



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

210840

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 21 05 79
(21) (PV 3476-79)

(51) Int. Cl.³
C 02 F 3/04

(40) Zveřejněno 30 06 81

(45) Vydáno 15 09 83

(75)

Autor vynálezu

MACKRLE SVATOPLUK ing. CSc., BRNO, MACKRLE VLADIMÍR dr. ing. CSc.,
PRAHA

(54) Způsob dvojstupňové separace suspence při čištění vody vzniklé koagulací přidanými srážedly a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Vynález se týká způsobu dvoustupňové separace suspence při čištění vody vzniklé koagulací přidanými srážedly a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Vynález je určen pro čištění vody s požadavkem vysoké kvality, např. pro čištění povrchových a podzemních vod pro průmyslové a pitné účely, pro chemické čištění odpadních vod pro jejich opětné použití a pro terciární dočištění biologicky čištěných odpadních vod.

V technologii čištění vody jsou známé a využívány různé systémy filtrace s pevnou zrnitou vrstvou, například tradiční pískové filtry, modifikované filtry s vícevrstvou náplní o různých specifických vahách filtračního materiálu atd. Při zvýšených požadavcích na kvalitu vody je pro dočištění vody běžně používána filtrace řečenou pevnou zrnitou vrstvou. Výhodou filtrace tohoto druhu je dosažení vysoké separační účinnosti. Její nevýhodou je však rychlé zanášení zrnité vrstvy pevného filtru a nutnost její regenerace.

Značné výhody oproti těmto tradičním filtrům vykazují filtry s plovoucí zrnitou náplní se specifickou vahou menší než voda. Výhoda těchto filtrů je především ve zkrácení doby regenerace zpětným proudem vody a z toho vyplývajícím snížením spotřeby prací vody.

Podstatné z hospodárnění provozu filtrů s pevnou zrnitou vrstvou přináší dvojstupňové uspořádání separačního procesu při čištění vody, při kterém se větší část suspence odstraní kontinuálním separačním procesem nevyžadujícím regenerace. Pro první stupeň separace je známé použití sedimentace např. v lamelovém usazováku, nebo fluidní filtrace v nedokonalé vznášeném fluidním filtru. Zrnité filtry s pevnou vrstvou se použijí pouze pro dočištění vody na požadovanou kvalitu, tj. pro druhý stupeň. Dvojstupňová separace suspence je proto

významným přínosem při čištění vody při vyšších koncentracích suspenze a při požadavku na odstranění prakticky veškeré suspenze. Známá zařízení tohoto typu jsou konstruována jako monobloková zařízení, sdružující oba separační procesy do jedné nádrže.

U známých zařízení pro dvojstupňovou separaci suspenze však nebylo dosud dosaženo optimálního propojení obou separačních procesů, jak parametrického, tak i konstrukčního. Separace sedimentací v lamelovém usazováku vyžaduje náročnou konfiguraci zařízení a nákladné vestavby. Známé použití separace v nedokonale vznášeném fluidním filtru pro první stupeň separace před filtrací plovoucí vrstvou má základní nevýhodu v menším jednotkovém výkonu, takže při spojení s plovoucím filtrem v jediném zařízení není tento plně využit, tj. nelze dosáhnout optimálního řešení.

Další podstatnou nevýhodou doposud známých zařízení, používajících jako první stupeň separace nedokonale vznášené fluidní filtrace, je porušení stability fluidní vrstvy při regeneraci zrnitého plovoucího filtru jeho proplachem přes vrstvu fluidního filtru. Obnovení stability fluidního filtru si vyžaduje delší čas - i několik hodin -, přičemž dochází k úniku velkého množství suspenze na druhý filtrační stupeň, který se tak rychle zanáší a tím se snižuje i jeho kapacita.

Vynález si klade za úkol odstranění uvedených nevýhod a dosažení optimálního výkonového sladěním fluidní filtrace s homogenizací vložkovité suspenze s filtrací plovoucí zrnitou filtrační vrstvou a jejich seřazení do společné nádrže charakteru monoblokového zařízení.

Podstata způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že proudící suspenze je postupně podrobena homogenizaci, separaci, fluidní filtraci v dokonale vznášeném fluidním filtru a dále filtraci v zrnitém plovoucím filtru, nad nimiž vytváří zásobu, z níž je odváděna, přičemž zrnitý plovoucí filtr je periodicky regenerován zpětným proplachem řečené zásoby.

Je výhodné, že homogenizace suspenze, její separace fluidní filtrací v dokonale vznášeném fluidním filtru a filtrace v zrnitém plovoucím filtru, jakož i vytváření zásoby, probíhá ve stále vzestupném proudění suspenze.

