

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **235240**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **425387**

(22) Data zgłoszenia: **26.04.2018**

(51) Int.Cl.

F24F 3/16 (2006.01)

F24F 3/14 (2006.01)

(54)

Układ i sposób oczyszczania i nawilżania powietrza

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

04.11.2019 BUP 23/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

15.06.2020 WUP 07/20

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

BERNARD POŁEDNIK, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Maciej Nowicki

PL 235240 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ i sposób oczyszczania i nawilżania powietrza w pomieszczeniach.

Dotychczas znane są różnego rodzaju sposoby oczyszczania powietrza w systemach grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych. Zanieczyszczenia powietrza usuwa się najczęściej na różnego rodzaju filtrach. Wyróżnia się przy tym filtry wstępnego oczyszczania powietrza wykonane z materiałów włóknistych, których zadaniem jest usuwanie z powietrza grubych cząstek aerozolowych. Stosuje się też filtry dokładne i końcowe do oczyszczania powietrza z drobnych i submikrometrowych cząstek. Oprócz sposobów filtracyjnych znane są również sposoby elektrostatycznego oczyszczania powietrza.

W zgłoszeniu patentowym US 3191362 przedstawiony jest sposób, w którym wykorzystano elektrostatyczny oczyszczacz powietrza z warstwą filtracyjną z aktywowanym materiałem. Sposób oczyszczania powietrza, w którym cząstki zanieczyszczeń są elektrostatycznie ładowane, a następnie są usuwane z powietrza na filtracyjnym materiale zaprezentowano w zgłoszeniu patentowym US 3798879. W zgłoszeniu patentowym US 20030217642 przedstawione jest rozwiązanie wykorzystujące mokry elektrostatyczny odpylacz gazów, w którym gaz laminarnie przemieszcza się pomiędzy elektrodami jonizującymi, a zawarte w nim zanieczyszczenia osadzane są na zwilżanej wodą membranowej elektrodzie zbiorczej. Sposób sterylizacji powietrza, w którym ruch powietrza wymuszany jest przez wentylator, stosowany jest filtr wstępnego oczyszczania, układu elektrod oraz filtr z aktywnym węglem do usuwania ozonu przedstawiony jest w opisie patentowym PL 216622. Z opisu patentowego US 7258729 znany jest elektrostatyczno-mechaniczny sposób filtracji powietrza w systemach klimatyzacyjnych, w którym wykorzystano moduł elektrostatycznego oczyszczania z materiałem filtracyjnym o niskim oporze przepływu powietrza umieszczonym pomiędzy elektrodami napięciowymi. Z opisu patentowego US 6783575 oraz ze zgłoszenia patentowego US 3798879 znany jest sposób oczyszczania powietrza wewnątrz kanałów wentylacyjnych, w którym wykorzystywany jest również moduł elektrostatycznego oczyszczania powietrza. Oprócz elektrostatycznych sposobów oczyszczania powietrza opisywane są także sposoby wykorzystujące procesy fotokatalitycznego utleniania zanieczyszczeń chemicznych. Fotokatalityczny sposób oczyszczania powietrza, w którym stosowana jest warstwa filtracyjna pokryta TiO_2 oraz źródła światła UV przedstawiony jest w opisie patentowym US 7951327 i w zgłoszeniu patentowym US 20090288941. Zgłoszenie patentowe US 2011150720 opisuje układ filtracji powietrza i sposób wytwarzania proszku powlekanych podłoży fotokatalitycznych. W opisie patentowym US 6761859 przedstawiony jest sposób oczyszczania powietrza, w którym istotne jest usytuowanie elementów fotokatalitycznych i lamp naświetlających. W zgłoszeniu patentowym US 20130313104 przedstawiony jest sposób oczyszczania powietrza wykorzystujący moduł usuwania zanieczyszczeń chemicznych ze źródłem ultrafioletowego światła emitowanego przez diody. W zgłoszeniu patentowym US 5876489 przedstawiony jest sposób oczyszczania powietrza z zanieczyszczeń mikrobiologicznych, w którym zastosowano tkaninowy filtr z jonami srebra. W zgłoszeniu patentowym CN 204017538 przedstawiony jest filtr zanieczyszczeń mikrobiologicznych wykonany z włókien szklanych i poliestrowych pokrytych akrylową warstwą antybakteryjną. Sposób oczyszczania powietrza, w którym zastosowano nietoksyczny filtr zanieczyszczeń mikrobiologicznych zawierający triklosan przedstawiony jest w zgłoszeniu patentowym US 20090277450. Opis patentowy US 6761859 przedstawia sposób oczyszczania powietrza, w którym stosowana jest filtracja wstępna do wydzielania z powietrza grubych cząstek, filtracja dokładna do wydzielania drobnych cząstek, plazmowa jonizacja powietrza do usuwania submikrometrowych cząstek oraz fotokataliza do usuwania zanieczyszczeń chemicznych.

