úseku 210 odparky 200 (obr. 3), případně do nejbližších následujících úseků, tj. do druhého úseku 220 (obr. 4) nebo také do třetího úseku 230 (obr. 6). Výhodou tohoto uspořádání je, že se zmenší potřebný teplosměnný povrch prvního tepelného výměníku 212, případně druhého i třetího tepelného výměníku 222, 232, protože součinitel přestupu tepla je vyšší než u zahuštěného kalu. Na rozdíl od řídkého kalu se zahuštěný kal ze dna 215 zásobníku 100 kalu dopravuje do vyšších úseků odparky 200, tj. podle obr. 3 do druhého až výstupního úseku 220, ..., 260, podle obr. 6 a 7 do čtvrtého až výstupního úseku 240, ..., 260 a dále i do první fluidní vrstvy 411 spalovacího ústrojí 400, kde se využívá k řízení teploty. Jednotlivé úseky 210, ..., 260 odparky 200 jsou odděleny a využívají různé způsoby odpařování. Např. ve vstupním úseku 210 odparky 200 je první tepelný výměník 212 ponořen do prostoru s vynuceným vnitřním oběhem kalu. V dalších úsecích, tj. v druhém až výstupním úseku 220, ..., 260 je pak kal postupně zaváděn do vrstev fluidovaných částic. Další rozdíl spočívá v tom, že ve spalovacím ústrojí 400 je do třetí fluidní vrstvy 431 ponořen pomocný výměník 432 tepla, kterým se řídí teplota třetí fluidní vrstvy

431 tak, aby odpovídala nejvýhodnější teplotě chemických reakcí dávkovaného aditiva s odstraňovanou složkou spalin.

V zařízení ke spalování kalů podle obr. 4. se spalují kaly s nízkým obsahem sušiny a s vysokou výhřevností. Zařízení je též určeno pro výrobu elektrické energie. Od zařízení, které je znázorněno na obr.2, se zařízení podle obr. 4 odlišuje tím, že zásobník 100 kalu je využit jako usazovací nádrž, ze které je zahuštěný kal dopravován do horních úseků odparky 200, tj. do čtvrtého až výstupního úseku 240, ..., 260, kteréžto horní úseky jsou fluidního typu, přičemž jsou bezprostředně propojeny. Z prostoru od hladiny kalu v zásobníku 100 kalu se kal čerpá do vstupního, druhého a třetího úseku 210, 220, 230 odparky 200, které jsou navzájem odděleny. Zde se teplo dodává prvním až třetím tepelným výměníkem 212, 222 a 232 do obíhající vody v jednotlivých úsecích 210, ..., 230 odparky s vyšší intenzitou, než ve fluidní vrstvě. Proto první až třetí tepelný výměník 212, 222 a 232 mohou mít pro stejný tepelný výkon menší povrch ve srovnání se čtvrtým až šestým tepelným výměníkem 242, 252 a 262. Do první fluidní vrstvy 411 spalovacího ústrojí 400 je ponořen parní výměník 900 tepla, do kterého se vstupem 912 zavádí upravená voda, která se v parním výměníku 900 odpaří a přehřeje. Výstupem 911 se pára odvádí do vstupu 931 parní turbíny turbogenerátoru 930. Výstupem 932 pára odchází do potrubí, kterým se dopravuje do kondenzátoru nebo k další spotřebě.

Zařízení ke spalování kalů podle obr. 5 se od zařízení na obr. 3 liší zapojením dmychadel. Jestliže na obr. 3, ale i na zbývajících předcházejících vyobrazeních ke každému dmychadlu 214, ..., 264 je přiřazen jediný tepelný výměník 212, ..., 262, tak podle obr. 5 jsou spaliny do šestého tepelného výměníku 264 dopravovány šestým dmychadlem 264, ale do pátého tepelného výměníku 252 a do čtvrtého tepelného výměníku 242 pátým dmychadlem 254. Stejně tak je

seriově sprážen druhý a třetí tepelný výměník 222, 232, které jsou napájeny třetím dmychadlem 234.

Činnost zařízení podle obr. 6 je podstatě shodná s činností zařízení podle obr. 5, byť konfigurace vstupního, druhého a třetího úseku 210, 220, 230 odparky 200 je jiná.

U zařízení podle obr. 7 a 9 je činnost shodná jako na obr. 6, ale s tím rozdílem, že kal, který se zahustí ve vstupním, druhém a třetím úseku 210, 220, 230 odparky 200, má obsah sušiny srovnatelný s obsahem sušiny kalu u dna zásobníku 100 kalu, a proto se po výstupu z třetího úseku 230 odparky 200 zavádí do čerpací trubice 120, kterou je unášen spolu s kalem ode dna zásobníku 100 kalu do čtvrtého až výstupního úseku 240, ..., 260 odparky 200 a do spalovacího ústrojí 400.

Přes rozdílné provedení je činnost zařízení podle obr. 8 shodná s činností zařízení na obr. 3. Odlišným znakem je absence zásobníku 480 aditiva.

Všemi alternativami zařízení je realizován způsob spalování kalu s odpařením a předehevem kalu teplem spalin vzniklých při jeho spalovacím procesu. Při tomto způsobu se surový kal, tj. kal nashromážděný jako odpad při nejrůznější biologické i průmyslové činnosti uvede do pohybu v podobě proudu surového kalu, přičemž alespoň první část proudu surového kalu se rozvětví na paralelní dílčí proudy, z nichž ke každému dílčímu proudu se přivede tepelná energie, s výhodou z tepla spalin vzniklých při spalovacím procesu kalu. Z každého dílčího proudu surového kalu vzniknou plyny, páry a tuhé částice, přičemž každý předcházející proud plynů, par a tuhých částic se přidá ke směsi následujícího dílčího proudu surového kalu, plynu, par a tuhých částic, a výsledný proud plynů, par a tuhých částic se ohřeje na spalovací teplotu

a posléze podrobí spalovacímu procesu. Část vzniklého tepla v podobě spalin se předá nejprve výslednému proudu plynů, par a tuhých částic až do výše odpovídající spalovací teplotě a potom postupně jednotlivým dílčím proudům směsi surového kalu a z předcházejících proudů přimíchaných plynů, par a tuhých částic, načež zbytková tepelná energie spalin se odvede do ovzduší. V rámci zdokonalující alternativy druhá část proudu surového kalu, zejména v husté formě, se podrobí spalovacímu procesu spolu s výsledným proudem plynů, par a tuhých částic, zahřátým na spalovací teplotu

### Průmyslová využitelnost

Způsob a zařízení podle vynálezu jsou využitelné při likvidaci a energetickém využití kalů vznikajících jako důsledek biologických procesů např. v čistírnách odpadních vod, kalů vzniklých při důlní a průmyslové činnosti, ale zejména kalů vznikajících v živočišné výrobě, např. při chovu vepřů.