Podstata zařízení k provádění způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že ve společné nádrži je homogenizační prostor, alespoň jeden separační prostor, nad nímž je filtrový a zásobní prostor se zrnitým plovoucím filtrem a dále zahušťovací a odkalovací prostor, popř. vzdušník, přičemž na zahušťovací a odkalovací prostor je napojen jednak odtok odsazené vody, jednak odkalovací potrubí s odběrem kalu a současně i kanál, jehož vstup je v podstatě v úrovni hladiny dokonale vznášeného fluidního filtru a spodní úrovni filtrového a zásobního prostoru.

Dalším význakem je, že homogenizační a separační prostor, filtrový a zásobní prostor jsou uspořádány nad sebou.

Pro zařízení o velkých výkonech je výhodné řešení, podle něhož homogenizační prostor přechází průchody do dvou separačních prostorů a nad nimi uspořádaný filtrový a zásobní prostor je až po horní úroveň zrnitého plovoucího filtru rozdělen příčkou k zamezení přenosu proudění mezi separačními prostory a po obou stranách homogenizačního prostoru jsou vytvořeny vzdušníky, napojené ve svých horních částech na přívody stlačeného vzduchu a na odvod vzduchu a ve svých spodních částech průtočnými kanály s filtrovým a zásobním prostorem a celkový objem obou vzdušníků je alespoň přibližně roven objemu zásobního prostoru tvořícího nejvyšší část filtrového a zásobního prostoru nad horní úroveň zrnitého plovoucího filtru, přičemž společná nádrž má podélný tvar s výhodou ležatého válce, mezi jehož jedním čelem a vloženou stěnou je vytvořen zahušťovací a odkalovací prostor a kanál je tvořen otvorem ve vložené stěně.

U jiného výhodného řešení zahušťovací a odkalovací prostor přechází volně do výše uspořádaného vzdušníku, který je ve své horní části napojen na přívod stlačeného vzduchu a na odvod vzduchu, přičemž objem vzdušníku je alespoň přibližně roven objemu zásobního prostoru, tvořícího nejvyšší část filtrového a zásobního prostoru nad horní úroveň plovoucího filtru.

U dalšího řešení je výhodné, že objem zahušťovacího a odkalovacího prostoru je alespoň přibližně roven objemu zásobního prostoru, tvořícího nejvyšší část filtrového a zásobního prostoru nad horní úroveň plovoucího filtru, přičemž odběr kalu je opatřen rychlozávěrem o průtočném průřezu umožňujícím průtok alespoň 20násobku průtoku čištěné vody.

Konstrukčně je výhodné řešení, kde zahušťovací a odkalovací prostor má prstencovitý tvar a je vymezen kuželovitou horní dělicí stěnou separačního prostoru, kuželovitou spodní dělicí stěnou homogenizačního prostoru a částí pláště společné nádrže, a dále, že kanál je tvořen jednak dělicí stěnou probíhající směrem dolů od horního okraje kuželovité horní dělicí stěny vymežující separační prostor, jednak protilehlou částí pláště, popřípadě, že odtok usazované vody je uspořádán v horní části zahušťovacího a odkalovacího prostoru.

Příklady zařízení podle vynálezu jsou schematicky vyobrazeny na připojených výkresech, kde obr. 1 představuje příčný řez zařízením, určeným pro větší výkony, a obr. 2 příčný řez zařízením vhodným zejména pro menší výkony, obr. 3 příčný řez zařízením v podobě ležatého válce, obr. 4 částečně odkrytý boční pohled na zařízení podle obr. 3.

Zařízení je tvořeno svislou válcovou nádrží s pláštěm 1 uzavřeným dole dnem 2 a nahoře víkem 20.

V nádrží jsou nad sebou vytvořeny homogenizační prostor 3, separační prostor 4 a filtrový a zásobní prostor 5.

V homogenizačním prostoru 3 je hřeblové míchadlo se spodním hřeblem 30 a horním hřeblem 31, jež jsou protiběžně poháněny sousedními hřídeli 32, 33 vyvedenými nahoru, kde jsou v záběru s neznázorněným zdrojem hnací síly.

Ve spodní části homogenizačního prostoru 3 je zaústěn přívod 34 čištěné vody. Homogenizační prostor 3 je propojen průchodem 35 se separačním prostorem 4 pro fluidní separaci s tzv. dokonale vznášenu fluidní filtrační vrstvou s hladinou 40, která je určena horním okrajem kuželovité horní dělicí stěny 41, na jejíž spodní okraj navazuje kuželovitá dolní dělicí stěna 36.

Nad hladinou 40 je filtrový a zásobní prostor 5, členěný směrem nahoru na vrstvu 50 vyčištěné vody, na zrnitý plovoucí filtr 51, opírající se o propustnou omezovací stěnu 52 uchycenou na vnitřní části pláště 1 a na zásobní prostor 53 filtrované vody, v němž je uspořádán odběr 54 filtrované vody, vyvedený mimo válcovou nádrž.