Nawilżanie powietrza przeprowadza się głównie poprzez odparowanie, rozpylanie i parowanie dyfuzyjne wody. W centralach klimatyzacyjnych wykorzystywane są do tego celu komory zraszania i różnego rodzaju nawilżacze, których działanie oparte jest na znanych zjawiskach fizycznych. W opisie patentowym US 9491973 przedstawiony jest sposób iniekcyjnego wprowadzania wody do powietrza. Nawilżacz powietrza, w którym wytwarzana jest wodna mgła przez ultradźwiękowy wibrator przedstawiony jest w zgłoszeniu patentowym US 4257989. Urządzenie wykorzystujące ultradźwiękowy przetwornik do nawilżania powietrza przedstawione jest w opisie patentowym US 8544826. W zgłoszeniu patentowym US 6117219 przedstawione jest urządzenie do nawilżania w postaci zbiornika z wewnętrznymi kaskadami wodnymi, przez które przepuszczane jest powietrze. W opisie patentowym US 9491973 przedstawiony jest sposób nawilżania powietrza w zbiorniku do pożądanego poziomu wilgotności oparty na wstrzykiwaniu do zbiornika odpowiednich ilości wcześniej nawilgoconego powietrza. W zgłoszeniu

patentowym WO 2000009957 przedstawiony jest sposób nawilżania powietrza, w którym wykorzystuje się urządzenie kondycjonujące powietrze składające się z nawilżacza w postaci dysz rozpylających wodę do strumienia przepływającego powietrza oraz z wymuszającego ruch powietrza wentylatora. Opcjonalnymi komponentami są filtr i wymiennik ciepła. Przebieg procesu nawilżania jest sterowany na podstawie sygnałów z czujników temperatury i wilgotności powietrza.

Celem wynalazku jest oczyszczanie i nawilżanie w grzewczych i klimatyzacyjnych instalacjach kanałowych. Instalacje te często wykonywane są we wnękach w podłodze pomieszczeń. Są to miejsca, w których gromadzą się różnego rodzaju zanieczyszczenia, w tym szkodliwe zanieczyszczenia aerozolowe i bioaerozolowe.

Istotą układu do oczyszczania i nawilżania powietrza według wynalazku zawierającego zestaw czujników do pomiaru stężenia cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, stężenia zanieczyszczeń chemicznych oraz wilgotności, wentylator oraz filtr wstępnego oczyszczania powietrza i nawilżacz jest to, że w pomieszczeniu znajduje się zestaw czujników do pomiaru stężenia cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, stężenia zanieczyszczeń chemicznych oraz wilgotności. Na linii przesyłowej powietrza umieszczony jest wentylator, za którym znajduje się filtr wstępnego oczyszczania powietrza, który z kolei połączony jest linią przesyłową powietrza z modułem fotokatalitycznego oczyszczania powietrza lub z filtrem zanieczyszczeń mikrobiologicznych, a następnie z nawilżaczem, z wodą nasyconą mikro i nanopęcherzykami gazu. Zestaw czujników połączony jest linią sygnałową z modułem sterowania, który połączony jest linią sygnałową z nastawnikiem prędkości obrotowej wentylatora i z urządzeniem nastawczym ilości doprowadzanej wody nasyconej mikro i nanopęcherzykami gazu.

Korzystnie pomiędzy filtrem wstępnego oczyszczania powietrza a modułem fotokatalitycznego oczyszczania powietrza lub filtrem zanieczyszczeń mikrobiologicznych znajduje się moduł elektrostatycznego oczyszczania powietrza.

Dodatkowo wentylator, moduł elektrostatycznego oczyszczania powietrza i moduł fotokatalitycznego oczyszczania powietrza połączone są z modułem zasilania.