### Patentové nároky

1. Způsob spalování kalu s odpařením a předehřevem kalu teplem spalin vzniklých při jeho spalovacím procesu, při němž surový kal se uvede do pohybu v podobě proudu surového kalu, *vyznačující se tím, že* alespoň první část proudu surového kalu se rozvětví na paralelní dílčí proudy surového kalu, z nichž ke každému dílčímu proudu surového kalu se přivede tepelná energie, s výhodou z kondenzačního tepla spalin vzniklých při spalovacím a odpařovacím procesu kalu, načež z každého dílčího proudu surového kalu vzniknou plyny, páry a tuhé částice, přičemž každý předcházející proud plynů, par a tuhých částic se přidá ke směsi následujícího dílčího proudu surového kalu, plynu, par a tuhých částic, a výsledný proud plynů, par a tuhých částic se předehřeje a posléze podrobí spalovacímu procesu, z něhož část vzniklého tepla se předá nejprve výslednému proudu plynů, par a tuhých částic až do výše odpovídající spalovací teplotě a potom postupně jednotlivým dílčím proudům směsi surového kalu a z předcházejících proudů přimíchaných plynů, par a tuhých částic, načež zbytková tepelná energie spalin se odvede do ovzduší.

2. Způsob podle bodu 1, *vyznačující se tím, že* druhá část proudu surového kalu, zejména v husté formě, se podrobí spalovacímu procesu spolu s výsledným proudem plynů, par a tuhých částic, zahřátým na spalovací teplotu

3. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, *vyznačující se tím, že* obsahuje zásobník (100) kalů, odparku (200), výměník (300) tepla a spalovací ústrojí (400), kde odparka (200) je tvořena alespoň třemi úseky (210, ..., 260), z nichž je upraven u výstupního úseku (260) odparky (200) tekutinový výstup (202), napojený na tekutinový vstup (301) výměníku (300) tepla, a u vstupního úseku (210) odparky (200) vzduchový vstup (201), přičemž každý úsek (210, ..., 260) odparky (200) je paralelně napojen na dopravní soustrojí



kalů, spojené se zásobníkem (100) kalů, a v každém úseku (210, ..., 260) odparky (200) je uložen tepelný výměník (212, ..., 262), s jehož spalínovým vstupem je spřažena výtlačná část dmyhadla (214, ..., 264) a s jehož spalínovým výstupem je spřažen spalínový vstup odlučovače (213, ..., 263) kondenzátu, přičemž současně sací část dmyhadla (264) výstupního úseku (260) odparky (200) je napojena na spalínový výstup (304) výměníku (300) tepla a současně kapalinový výstup odlučovače (213, ..., 263) kondenzátu je zaústěn do odvaděče (600) kondenzátu, spalínový výstup odlučovače (213) kondenzátu vstupního úseku (210) odparky (200) je vyveden do atmosféry a tekutinový výstup (302) výměníku (300) tepla je napojen na první vstup (402) spalovacího ústrojí (400), přičemž spalínový výstup (403) spalovacího ústrojí (400) je připojen na regulovatelný spalínový vstup (303) výměníku (300) tepla.

4. Zařízení podle bodu 3, *vyznačující se tím, že* zásobník (100) kalu je opatřen krytem (140), s výhodou utěsněným, přičemž vzduchový vstup (201) odparky (200) je spojen s prostorem mezi krytem (140) a hladinou (150) kalu v zásobníku (100) kalu.

5. Zařízení podle bodu 4, *vyznačující se tím, že* vzduchový vstup (201) odparky (200) je spojen vstupním kanálem (101) s provozem produkujícím surový kal.

6. Zařízení podle bodu 3, *vyznačující se tím, že* zásobník (100) kalu je opatřen míchadlem (130).

7. Zařízení podle bodu 3, *vyznačující se tím, že* mezi sací část dmyhadla (264) výstupního úseku (260) odparky (200) a spalínový výstup (304) výměníku (300) tepla je vloženo odlučovací ústrojí (500) tuhých částic.

8. Zařízení podle bodu 3, *vyznačující se tím, že* odparka (200) obsahuje nádobu ohraničenou pláštěm, přičemž je uspořádáno u vstupního úseku (210) dno (215) odparky (200) a u výstupního úseku (260) víko (265) odparky (200), přičemž současně prostory jednotlivých úseků (210, ..., 260) odparky (200) jsou navzájem volně propojeny a u víka (265) je upraven tekutinový výstup (202) odparky (200) a u dna (215) vzduchový vstup (201) odparky (200).

9. Zařízení podle bodu 8, *vyznačující se tím, že* plášť (216) nádoby je stupňovitý tak, že je ohraničen vstupní úsek (210) odparky (200) pláštěm (216) o nejmenší světlosti, zatímco výstupní úsek (260) odparky (200) pláštěm (216) o největší světlosti.

10. Zařízení podle bodu 8, *vyznačující se tím, že* plášť (216) nádoby je spojitě se rozšiřující ve směru ode dna (215) odparky (200) k jejímu víku (265).

11. Zařízení podle bodu 10, *vyznačující se tím, že* plášť (216) nádoby má tvar komolého kužele, jehož dolní podstava má menší průměr, než horní podstava.

12. Zařízení podle jednoho z bodů 8 až 11, *vyznačující se tím, že* dopravní soustrojí kalů je tvořeno sériovou kombinací ke dnu zásobníku (100) kalu ponořené čerpací trubice (120) a dopravního ústrojí (110) kalů, přičemž na sériovou kombinaci čerpací trubice (120) a dopravního ústrojí (110) kalů jsou paralelně připojeny vnitřky jednotlivých úseků (210, ..., 260) odparky (200).

13. Zařízení podle bodu 3, *vyznačující se tím, že* jednotlivé úseky (210, ..., 260) odparky (200) jsou tvořeny samostatnými dutými tělesy s pláštěm, dnem a víkem a s odstupňovanou světlostí tak, že nejmenší světlost a objem má vstupní úsek (210), zatímco největší světlost a objem má výstupní úsek (260), přičemž sousední úseky jsou propojeny spojovacím potrubím (204) a vzduchový

vstup (201) odparky (200) je upraven ve vstupním úseku (210) a tekutinový výstup (202) odparky (200) je upraven ve výstupním úseku (260).