Mezi přilehlými stranami horní dělicí stěny 41 a dolní dělicí stěny je uspořádán vzdušník 6 a s tímto volně propojený zahušťovací a odkalovací prostor 7. Vzdušník 6 je vymezen jednak horní dělicí stěnou 41, jednak dělicí stěnou 71, navazující na horní okraj horní dělicí stěny 41 a probíhající směrem dolů do zahušťovacího a odkalovacího prostoru 7, tak, že spolu s protilehlou částí vnitřní stranou pláště 1 vytváří kanál 72.

Ve své horní části je vzdušník 6 napojen na uzavíratelný přívod vody 61 a odvod 62 stlačeného vzduchu. Přívod 61 je napojen na neznázorněný zdroj stlačeného vzduchu.

Zahušťovací a odkalovací prostor 7 je pod úrovní hladiny 73 napojen na odtok 74 odsazené vody; ve své spodní části pak je opatřen odkalovacím potrubím 75 napojeným na odběr 76 kalu, který je vyveden mimo válcovou nádrž.

S výhodou je objem vzdušníku 6 zvolen tak, aby jeho velikost alespoň přibližně odpovídala objemu zásobního prostoru 53.

Plovoucí filtr 51 je tvořen známým drobnými plovoucími tělísky.

U provedení podle obr. 3 a 4 je použito podélné nádrže, s výhodou válcové, tvořené pláštěm 1, v němž je vytvořen homogenizační prostor 3 s míchadlem, tvořeným hranou rotující perforovanou nátokovou trubicí 37 opatřenou lopatkami 38, již je přiváděna do homogenizačního prostoru 3 čištěná voda s přidávkami srážedly. Nad průchody 35 jsou vedle sebe rovnoběžně probíhající separační prostory 4, vzájemně oddělené příčkou 55 k zamezení přenosu proudění mezi separačními prostory 4 působením pohybu lopatek 38. Vzdušníky 6 jsou dole opatřeny pomocnými odkalovacími vývody 79.

Po stranách nádrže probíhají vzdušníky 6 oddělené od nádrže zaoblenými dělicími stěnami 65, napojené nahoře na přívody 61 stlačeného vzduchu a na odvody 62 vzduchu, které jsou s výhodou synchronně spřaženy. Vzdušníky 6 jsou ve svých spodních částech propojeny průtočnými kanály 63 s filtrovým a zásobním prostorem 5, tvořenými zahnutými stěnami 64 a protilehlými částmi zaoblených dělicích stěn 65.

Zahušťovací a odkalovací prostor 7 u tohoto provedení je vytvořen mezi čelem 10 uzavíracím pláště 1 nádrže a vloženou stěnou 78, v níž je v úrovni hladiny 40 dokonale vznášeného fluidního filtru vytvořen otvor, tvořící kanál 72. Zahušťovací a odkalovací prostor 7 je opatřen odtokem 74 odsazené vody a ve spodní části odkalovacím potrubím 75 a odběrem kalu 76.

U všech popsaných zařízení je v horní části společné nádrže vytvořen dostatečně velký průduch 11 umožňující průchod vzduchu při náhlém poklesu hladiny vody v zásobním prostoru 53 při regeneraci zrnitého plovoucího filtru 51.

Funkce zařízení podle obr. 3 a 4 je obdobná jako u již popsaného provedení se vzdušníkem 6 s tím rozdílem, že separační prostor 4 je rozdělen do dvou paralelně pracujících separačních prostorů 4 a je použito dvou synchronně rychle vodou naplňovaných a pomalu pomocí stlačeného vzduchu vyprazdňovaných vzdušníků 6, tj. tímto vzduchem naplňovaných, a to pomocí synchronně ovládaných přívodů 61 stlačeného vzduchu a odvodu 62 vzduchu.

Popsané zařízení pracuje následovně. Přívodem 34 čištěné vody vstupuje voda s náležitě nadávkovanými srážedly do homogenizačního prostoru 3, kde probíhá homogenizace a zhutňování vytvořené vločkovité suspence v důsledku turbulence působením hřeblového míchadla, tj. rotací hřebel 30 a 31 a čištění vody. Vyčištěná voda s homogenizovanou suspensí přechází z horní části homogenizačního prostoru průchodem 35 do separačního prostoru 4, kde se vytváří vrstva dokonale vznášeného fluidního filtru s hladinou 40 a kde probíhá první stupeň separace kalu.

Suspence zachycená ve fluidním filtru je odváděna - působení odběru odsazené vody odtokem 74 - z hladiny 40 kanálem 72 do zahušťovacího a odkalovacího prostoru 7, kde se usazuje a zahušťuje.

Vzdušník 6 je naplňován vzduchem přiváděným postupně přívodem 61 stlačeného vzduchu.