Istotą sposobu oczyszczania i nawilżania powietrza według wynalazku jest to, że za pomocą zestawu czujników do pomiaru stężenia cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, stężenia zanieczyszczeń chemicznych oraz wilgotności mierzy się stężenie cząstek aerozolowych i bioaerozolowych w zakresie od 0 do 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, stężenie zanieczyszczeń chemicznych w zakresie od 0 do 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i wilgotność powietrza w zakresie od 10 do 90%, których wartości porównuje się w module sterowania z zadanymi wartościami. Za pomocą nastawnika prędkości obrotowej ustawia się prędkość obrotową wentylatora. Za pomocą urządzenia nastawczego ilości doprowadzanej wody nasyconej mikro i nanopęcherzykami gazu ustawia się ilość tej wody dostarczanej do nawilżacza. Następnie powietrze doprowadza się za pomocą wentylatora na filtr wstępnego oczyszczania powietrza, na którym usuwa się grube cząstki aerozolowe i bioaerozolowe o wielkościach w zakresie od 2,5 do 20 μm , po czym powietrze kieruje się do modułu fotokatalitycznego oczyszczania powietrza, w którym usuwa się zanieczyszczenia organiczne lub kieruje się na filtr zanieczyszczeń mikrobiologicznych, w którym usuwa się zanieczyszczenia mikrobiologiczne. Następnie powietrze kieruje się do nawilżacza, w którym nawilża się powietrze, a następnie odprowadza się poza układ do oczyszczania i nawilżania powietrza.

Korzystnie powietrze po oczyszczeniu na filtrze wstępnego oczyszczania powietrza przed oczyszczeniem w module fotokatalitycznego oczyszczania powietrza lub na filtrze zanieczyszczeń mikrobiologicznych oczyszcza się w module elektrostatycznego oczyszczania powietrza, w którym usuwa się pozostałe cząstki aerozolowe i bioaerozolowe.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że powietrze jest oczyszczone z różnego rodzaju zanieczyszczeń, w tym aerozolowych i bioaerozolowych oraz z zanieczyszczeń chemicznych, a także w odpowiednim stopniu nawilżone. Poprawiona jest tym samym odczuwalna jakość powietrza mająca istotny wpływ na samopoczucie, zdrowie i wydajność pracy.

Wynalazek został przedstawiony na schematycznym rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu do oczyszczania i nawilżania powietrza w pierwszym przykładzie wykonania, fig. 2 – schemat układu do oczyszczania i nawilżania powietrza w drugim przykładzie wykonania.

Układ do oczyszczania i nawilżania powietrza w pierwszym przykładzie wykonania został zainstalowany we wnęce podłogi pomieszczenia mieszkalnego o kubaturze 90 m^3 . We wspólnej obudowie mieścił się wentylator 4, którym był poprzeczny wentylator QL4/3000-2212 firmy EBM-Papst. Wentylator 4 zasilany był prądem stałym o napięciu 24 V z modułu zasilania 10, którym był transformator TELTO. Za wentylatorem 4 znajdował się filtr wstępnego oczyszczania powietrza 5. Był nim filtr kasetowy klasy G3 z wkładem z syntetycznej włókniny. Filtr ten zamontowany był przed modułem fotokatalitycznego

oczyszczania powietrza 7 w postaci porowatej przegrody zawierającej dwutlenek tytanu – TiO_2 i zestawu diod elektroluminescencyjnych UV-A. Moduł fotokatalitycznego oczyszczania powietrza 7 zasilano prądem stałym o napięciu 24 V z modułu zasilania 10. Za modułem fotokatalitycznego oczyszczania powietrza 7 umieszczony był kolejno filtr zanieczyszczeń mikrobiologicznych 8 w postaci warstwy filtracyjnej zawierającej nanocząstki srebra i nawilżacz z wodą nasyconą mikro i nanopęcherzykami powietrza 9. Zestaw czujników 1 zamontowany był w pomieszczeniu na wysokości 1,7 m i w odległości 3 m od wentylatora 4 i składał się z czujnika PMS5003 do pomiaru stężenia cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, czujników TGS do pomiaru stężenia gazowych zanieczyszczeń chemicznych oraz z czujnika LB-712 W/N1 do pomiaru wilgotności powietrza. Zestaw czujników 1 połączony był linią sygnałową z modułem sterowania 2 zawierającym regulator VER-24, który był nastawnikiem prędkości obrotowej 3a wentylatora 4. Moduł sterowania 2 był również połączony linią sygnałową z urządzeniem nastawczym ilości doprowadzanej wody nasyconej mikro i nanopęcherzykami powietrza 3, którym był elektrozawór EV220B firmy Danfoss.

