

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 246162 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442322**

(22) Data zgłoszenia: **2022.09.20**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.03.25 BUP 13/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.12.09 WUP 50/2024**

(51) MKP:

C23G 3/00 (2006.01)

- | |
|--|
| (73) Uprawniony z patentu:
SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA
WIEJSKIEGO W WARSZAWIE, Warszawa, PL |
| (72) Twórca(-y) wynalazku:
MAREK KALENIK, Piaseczno, PL
DARIUSZ MORAWSKI, Warszawa, PL |
| (74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Anna Gdula, Wrocław, PL |

(54) Tytuł:

Układ do czyszczenia pierścieni ze stali kwasoodpornej i sposób ich czyszczenia

PL 246162 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ do czyszczenia pierścieni ze stali kwasoodpornej stanowiących wypełnienie aeratorów rurowych oraz sposób czyszczenia tych pierścieni z wykorzystaniem układu według wynalazku.

Aeratory rurowe, które stosuje się w stacjach wodociągowych do napowietrzania wody wypełniane są pierścieniami ze stali kwasoodpornej. W trakcie pracy stacji wodociągowej pierścienie obrastają tlenkami żelaza (osadem), co prowadzi do ich niedrożności. Zjawisko to jest niekorzystne dla prawidłowej pracy stacji wodociągowej, ponieważ powoduje zmniejszenie przepustowości i wzrost oporów hydraulicznych w aeratorze. W związku z tym konieczne jest usuwanie z powierzchni pierścieni powstałych osadów, aby nie dopuścić do całkowitej niedrożności aeratorów.

Znana jest metoda czyszczenia aeratorów rurowych wypełnionych pierścieniami ze stali kwasoodpornej za pomocą wody i sprężonego powietrza. Jednak, zdecydowanie lepszy rezultat uzyskuje się przy zastosowaniu czyszczenia chemicznego, które polega na wyjęciu pierścieni z aeratora i umyciu ich w rozcieńczonym kwasie szczawiowym. Zazwyczaj stosuje się raz na kwartał czyszczenie mechaniczne wodą surową z pulsacyjnym strumieniem powietrza, o dużym przepływie, i raz na rok czyszczenie chemiczne (M. Kalenik, D. Morawski, *Naukowo-Badawcza Stacja Wodociągowa SGGW ma już 35 lat*, Prz. Nauk. Inż. Kszt. Śród. 2 (48), 2010: 75–87).

Inna metoda chemicznego oczyszczania pierścieni została przedstawiona w publikacji (D. Morawski, *Alternatywna metoda regeneracji pierścieni Białeckiego stanowiących wypełnienie aeratorów rurowych*, Gaz, woda i technika sanitarna, (5), 2012: 233–237). Zgodnie z tą metodą do czyszczenia chemicznego zastosowano chemiczny środek do usuwania osadów wapiennych, oparty na organicznych kwasach (kwas cytrynowy), z dodatkiem niejonowego środka powierzchniowo czynnego. Czyszczenie pierścieni odbywało się w przezroczystej kolumnie w układzie zamkniętego przepływu, z natężeniem $10 \text{ dm}^3/\text{min}$ i z 20% stężeniem wodnego roztworu preparatu, w temperaturze 16°C oraz przy pH roztworu utrzymywanym na poziomie $4\div 5$. Całkowity czas czyszczenia pierścieni wyniósł około 4 godzin, co w stosunku do czyszczenia wodą i sprężonym powietrzem stanowi około 5% czasu czyszczenia. Czyszczenie przeprowadzono w jednym lub dwóch etapach. W drugim przypadku konieczna była wymiana całej objętości wodnego roztworu środka czyszczącego po około godzinie pracy układu.

W znanych metodach nie ma możliwości ciągłego usuwania osadów powstających w procesie czyszczenia pierścieni. Konieczność periodycznego usuwania osadów wymaga wymiany środka czyszczącego i wydłuża czas czyszczenia. Układ według wynalazku pozwala rozwiązać ten problem.