Voda z hladiny 40 fluidního filtru proudí ve vzestupném proudu vrstvou 50 vyčištěné vody do plovoucího filtru 51, který je udržován ve své poloze propustnou omezovací stěnou 52 a v němž probíhá druhý stupeň separace kalu. Filtrovaná voda vstupuje do zásobního prostoru 53, odkud je odváděna odběrem 54 filtrované vody mimo válcovou nádrž.

Při popsaném procesu dochází však k postupnému ucpávání plovoucího filtru 51 suspensí, která ještě zůstala ve vyčištěné vodě po jejím průchodu fluidním filrem, tj. po prvním stupni

separace. Proto musí být vrstva zrnitého plovoucího filtru 51 periodicky zbavována této suspence, tj. regenerována. Regenerace se provádí náhlým zpětným proudem dostatečného množství vody, k čemuž slouží zásoba filtrované vody v zásobním prostoru 53.

Zpětného proudění vody se dosáhne náhlým vypuštěním vzduchu ze vzdušníku 6 otevřením ventilu v odvodu 62 stlačeného vzduchu. Při tomto náhlém vypuštění vzduchu ze vzdušníku 6 pronikne do něj kanálem 72 v průběhu cca několika desítek vteřin voda, čímž je filtrovaná voda ze zásobního prostoru 53 nucena proudit v opačném směru proti směru filtrace vrstvou plovoucího filtru 51, kterou uvede do expanse směrem dolů, naruší zanesený kal, odplaví jej dolů a tím plovoucí filtr 51 regeneruje. Voda ze zásobního prostoru 53 tedy proudí kanálem 72 a vyplní, jak již zmíněno, objem vzdušníku 6. Před popsanou regenerací plovoucího filtru 51 se provede odkalení suspence zahuštěné ve spodní části zahušťovacího a odkalovacího prostoru 7. K odkalování se používá odkalovacího potrubí 75 a odběru 76 kalu. Objem vzdušníku 6, jak již zmíněno, se přibližně rovná objemu zásobního prostoru 53. Po takto provedené regeneraci plovoucího filtru 51 je vzdušník 6 postupně naplňován vzduchem příívodem 61 stlačeného vzduchu. Objem zahušťovacího a odkalovacího prostoru 7 je s výhodou dimensován tak, aby stačil pojmout všechny kal odebraný z fluidního filtru v separačním prostoru 4 v čase mezi dvěma popsanými regeneracemi plovoucího filtru 51, k čemuž lze použít aplikace vhodných automatizačních prvků. Je třeba zdůraznit, že jak odkalováním, tak regenerací plovoucího filtru 51 není narušena funkce ani stabilita fluidního filtru a po skončení těchto operací zařízení pracuje s plným výkonem a maximální účinností. Zatímco naplnění vzdušníku 6 probíhá zpravidla během několika desítek vteřin, trvá postupné naplňování vzdušníku 6 vzduchem několik hodin, s výhodou po dobu, kdy nastane potřeba další regenerace plovoucího filtru 51.

Zařízení zobrazené na obr. 2 je do značné míry obdobné jako na obr. 1 a je vhodné pro menší výkony. Jednotlivé elementy, které jsou identické s elementy zařízení podle obr. 1, jsou stejně značeny. Toto řešení se liší pouze v systému regenerace vrstvy zrnitého plovoucího filtru 51, odpadá vzdušník 6. Zahušťovací a odkalovací prostor 7 je využit pro zahušťování kalu odebíraného z hladiny 40 fluidního filtru odběrem částí čištěné kapaliny odtokem 74 odsazené vody. Objem zahušťovacího a odkalovacího prostoru 7 je přibližně shodný s objemem zásobního prostoru 54 filtrované vody. Průtočný průřez odkalovacího potrubí 75 a odběru 76 kalu jsou dimensovány pro průtok 20 až 50 násobků průtoku čištěné vody. Odběr 76 kalu je opatřen rychlouzávěrem 77, pro okamžité nastartování plného průtoku. Funkci rychlouzávěru 77 plně vyhovuje jakékoliv technické řešení umožňující spolehlivé a rychlé otevření odběru 76 kalu.

Popsané zařízení pracuje shodně jako zařízení znázorněné na obr. 1, jen s tím rozdílem, že regenerace vrstvy plovoucího filtru 51 je prováděna současně s odkalem zahušťovacího a odkalovacího prostoru. Otevřením rychlouzávěru 77 na odběru 76 kalu filtrovaná voda akumulovaná v zásobním prostoru 53 nad plovoucím filtrem 51 proudí v protisměru proti směru filtrace a expanduje vrstvou plovoucího filtru 51 směrem dolů a tím jej regeneruje, jak již uvedeno. Regenerát proudí kanálem 72 do zahušťovacího a odkalovacího prostoru 7, aniž jeho proud poruší stabilitu fluidního filtru v separačním prostoru 4. Současně s regenerací plovoucího filtru 51 dochází k odvodu zahušťovacího a odkalovacího prostoru 7, kterýžto kal vznikl zahušťováním a usazováním suspence odebrané z fluidního filtru. Po ukončení současně probíhajícího odkalení a regenerace plovoucího filtru 51, je separační funkce zařízení ihned s plnou účinností obnovena, a to jak u fluidního filtru, tak i u plovoucího filtru 51, tj. obou stupňů separace.