14. Zařízení podle bodu 13, *vyznačující se tím, že* odpařovací ústrojí jednotlivých úseků (210, ..., 260) odparky (200) jsou odlišného typu, kde jsou osazeny s výhodou zejména úseky bližší vstupnímu úseku (210) odpařovacími ústrojími s vynuceným vnitřním oběhem kalu, zatímco úseky bližší výstupnímu úseku (260) odpařovacími ústrojími s vrstvami fluidovaných částic.

15. Zařízení podle bodu 3, *vyznačující se tím, že* odparka (200) má tvořeny úseky bližší ke vstupnímu úseku (210) samostatnými dutými tělesy, jejichž světlost se směrem od vstupního úseku (210) zvětšuje, zatímco úseky bližší k výstupnímu úseku (260) jsou obsaženy ve společné nádobě se spojitě se rozšiřujícím pláštěm, přičemž je upraven vzduchový vstup (201) odparky (200) ve vstupním úseku (210) a tekutinový výstup (202) odparky (200) ve výstupním úseku (260).

16. Zařízení podle jednoho z bodů 13 a 15, *vyznačující se tím, že* dopravní soustrojí kalů je tvořeno jednak první částí, sestavenou ze sériové kombinace čerpací trubice (120) a dopravního ústrojí (110) kalů, která je vyvedena ode dna zásobníku (100) kalů a zaústěna do dalších než alespoň vstupního úseku (210) odparky (200) a jednak druhou částí, sestavenou ze sériové kombinace přívodní trubice (160) a výtlačného čerpadla (111), která je vyvedena zpod hladiny (150) v zásobníku (100) kalů a zaústěna alespoň do vstupního úseku (210) odparky (200).

17. Zařízení podle bodu 16, *vyznačující se tím, že* čerpací trubice (120) je spojena s výstupem kteréhokoliv úseku odparky (200), do kteréhožto úseku je

zavedena sériové kombinace přívodní trubice (160) a výtlačného čerpadla (111).

18. Zařízení podle jednoho z nároků 12 a 16, *vyznačující se tím, že* na sériovou kombinaci čerpací trubice (120) a dopravního ústrojí (110) kalů je sériově připojen druhý vstup (407) spalovacího ústrojí (400).

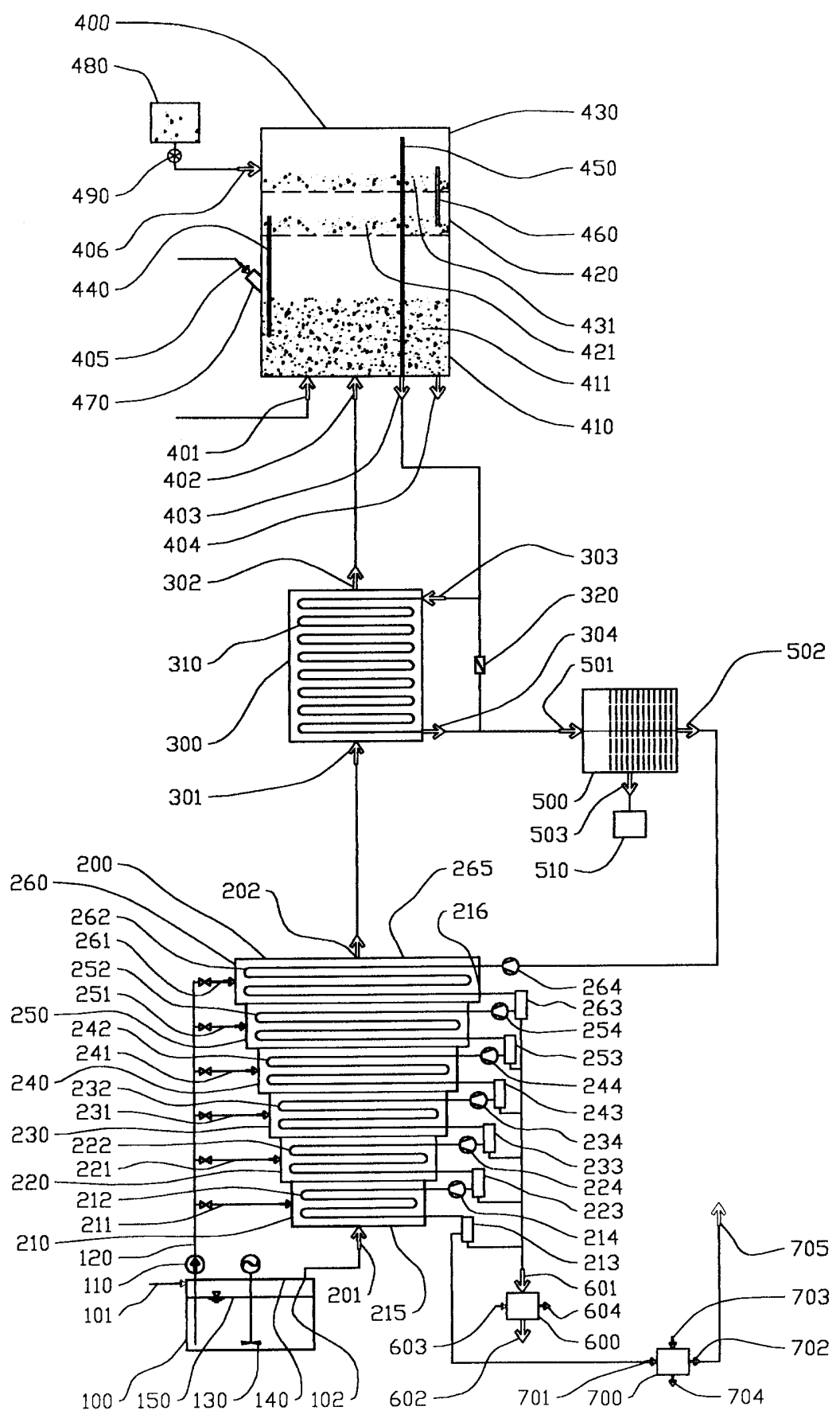
19. Zařízení podle nároku 18, *vyznačující se tím, že* mezi druhý vstup (407) spalovacího ústrojí (400) a výstupní úsek (260) odparky (200) je vložena propojovací trubice (205).

20. Zařízení podle bodu 3, *vyznačující se tím, že* se spalínovým vstupem tepelného výměníku (212, ..., 262) každého úseku (210, ..., 260) odparky (200) je spojeno dmyhadlo (214, ..., 264) a se spalínovým výstupem tepelného výměníku (212, ..., 262) každého úseku (210, ..., 260) odparky (200) je spojen odlučovač (213, ..., 263) kondenzátu, přičemž každé dmyhadlo (214, ..., 264) je napojeno výtlačnou částí k jemu přiřazenému tepelnému výměníku (212, ..., 262), zatímco sací část dmyhadla (214, ..., 264) každého z hlediska průchodu kalu předcházejícího úseku (210, ..., 260) odparky (200) je napojena na spalínový výstup odlučovače (213, ..., 263) kondenzátu nejbližší následujícího úseku (210, ..., 260) odparky (200).