Przedmiotem wynalazku jest układ do czyszczenia pierścieni ze stali kwasoodpornej stanowiących wypełnienie aeratorów rurowych charakteryzujący się tym, że zawiera kolumnę reakcji (17) połączoną szeregowo z co najmniej dwiema kolumnami sedymentacji osadów (22, 30) oraz ze zbiornikiem (1) środka czyszczącego, przy czym kolumny sedymentacji (22, 30) są połączone szeregowo za pomocą rurociągów (23, 29) umieszczonych na różnych wysokościach wywołujących przepływ grawitacyjny, a pomiędzy zbiornikiem (1) środka czyszczącego i kolumną reakcji (17) znajduje się pompa tłocząca (3), natomiast do kolumny reakcji (17) podłączona jest sprężarka (10) i zawór odpowietrzający (19).

Korzystnie prędkość przepływu środka czyszczącego przez układ zawiera się w zakresie od 0,0015 do 0,025 m/s, a natężenie przepływu powietrza zawiera się w zakresie od 0,2 do 0,5 m^3/h .

Układ według wynalazku korzystnie składa się z przezroczystej kolumny reakcji (17), połączonej szeregowo ze zbiornikiem (1) i kolumnami sedymentacji (22), (24), (26), (28), (30), przy czym kolumna reakcji (17) jest połączona ze zbiornikiem (1) rurociągiem ssawnym (2) i rurociągiem tłocznym (4) z pompą tłoczącą (3) odcinaną zaworem (8) i zaworem zwrotnym (9), który zapobiega cofaniu się środka czyszczącego z kolumny reakcji (17) po wyłączeniu pompy (3), w obieg pompy (3) jest także włączony miernik (7) natężenia przepływu i rurociąg (6) regulacji przepływu środka czyszczącego wraz z zaworem (5) do regulacji prędkości przepływu; kolumna reakcji (17) jest połączona ze sprężarką (10) rurociągiem tłoczącym powietrze (11) z zaworem do regulacji natężenia przepływu powietrza (12) i miernikiem natężenia przepływu powietrza (13) oraz zaworem zwrotnym (14), który zapobiega cofaniu się środka czyszczącego z kolumny reakcji (17) po wyłączeniu sprężarki (10); rurociąg tłoczący powietrze (11) zakończony jest dyszą (39) rozprowadzającą powietrze w kolumnie reakcji (17); kolumny sedymentacji są połączone z kolumną reakcji rurociągiem (21), a pomiędzy sobą są połączone rurociągiem (23), (25), (27), (29); na rurociągu (21) w najwyższym jego położeniu jest zamontowany odpowietrznik (19), który

rurociągiem (20) jest połączony z pierwszą kolumną sedymentacji osadów (22); rurociąg łączący kolumny sedymentacji są usytuowane na różnych poziomach tak, aby zapewnić przepływ grawitacyjny, przy czym ostatnia w szeregu kolumna sedymentacji (30) jest połączona ze zbiornikiem (1) rurociągiem (31); zbiornik (1) jest wyposażony w dolny zawór spustowy (40) do odprowadzania środka czyszczącego; kolumny sedymentacji są wyposażone w dolne zawory spustowe (32), (33), (34), (35), (36) do odprowadzania osadów; kolumna reakcji (17) jest wyposażona we włącz (18) do zasypywania pierścieni (16) i włącz (15) do odbioru pierścieni (16) i wewnątrz kolumny reakcji znajdują się ruszty (37), (38) do podtrzymywania pierścieni (16).

Korzystnie, w układzie według wynalazku kolumna reakcji (17) i kolumny sedymentacji (22, 30) są przezroczyste.