Popsaný způsob a znázorněná zařízení mají četné výhody. Vzhledem k tomu, že maximální výkony fluidní filtrace s homogenizací vločkovité suspence i filtrace plovoucí zrnitou filtrační vrstvou jsou srovnatelné, umožňuje navržené řešení jejich optimální seřazení do jednoho monoblokového zařízení s dosažením vysokého specifického výkonu, vztaheno jak na separační plochu, tak i na objem zařízení.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob dvoustupňové separace při čištění vody, vzniklé koagulací přidanými srážedly, vyznačený tím, že proudící suspenze je postupně podrobena homogenizaci, separaci, fluidní filtraci v dokonale vznášeném fluidním filtru a dále filtraci v zrnitém plovoucím filtru, nad nímž vytváří zásobu, z níž je odváděna, přičemž zrnitý plovoucí filtr je periodicky regenerován zpětným proplachem řečené zásoby.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že homogenizace suspenze, její separace fluidní filtrací v dokonale vznášeném fluidním filtru a filtrace v zrnitém plovoucím filtru, jakož i vytváření zásoby probíhá ve stále vzestupném proudění suspenze.

3. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačené tím, že ve společné nádrži je homogenizační prostor (3), alespoň jeden separační prostor (4), nad nímž je filtrový a zásobní prostor (5) se zrnitým plovoucím filtrem (51) a dále zahušťovací a odkalovací prostor (7), popř. vzdušník (6), přičemž na zahušťovací a odkalovací prostor (7) je napojen jednak odtok (74) odsazené vody, jednak odkalovací potrubí (75) s odběrem (76) kalu a současně i kanál (72), jehož vstup je v podstatě v úrovni hladiny (40) dokonale vznášeného fluidního filtru a spodní úrovní filtrového a zásobního prostoru (5).

4. Zařízení podle bodu 3, vyznačené tím, že homogenizační prostor (3), separační prostor (4) a filtrový a zásobní prostor (5) jsou uspořádány nad sebou.

5. Zařízení podle bodu 3, vyznačené tím, že homogenizační prostor (3) přechází průchody (35) do dvou separačních prostorů (4) a nad nimi uspořádaný filtrový a zásobní prostor (5) je až po horní úroveň zrnitého plovoucího filtru (51) rozdělen příčkou (55) k zamezení přenosu proudění mezi separačními prostory (4) a po obou stranách homogenizačního prostoru (3) jsou vytvořeny vzdušníky (6), napojené ve svých horních částech na přívody (61) stlačeného vzduchu a na odvod (62) vzduchu a ve svých spodních částech průtočnými kanálky (63) s filtrovým a zásobním prostorem (5) a celkový objem obou vzdušníků (6) je alespoň přibližně roven objemu zásobního prostoru (53) tvořícího nejvyšší část filtrového a zásobního prostoru (5) nad horní úrovní zrnitého plovoucího filtru (51), přičemž společná nádrž má podélný tvar s výhodou ležatého válce, mezi jehož jedním čelem a vloženou stěnou (78) je vytvořen zahušťovací a odkalovací prostor (7) a kanál (72) je tvořen otvorem ve vložené stěně (78).

6. Zařízení podle bodu 3 a 4, vyznačené tím, že zahušťovací a odkalovací prostor (7) přechází volně do výše uspořádaného vzdušníku (6), který je ve své horní části napojen na přívod (61) stlačeného vzduchu a na odvod (62) vzduchu, přičemž objem vzdušníku (6) je alespoň přibližně roven objemu zásobního prostoru (53), tvořícího nejvyšší část filtrového a zásobního prostoru (5) nad horní úrovní plovoucího filtru (51).

7. Zařízení podle bodu 3 a 4 vyznačené tím, že objem zahušťovacího a odkalovacího prostoru (7) je alespoň přibližně roven objemu zásobního prostoru (53) tvořícího nejvyšší část filtrového a zásobního prostoru (5) nad horní úrovní plovoucího filtru (51), přičemž odběr (76) kalu je opatřen rychlouzávěrem (77) o průtočném průřezu umožňujícím průtok alespoň 20násobku průtoku čištěné vody.