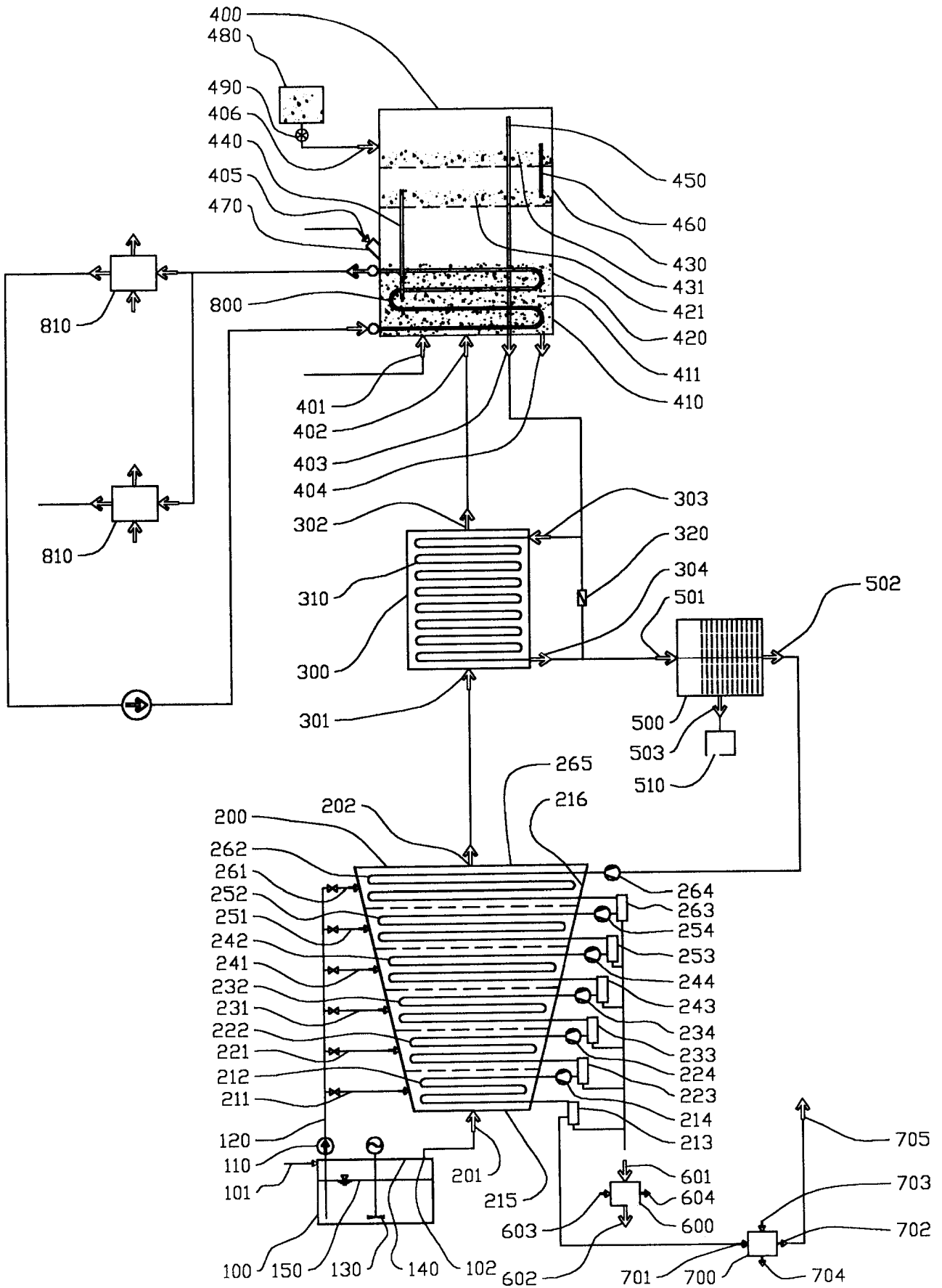
21. Zařízení podle bodu 3, *vyznačující se tím, že* alespoň u dvou sousedních úseků odparky (200) je spalínový výstup tepelného výměníku (212, ..., 262) z hlediska průchodu kalu následujícího úseku odparky (200) spojen se spalínovým vstupem tepelného výměníku (212, ..., 262) předcházejícího úseku odparky (200).

22. Zařízení podle jednoho z bodů 3 a 18, *vyznačující se tím, že* spalovací ústrojí (400) obsahuje alespoň tři úseky (410, ..., 430), z nichž v každém je uspořádána fluidní vrstva (411, ..., 431), přičemž do první fluidní vrstvy (411), v prvním úseku (410), je zaústěn první vstup (402), spojený s tekutinovým výstupem (302) výměníku (300) tepla a popřípadě druhý vstup (407), napojený na sériovou kombinaci čerpací trubice (120) a dopravního ústrojí (110) kalů, a z prostoru nad poslední fluidní vrstvou (431), v posledním úseku (430), je vyveden spalinový výstup (403), přičemž prostory sousedních fluidních vrstev (411, ..., 431) jsou spojeny.