Innym przedmiotem wynalazku jest sposób czyszczenia chemicznego pierścieni ze stali kwasoodpornej stanowiących wypełnienie aeratorów rurowych, charakteryzujący się tym, że stosuje się układ według wynalazku, przy czym:

do zbiornika (1) wlewa się środek czyszczący i zasypuje kolumnę (17) pierścieniami (16) pokrytymi osadem,

otwiera się zawór (8) i włącza pompę (3), która tłoczy środek czyszczący (Q_R) do kolumny reakcji (17),

następnie otwiera się zawór (12) i włącza sprężarkę (10), która tłoczy powietrze (Q_P) do kolumny reakcji (17),

usuwa się osady z powierzchni pierścieni (16) podczas przepływu środka czyszczącego wraz z powietrzem ($Q_R + Q_P$) przez kolumnę reakcji (17),

osady wraz ze środkiem czyszczącym (Q_{RO}) rurociągiem (21) przenosi się do pierwszej kolumny sedymentacji osadów (22),

powietrze (Q_P) przez odpowietrznik (19) rurociągiem (20) przekazuje się do pierwszej kolumny sedymentacji osadów (22), z której ulatnia się do atmosfery,

wykorzystując urządzenie do pomiaru natężenia przepływu (7) i zawór (5) ustawia się przepływ środka czyszczącego (Q_R) przez kolumnę reakcji (17) i poszczególne kolumny sedymentacji osadów (22), (24), (26), (28), (30) z prędkością mniejszą niż 0,025 m/s; przy czym w szeregowo połączonych kolumnach sedymentacji osadów (22), (24), (26), (28), (30), zachodzi przepływ grawitacyjny rurociągami (23), (25), (27), (29),

następnie, wykorzystując urządzenie do pomiaru natężenia przepływu (13) i zawór (12) ustawia się przepływ powietrza (Q_P) przez kolumnę reakcji (17) z natężeniem przepływu mniejszym niż 0,05 m³/h.

W sposobie według wynalazku, korzystnie, w trakcie przepływu środka czyszczącego wraz z osadem (Q_{RO}) przez kolumny sedymentacji (22), (24), (26), (28), (30), na dno opadają osady (O), a oczyszczony z osadów środek czyszczący (Q_R), rurociągiem (31) wraca do zbiornika (1) i po wyczyszczeniu pierścieni (16) zamyka się zawór (8) i (12) oraz wyłącza pompę (3) i sprężarkę (10), a następnie za pomocą zaworów (32), (33), (34), (35), (36) opróżnia się kolumny sedymentacji (22), (24), (26), (28), (30) z osadów oraz za pomocą zaworu (40) opróżnia się zbiornik (1) ze środka czyszczącego a oczyszczone pierścienie (16) ze stali kwasoodpornej usuwa się z kolumny (17) poprzez włącz (15) i ponownie wykorzystuje się w aeratorach rurowych.

W sposobie według wynalazku korzystnie stosuje się przezroczyste: kolumnę reakcji (17) i kolumny sedymentacji (22, 30).

W sposobie według wynalazku korzystnie stosuje się prędkość przepływu środka czyszczącego przez układ w zakresie od 0,0015 do 0,025 m/s, a natężenie przepływu powietrza w zakresie od 0,2 do 0,5 m³/h.

Szczegółowy opis wynalazku

Układ do czyszczenia pierścieni ze stali kwasoodpornej stanowiących wypełnienie aeratorów rurowych metodą oczyszczania chemicznego, z wykorzystaniem zamkniętego przepływu przez kolumnę reakcji zawierającą czyszczone pierścienie, według wynalazku charakteryzuje się tym, że kolumna reakcji jest połączona szeregowo, z co najmniej dwiema kolumnami sedymentacji osadów oraz ze zbiornikiem środka czyszczącego i sprężarką, przy czym kolumny sedymentacji są połączone szeregowo za pomocą rurociągów umieszczonych na różnych wysokościach tak, aby wywołać przepływ grawitacyjny, a pomiędzy zbiornik środka czyszczącego i kolumnę reakcji jest włączona pompa tłocząca oraz do kolumny reakcji ze sprężarki rurociągiem dostarczane jest powietrze i odprowadzane odpowietrznikiem na zewnątrz. Prędkość przepływu środka czyszczącego przez układ zawiera się w zakresie od 0,0015