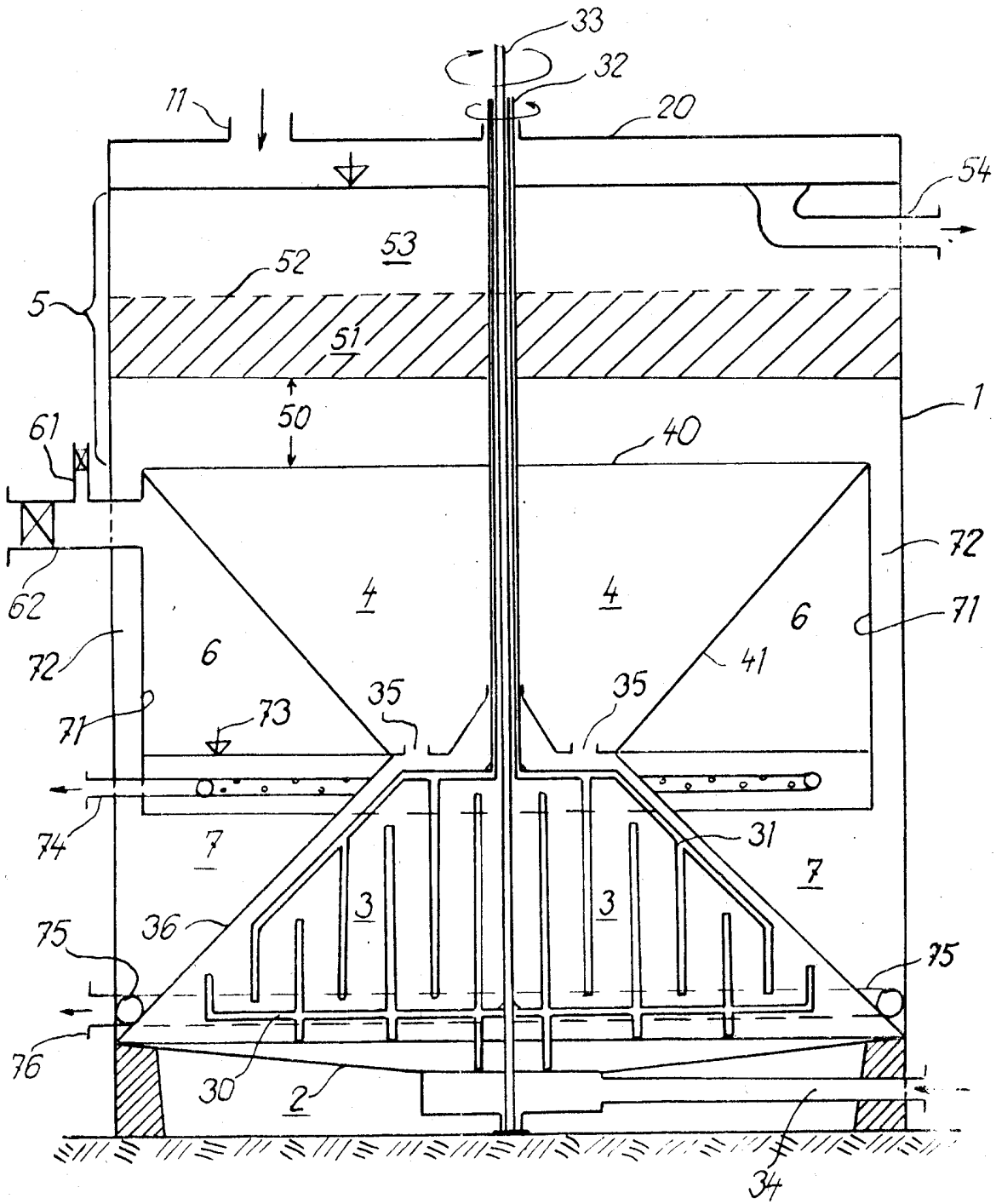
8. Zařízení podle bodu 3, 4, 6 a 7 vyznačené tím, že zahušťovací a odkalovací prostor (7) má prstencovitý tvar a je vymezen kuželovitou horní dělicí stěnou (41) separačního prostoru (4), kuželovitou spodní dělicí stěnou (36) homogenizačního prostoru (3) a částí pláště (1) společné nádrže.

9. Zařízení podle bodu 3, 4, 6, 7 a 8 vyznačené tím, že kanál (72) je tvořen jednak dělicí stěnou (71) probíhající směrem dolů od horního okraje kuželovité horní dělicí stěny