Sposób oczyszczania i nawilżania powietrza w pierwszym przykładzie zrealizowano z wykorzystaniem układu przedstawionego w pierwszym przykładzie wykonania. Polegał on na tym, że za pomocą zestawu czujników 1 do pomiaru stężenia cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, stężenia zanieczyszczeń chemicznych oraz wilgotności w pomieszczeniu mieszkalnym zmierzono stężenie cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, które wynosiło $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zmierzono stężenie zanieczyszczeń chemicznych, które wynosiło $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz zmierzono wilgotność powietrza w pomieszczeniu, która wynosiła 30%. Wartości te porównano w module sterowania 2 z zadanymi wartościami – stężeniem cząstek aerozolowych i bioaerozolowych $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, stężeniem zanieczyszczeń chemicznych $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz wilgotnością 50%. W oparciu o rezultaty tego porównania w nastawniku prędkości obrotowej 3a zwiększono prędkość obrotową wentylatora 4 z 1000 do 2000 obr/min, a w urządzeniu nastawczym ilości doprowadzanej wody nasyconej mikro i nanopęcherzykami powietrza 3 zwiększono ilość tej wody doprowadzanej do nawilżacza z 0,2 do 1 l/h. Powietrze z pomieszczenia za pomocą wentylatora 4 doprowadzano na filtr wstępnego oczyszczania powietrza 5, na którym usuwano z 80% skutecznością grube cząstki aerozolowe i bioaerozolowe o wielkościach od 2,5 do $20 \mu\text{m}$. W dalszej kolejności powietrze przemieszczano do modułu fotokatalitycznego oczyszczania powietrza 7, w którym usuwano zanieczyszczenia organiczne z 95% skutecznością. Dalej powietrze oczyszczano na filtrze zanieczyszczeń mikrobiologicznych 8, na którym usunięto z powietrza mikroorganizmy i produkty ich metabolizmu z 99% skutecznością. Następnie powietrze nawilżono w nawilżacz z wodą nasyconą mikro i nanopęcherzykami powietrza 9 i odprowadzano z powrotem do pomieszczenia mieszkalnego.

Układ do oczyszczania i nawilżania powietrza w drugim przykładzie wykonania został zainstalowany we wnęce podłogi pomieszczenia dydaktycznego o kubaturze 120 m^3 . We wspólnej obudowie mieścił się wentylator 4, którym był poprzeczny wentylator QL4/3000-2212 firmy EBM-Papst. Wentylator 4 zasilany był prądem stałym o napięciu 24 V z modułu zasilania 10, którym był transformator TELTO. Za wentylatorem 4 znajdował się filtr wstępnego oczyszczania powietrza 5. Był nim filtr kasetowy klasy G3 z wkładem z syntetycznej włókniny. Filtr ten był umieszczony przed modułem elektrostatycznego oczyszczania powietrza 6. Składał się on z elektrod jonizujących i elektrod osadczych zamontowanych w ramach wykonanych z materiału elektroizolacyjnego tekstolit ToF-1. Moduł elektrostatycznego oczyszczania powietrza 6 zasilano prądem stałym o napięciu 6 kV z modułu zasilania 10. Za modułem elektrostatycznego oczyszczania powietrza 6 znajdował się moduł fotokatalitycznego oczyszczania powietrza 7 w postaci porowatej przegrody zawierającej dwutlenek tytanu – TiO_2 i zestawu diod elektroluminescencyjnych UV-A. Moduł fotokatalitycznego oczyszczania powietrza 7 zasilano prądem stałym o napięciu 24 V z modułu zasilania 10. Za modułem fotokatalitycznego oczyszczania powietrza 7 umieszczony był kolejno filtr zanieczyszczeń mikrobiologicznych 8 w postaci warstwy filtracyjnej zawierającej nanocząstki srebra i nawilżacz z wodą nasyconą mikro i nanopęcherzykami tlenu 9. Zestaw czujników 1 zamontowany był w pomieszczeniu na wysokości 1,7 m i w odległości 3 m od wentylatora 4 i składał się z czujnika PMS5003 do pomiaru stężenia cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, czujników TGS do pomiaru stężenia gazowych zanieczyszczeń chemicznych oraz z czujnika LB-712 W/N1 do pomiaru wilgotności powietrza. Zestaw czujników 1 połączony był linią sygnałową z modułem sterowania 2 zawierającym regulator VER-24, który był nastawnikiem prędkości obrotowej 3a wentylatora 4. Moduł sterowania 2 był również połączony z urządzeniem nastawczym ilości doprowadzanej wody nasyconej mikro i nanopęcherzykami tlenu 3, którym był elektrozawór EV220B firmy Danfoss.