do 0,025 m/s, zaś natężenie przepływu powietrza zawiera się w zakresie od 0,2 do 0,5 m³/h. Korzystnie kolumna reakcji i kolumny sedymentacji są przezroczyste. Korzystnie również doprowadzenie powietrza do komory reakcji, a następnie odprowadzenie go przez odpowietrznik na zewnątrz.

Jako środek czyszczący w układzie można wykorzystać każdy znany preparat do czyszczenia chemicznego pierścieni ze stali kwasoodpornej do wypełnienia aeratorów, a korzystnie stosuje się roztwory wodne kwasu szczawowego, i/lub cytrynowego, ewentualnie w połączeniu ze środkami powierzchniowo czynnymi.

W układzie według wynalazku osady z oczyszczania pierścieni są zatrzymywane w kolumnach sedymentacji o przepływie grawitacyjnym, a środek czyszczący pozbawiony osadów jest zawracany do kolumny reakcji. Dzięki temu oczyszczanie pierścieni może być realizowane w systemie ciągłym, z lepszym wykorzystaniem środka czyszczącego i w krótszym czasie. Przezroczysta kolumna reakcji pozwala na wizualną kontrolę stopnia oczyszczenia pierścieni, a przezroczyste kolumny sedymentacji pozwalają na wizualną kontrolę ilości zatrzymanych osadów.

Układ według wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym na Fig. 1 przedstawiono widok ogólny układu, a na Fig. 2 przedstawiono schemat podłużny ilustrujący zasadę działania.

Spis oznaczeń użytych w przykładach wykonania:

1 – zbiornik, 2 – rurociąg ssawny, 3 – pompa tłocząca, 4 – rurociąg tłoczny, 5 – zawór, 6 – rurociąg regulacji przepływu środka czyszczącego, 7 – miernik natężenia przepływu, 8 – zawór, 9 – zawór zwrotny, 10 – sprężarka, 11 – rurociąg tłoczący powietrze, 12 – zawór do regulacji natężenia przepływu powietrza, 13 – miernik natężenia przepływu powietrza, 14 – zawór zwrotny, 15 – włącz do odbioru pierścieni, 16 – pierścień, 17 – kolumna reakcji, 18 – włącz do zasypywania pierścieni, 19 – odpowietrznik, 20 – rurociąg, 21 – rurociąg, 22 – kolumna sedymentacji, 23 – rurociąg, 24 – kolumna sedymentacji, 25 – rurociąg, 26 – kolumna sedymentacji, 27 – rurociąg, 28 – kolumna sedymentacji, 29 – rurociąg, 30 – kolumna sedymentacji, 31 – rurociąg, 32 – dolny zawór spustowy do odprowadzania osadów, 33 – dolny zawór spustowy do odprowadzania osadów, 34 – dolny zawór spustowy do odprowadzania osadów, 35 – dolny zawór spustowy do odprowadzania osadów, 36 – dolny zawór spustowy do odprowadzania osadów, 37 – ruszt do podtrzymywania pierścieni, 38 – ruszt do podtrzymywania pierścieni, 39 – dysza rozprowadzająca powietrze w kolumnie reakcji, 40 – dolny zawór spustowy do odprowadzania środka czyszczącego.