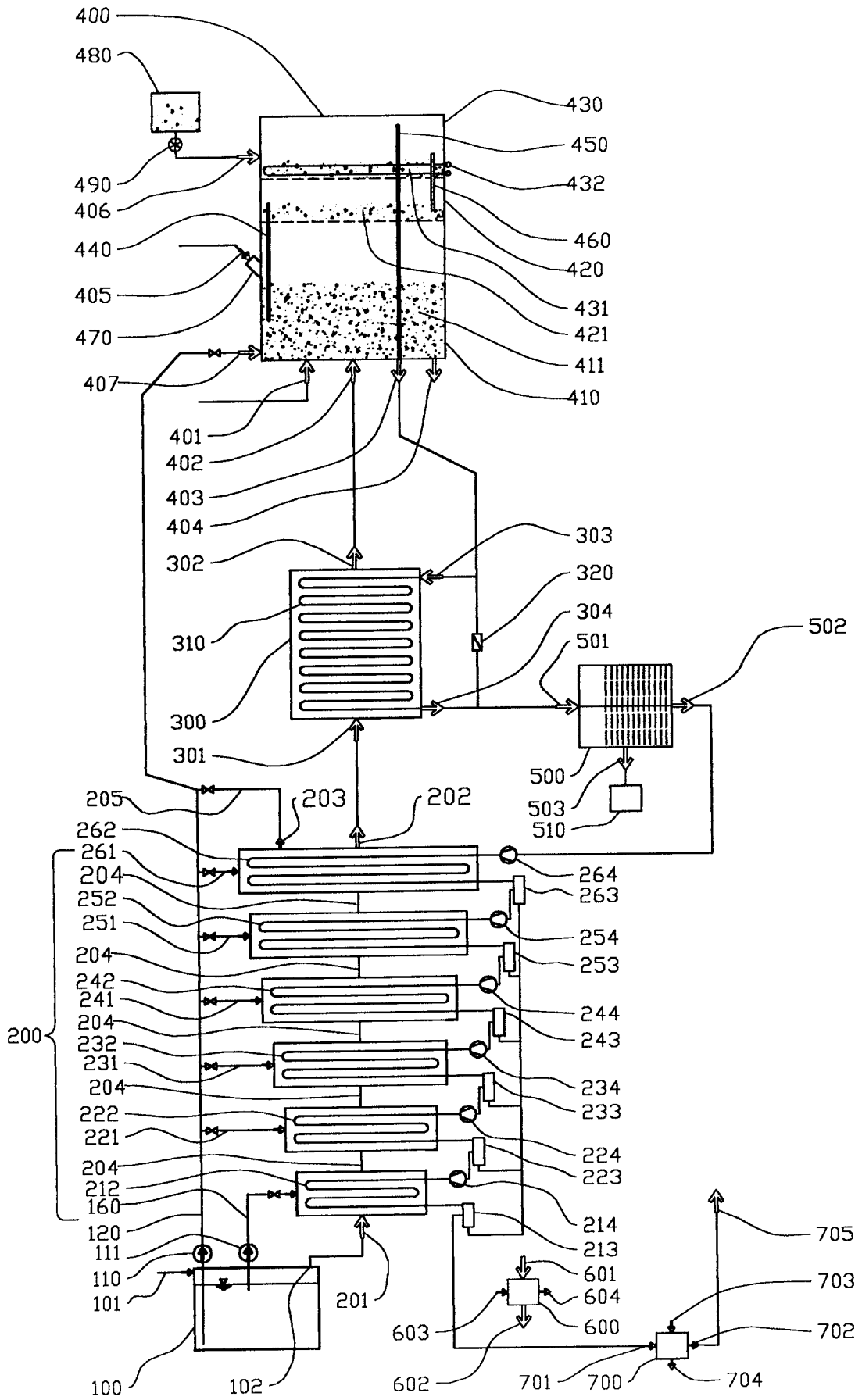
23. Zařízení podle bodu 22, *vyznačující se tím, že* alespoň do poslední fluidní vrstvy (431) je zaústěn přívod (406) aditiva pro snížení obsahu nežádoucích látek ve spalinách.