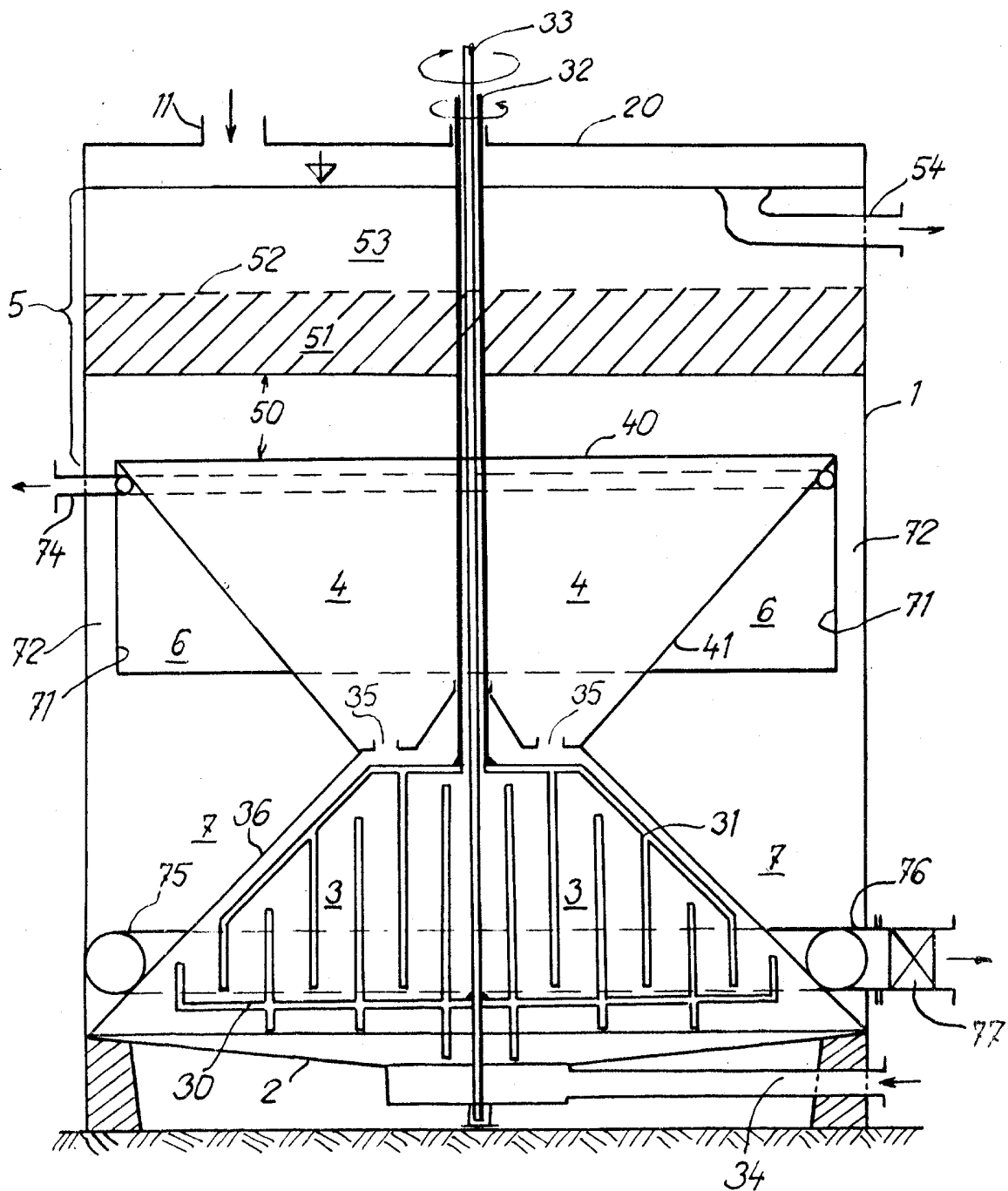
(41), vymezující separační prostor (4), jednak protilehlou částí pláště (1).

10. Zařízení podle bodu 7 vyznačené tím, že odtok (74) usazované vody je uspořádán v horní části zahušťovacího a odkalovacího prostoru (7).