Sposób oczyszczania i nawilżania powietrza w drugim przykładzie zrealizowano z wykorzystaniem układu przedstawionego w drugim przykładzie wykonania. Polegał on na tym, że za pomocą zestawu czujników 1 do pomiaru stężenia cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, stężenia zanieczyszczeń chemicznych oraz wilgotności w pomieszczeniu dydaktycznym zmierzono stężenie cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, które wynosiło $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, stężenie zanieczyszczeń chemicznych, które wynosiło $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz zmierzono wilgotność powietrza w pomieszczeniu, która wynosiła 75%. Wartości te porównano w module sterowania 2 z zadanymi wartościami – stężeniem cząstek aerozolowych i bioaerozolowych $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, stężeniem zanieczyszczeń chemicznych $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz wilgotnością 50%. W oparciu o rezultaty tego porównania w nastawniku prędkości obrotowej 3a zwiększono prędkość obrotową wentylatora 4 z 1500 do 3000 obr/min, a w urządzeniu nastawczym ilości doprowadzanej wody nasyconej mikro i nanopęcherzykami tlenu 3 zmniejszono ilość tej wody doprowadzanej do nawilżacza 9 z 0,8 do 0,2 l/h. Powietrze z pomieszczenia za pomocą wentylatora 4 doprowadzano na filtr wstępnego oczyszczania powietrza 5, na którym usuwano z 80% skutecznością grube cząstki aerozolowe i bioaerozolowe o wielkościach od 2,5 do $20 \mu\text{m}$. W dalszej kolejności powietrze przemieszczano do modułu elektrostatycznego oczyszczania powietrza 6 i usuwano z niego z 90% skutecznością pozostałe cząstki aerozolowe. Następnie powietrze kierowano do modułu fotokatalitycznego oczyszczania powietrza 7, w którym usuwano zanieczyszczenia organiczne z 95% skutecznością. Dalej powietrze oczyszczano na filtrze zanieczyszczeń mikrobiologicznych 8, na którym usuwano z powietrza mikroorganizmy i produkty ich metabolizmu z 99% skutecznością. Następnie powietrze nawilżono w nawilżaczu z wodą nasyconą mikro i nanopęcherzykami tlenu 9 i odprowadzano z powrotem do pomieszczenia dydaktycznego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do oczyszczania i nawilżania powietrza zawierający zestaw czujników do pomiaru stężenia cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, stężenia zanieczyszczeń chemicznych oraz wilgotności, wentylator oraz filtr wstępnego oczyszczania powietrza i nawilżacz, **znamienny tym**, że w pomieszczeniu znajduje się zestaw czujników (1) do pomiaru stężenia cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, stężenia zanieczyszczeń chemicznych oraz wilgotności, a na linii przesyłowej powietrza umieszczony jest wentylator (4), za którym znajduje się filtr wstępnego oczyszczania powietrza (5), który z kolei połączony jest linią przesyłową powietrza z modulem fotokatalitycznego oczyszczania powietrza (7) lub z filtrem zanieczyszczeń mikrobiologicznych (8), a następnie z nawilżaczem z wodą nasyconą mikro i nanopęcherzykami gazu (9), zaś zestaw czujników (1) połączony jest linią sygnałową z modulem sterowania (2), który połączony jest linią sygnałową z nastawnikiem prędkości obrotowej (3a) wentylatora (4) i z urządzeniem nastawczym ilości doprowadzanej wody nasyconej mikro i nanopęcherzykami gazu (3).
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pomiędzy filtrem wstępnego oczyszczania powietrza (5) a modulem fotokatalitycznego oczyszczania powietrza (7) lub filtrem zanieczyszczeń mikrobiologicznych (8) znajduje się moduł elektrostatycznego oczyszczania powietrza (6).
3. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że wentylator (4), moduł elektrostatycznego oczyszczania powietrza (6) i moduł fotokatalitycznego oczyszczania powietrza (7) połączone są z modulem zasilania (10).
4. Sposób oczyszczania i nawilżania powietrza, **znamienny tym**, że za pomocą zestawu czujników (1) do pomiaru stężenia cząstek aerozolowych i bioaerozolowych, stężenia zanieczyszczeń chemicznych oraz wilgotności mierzy się stężenie cząstek aerozolowych i bioaerozolowych w zakresie od 0 do $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, stężenie zanieczyszczeń chemicznych w zakresie od 0 do $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i wilgotność powietrza w zakresie od 10 do 90%, których wartości porównuje się w module sterowania (2) z zadanymi wartościami i za pomocą nastawnika prędkości obrotowej (3a) ustawia się prędkość obrotową wentylatora (4) oraz za pomocą urządzenia nastawczego ilości doprowadzanej wody nasyconej mikro i nanopęcherzykami gazu (3) ustawia się ilość tej wody dostarczanej do nawilżacza (9), a następnie powietrze doprowadza się za pomocą wentylatora (4) na filtr wstępnego oczyszczania powietrza (5), na którym usuwa się grube cząstki aerozolowe i bioaerozolowe o wielkościach w zakresie od 2,5 do $20 \mu\text{m}$, po czym powietrze kieruje się do modułu fotokatalitycznego oczyszczania powietrza (7), w którym