OBR. 1

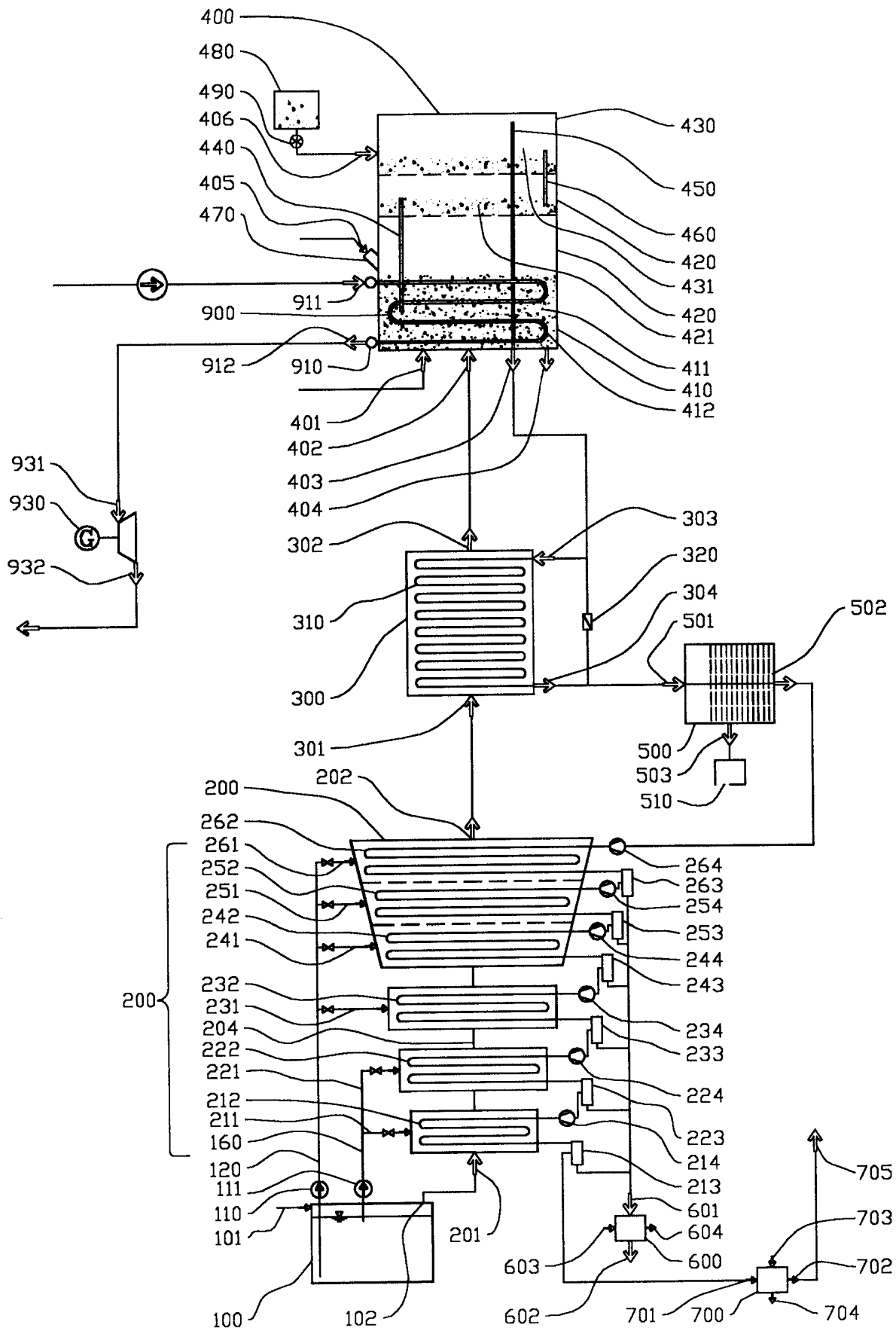


OBR. 2

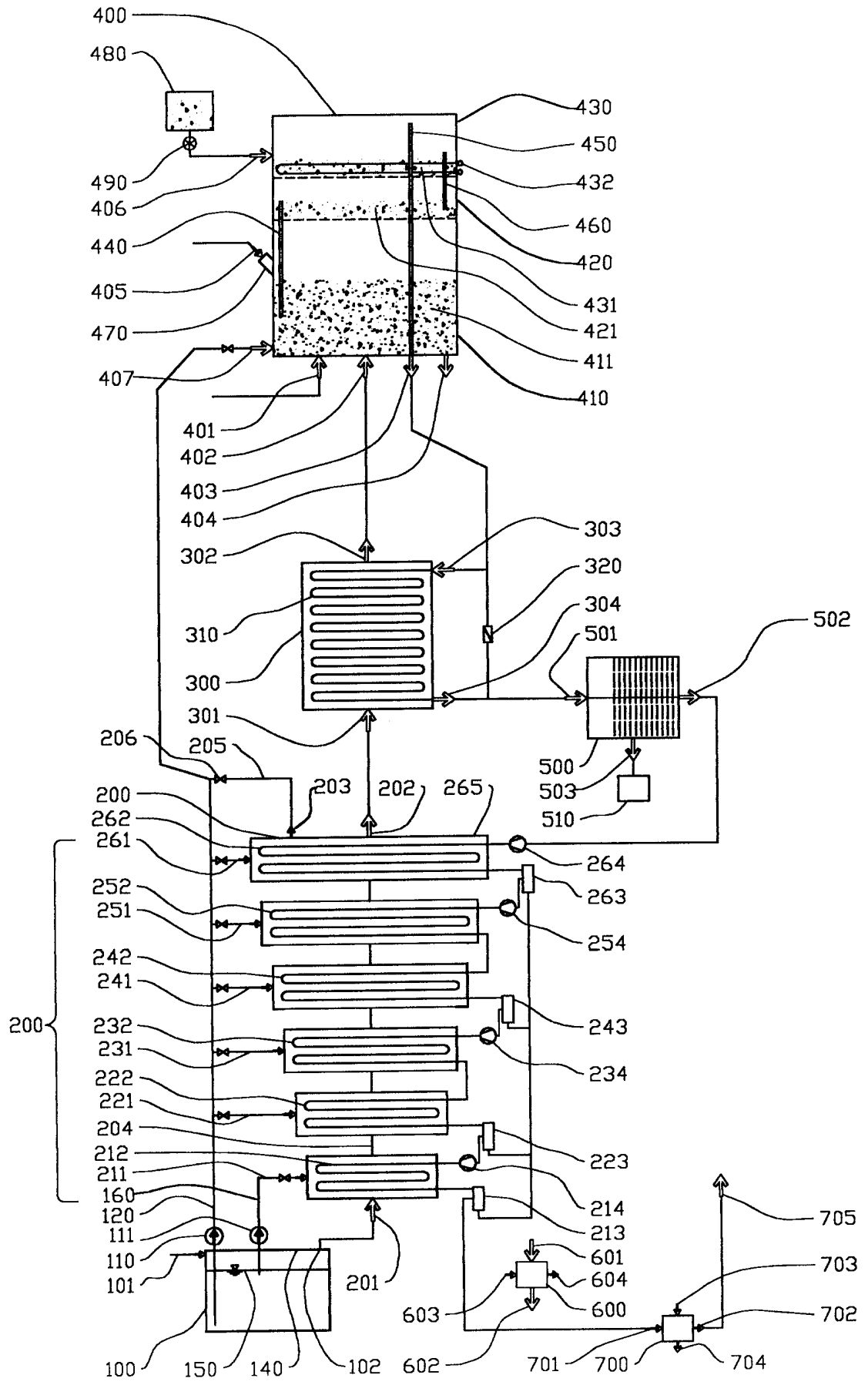


OBR. 3