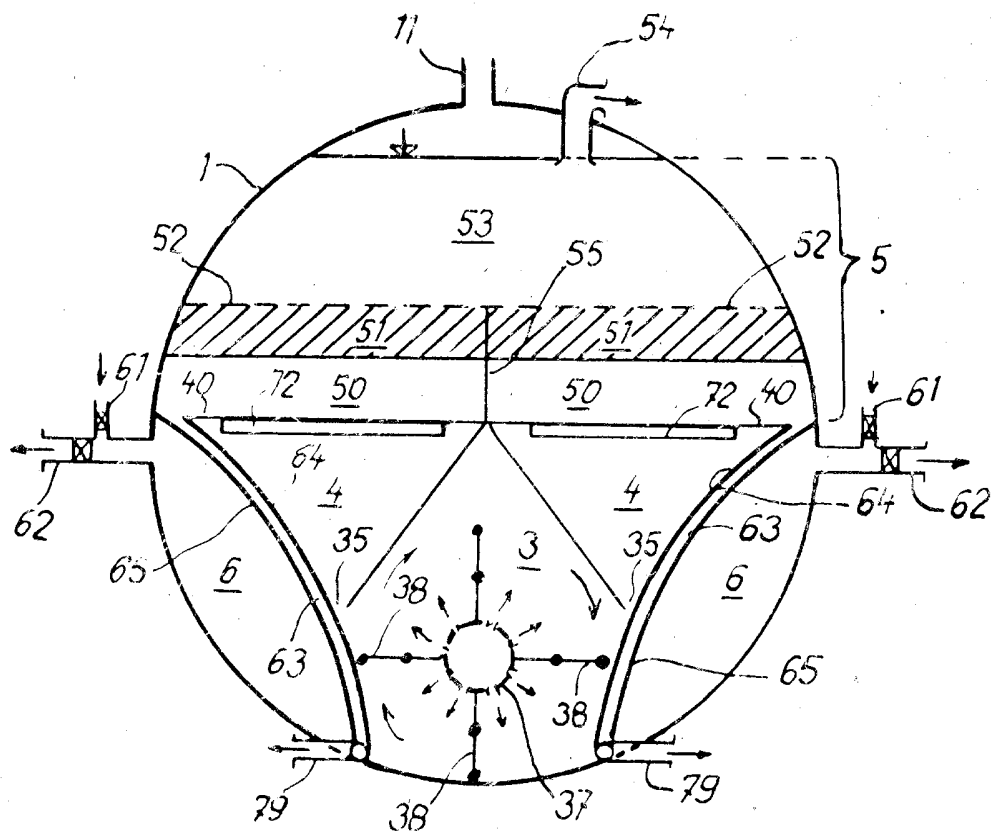
4 listy výkresů



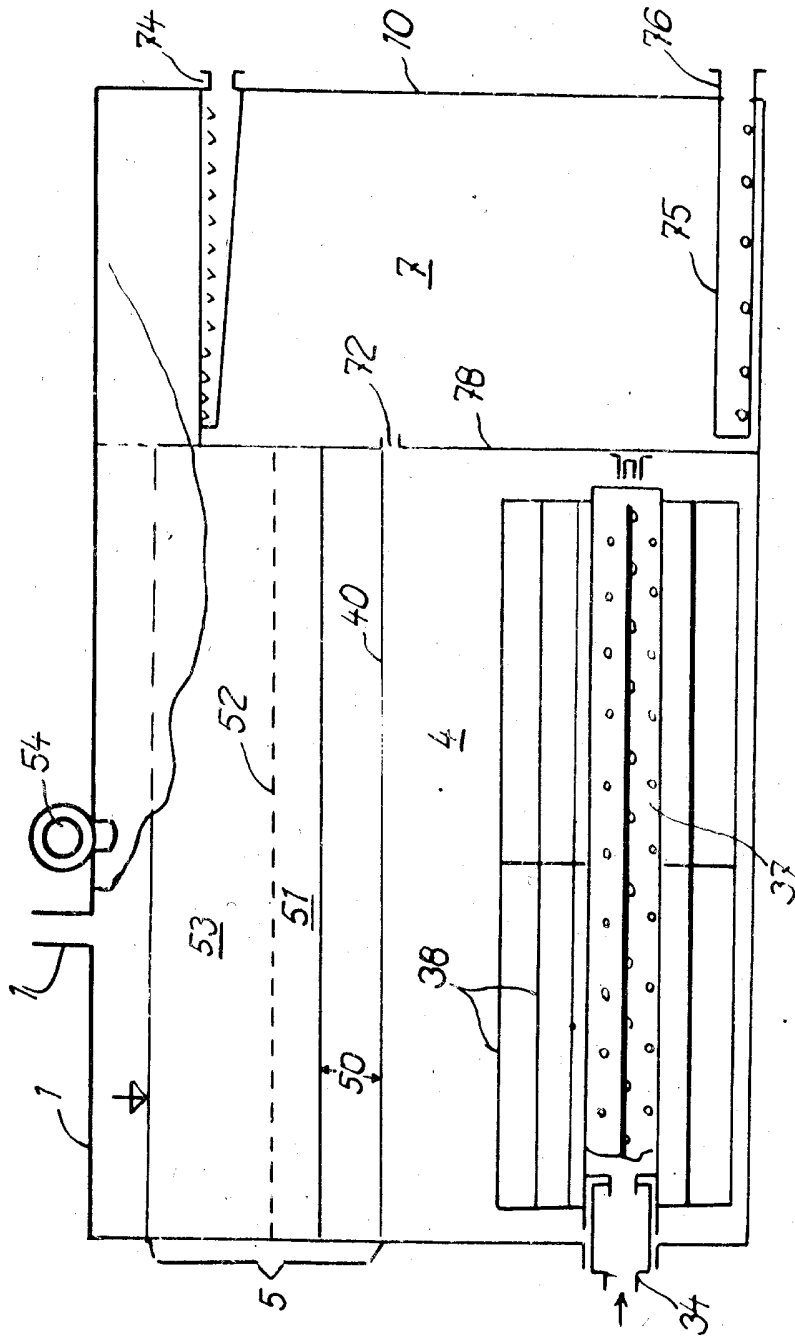
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4