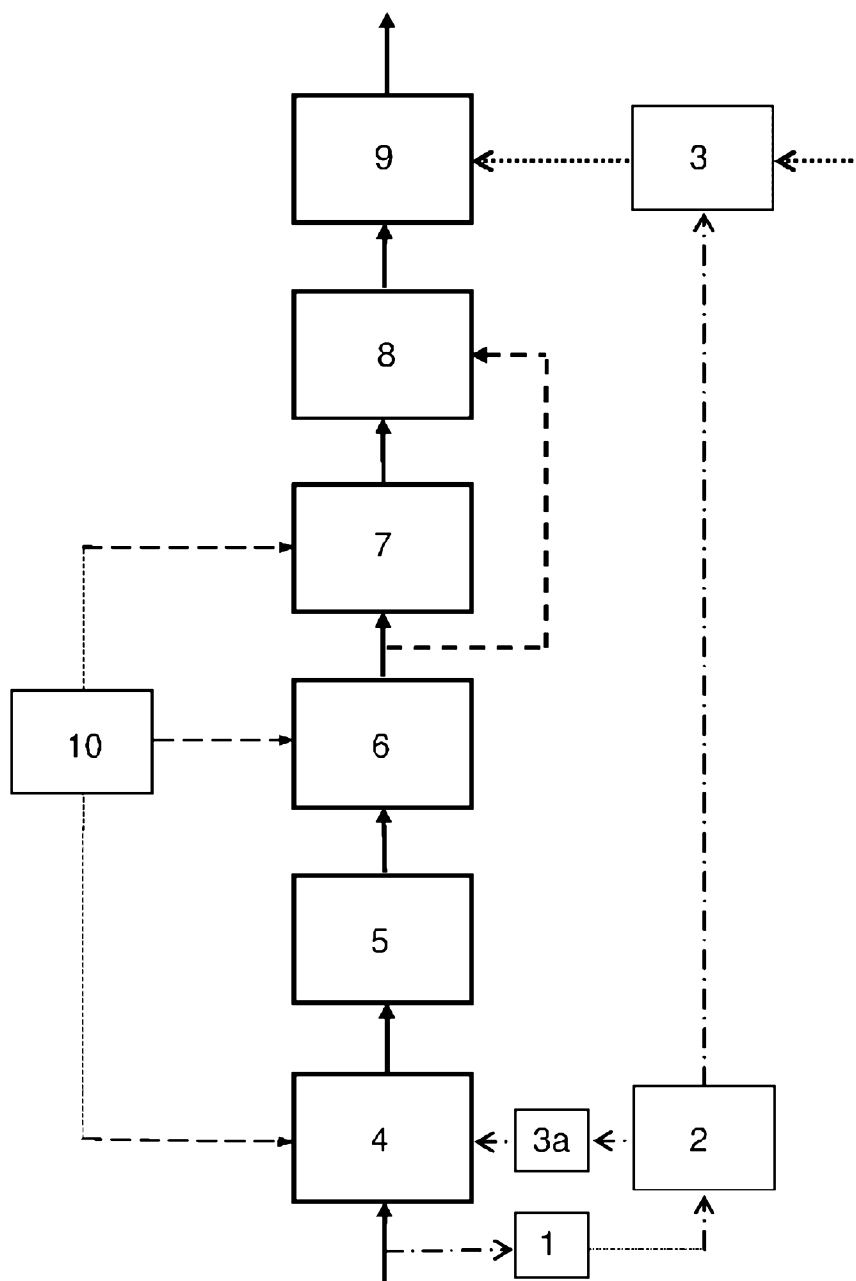


Fig. 2