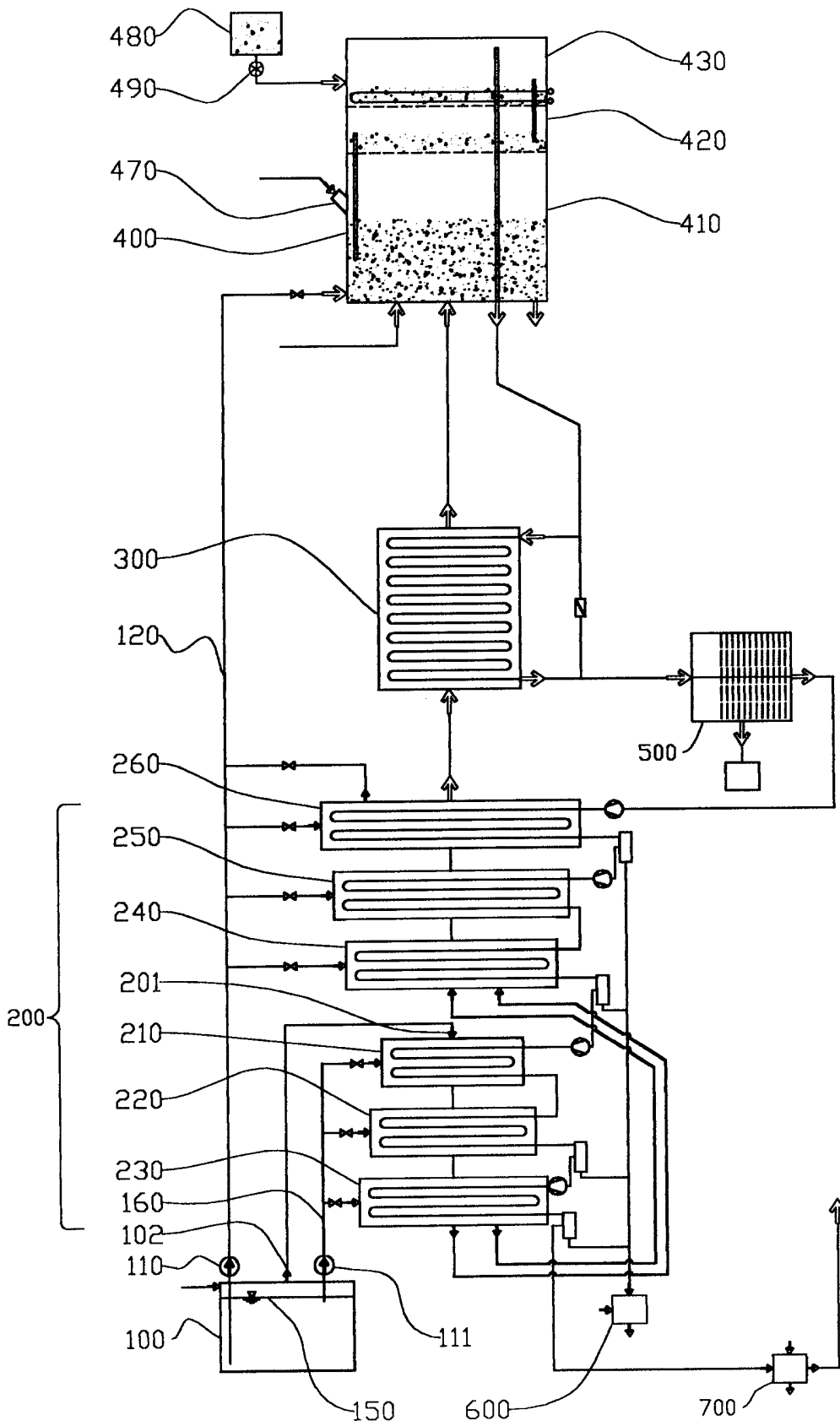
OBR. 4



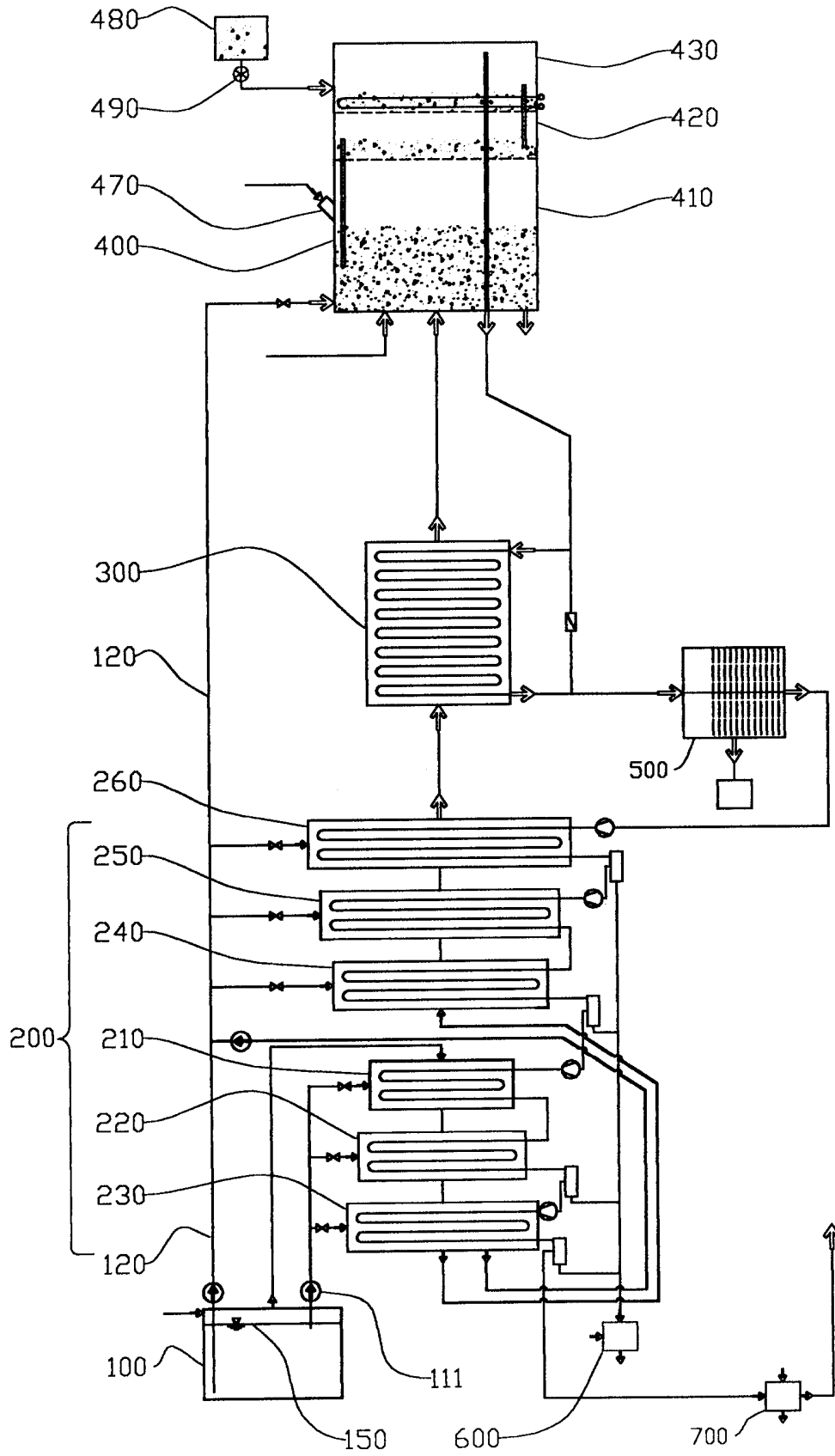
OBR. 5

6/9

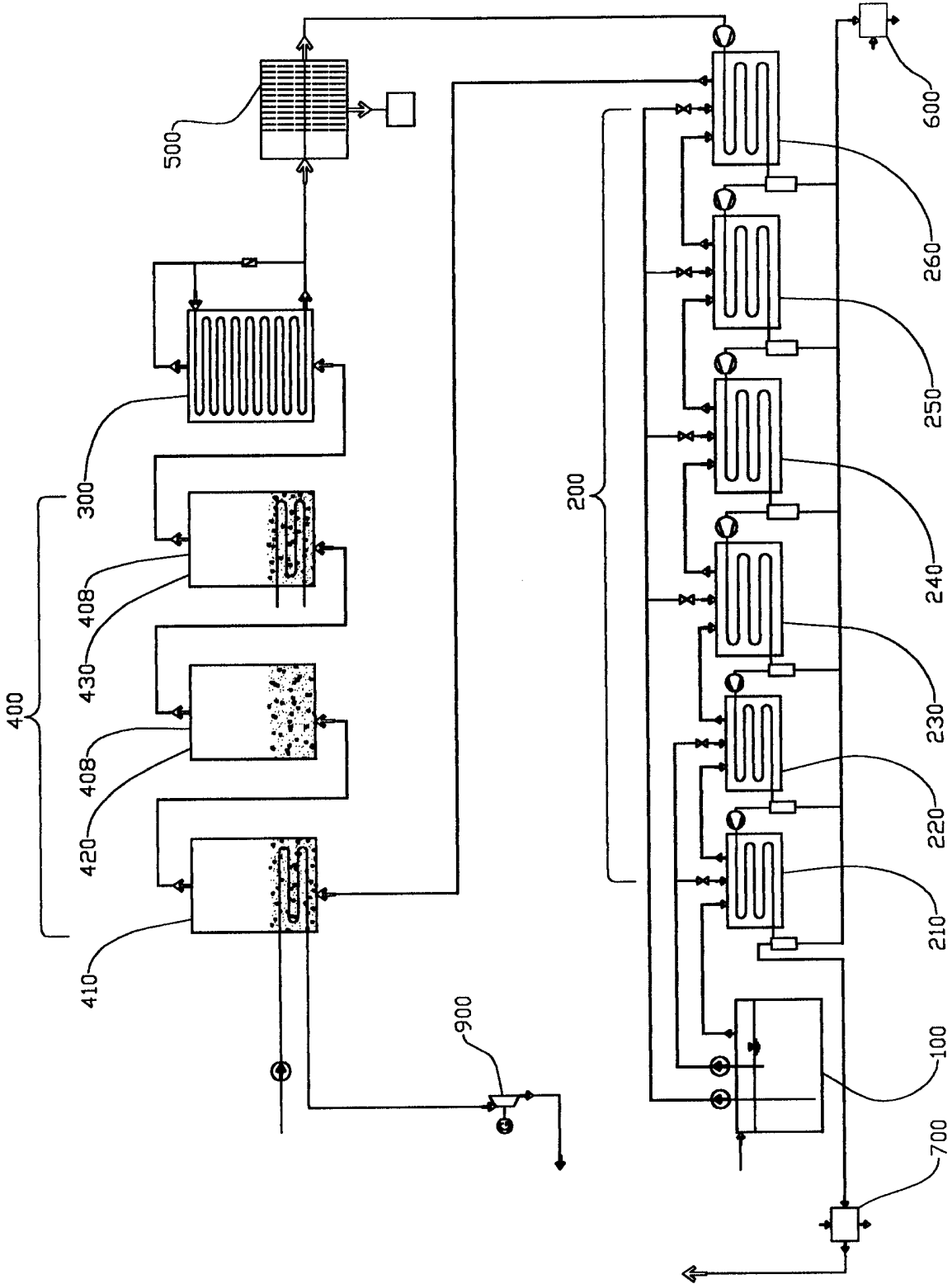
17.01.05



OBR. 6



OBR. 7

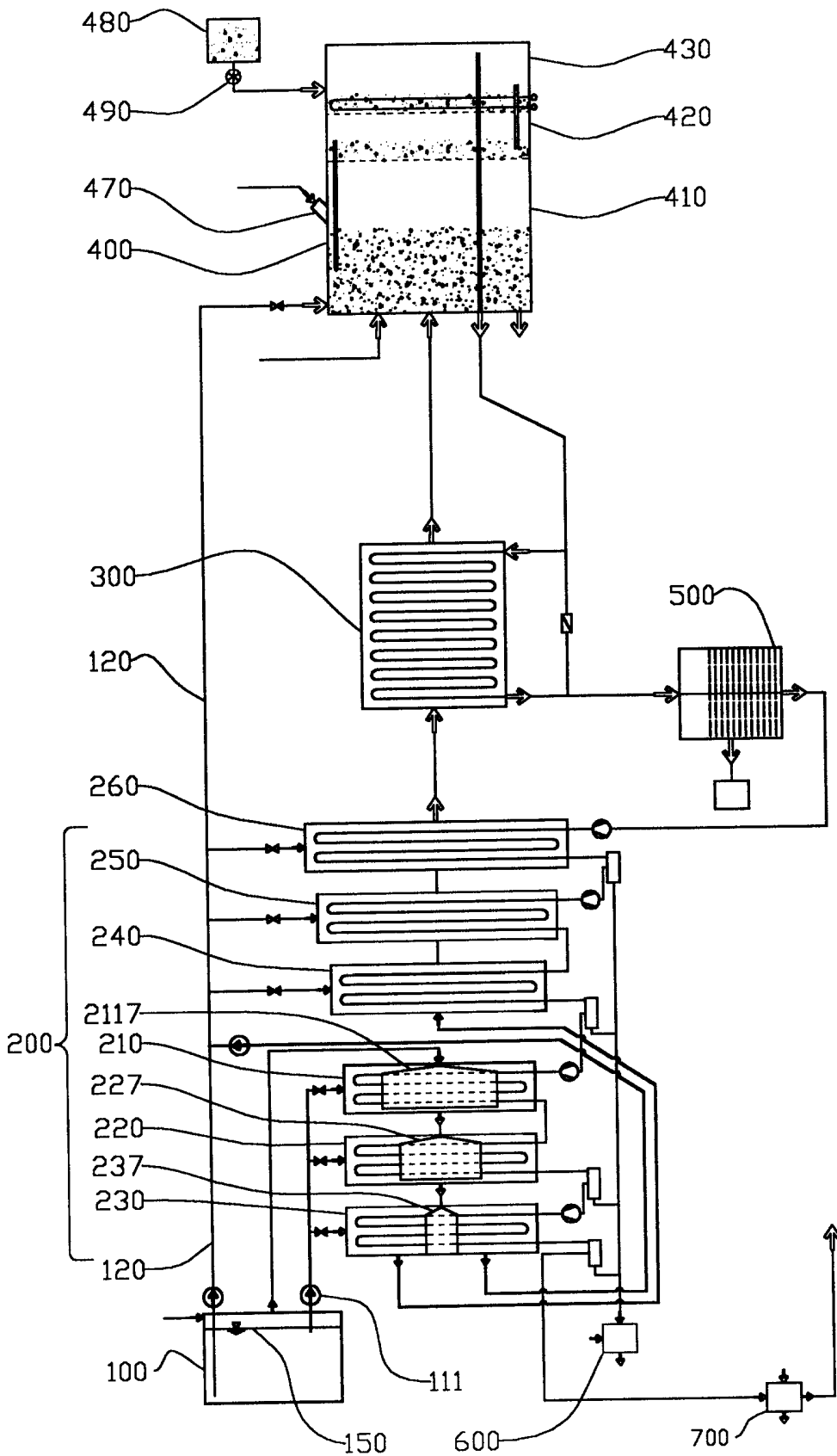


OBR. 8

9/9

17.01.05

2005-30



OBR. 9