Układ według wynalazku w przykładzie wykonania składa się z przezroczystej kolumny reakcji 17, połączonej szeregowo ze zbiornikiem 1 i pięcioma przezroczystymi kolumnami sedymentacji 22, 24, 26, 28, 30. Kolumna reakcji 17 jest połączona ze zbiornikiem 1 rurociągiem ssawnym 2 i rurociągiem tłocznym 4 z pompą tłoczącą 3 odcinaną zaworem 8 i zaworem zwrotnym 9, który zapobiega cofaniu się środka czyszczącego z kolumny reakcji 17 po wyłączeniu pompy 3. W obieg pompy 3 jest także włączony miernik 7 natężenia przepływu i rurociąg 6 regulacji przepływu środka czyszczącego wraz z zaworem 5 do regulacji prędkości przepływu. Także kolumna reakcji 17 jest połączona ze sprężarką 10 rurociągiem tłoczącym powietrze 11 z zaworem do regulacji natężenia przepływu powietrza 12 i miernikiem natężenia przepływu powietrza 13 oraz zaworem zwrotnym 14, który zapobiega cofaniu się środka czyszczącego z kolumny reakcji 17 po wyłączeniu sprężarki 10. Rurociąg tłoczący powietrze 11 zakończony jest dyszą 39 rozprowadzającą powietrze w kolumnie reakcji 17. Kolumny sedymentacji są połączone z kolumną reakcji rurociągiem 21, a pomiędzy sobą są połączone rurociągiem 23, 25, 27, 29. Na rurociągu 21 w najwyższym jego położeniu jest zamontowany odpowietrznik 19, który rurociągiem 20 jest połączony z pierwszą kolumną sedymentacji osadów 22. Fragmenty rurociągu łączącego kolumny sedymentacji są usytuowane na różnych poziomach tak, aby zapewnić przepływ grawitacyjny. Ostatnia w szeregu kolumna sedymentacji 30 jest połączona ze zbiornikiem 1 rurociągiem 31. Zbiornik 1 jest wyposażony w dolny zawór spustowy 40 do odprowadzania środka czyszczącego. Kolumny sedymentacji są wyposażone w dolne zawory spustowe 32, 33, 34, 35, 36 do odprowadzania osadów. Kolumna reakcji 17 jest wyposażona we włącz 18 do zasypywania pierścieni 16 i włącz 15 do odbioru pierścieni 16. Wewnątrz kolumny reakcji znajdują się ruszty 37, 38 do podtrzymywania pierścieni 16.

Układ według wynalazku działa w następujący sposób.

Do zbiornika 1 wlewamy środek czyszczący i zasypujemy przezroczystą kolumnę 17, pierścieniami 16 pokrytymi osadem. Najpierw otwieramy zawór 8 i włączamy pompę 3, która tłoczy środek czyszczący (Q_R) do przezroczystej kolumny reakcji 17. Następnie otwieramy zawór 12 i włączamy sprężarkę 10, która tłoczy powietrze (Q_P) do przezroczystej kolumny reakcji 17. Podczas przepływu środka

czyszczącego wraz z powietrzem (Q_R+Q_P) przez kolumnę reakcji 17 zachodzi proces powolnego usuwania osadów z powierzchni pierścieni 16. Osady wraz ze środkiem czyszczącym (Q_{RO}) rurociągiem 21 płyną do pierwszej kolumny sedymentacji osadów 22. Natomiast powietrze (Q_P) przez odpowietrznik 19 rurociągiem 20 płynie do pierwszej kolumny sedymentacji osadów 22, z której ulatnia się do atmosfery. Najpierw, wykorzystując urządzenie do pomiaru natężenia przepływu 7 i zawór 5 ustawiamy przepływ środka czyszczącego (Q_R) przez przezroczystą kolumnę reakcji 17 i poszczególne przezroczyste kolumny sedymentacji osadów 22, 24, 26, 28, 30 z prędkością mniejszą niż 0,025 m/s. Następnie, wykorzystując urządzenie do pomiaru natężenia przepływu 13 i zawór 12 ustawiamy przepływ powietrza (Q_P) przez przezroczystą kolumnę reakcji 17 z natężeniem przepływu mniejszym niż 0,05 m³/h. W kolumnach sedymentacji osadów 22, 24, 26, 28, 30, które połączone są szeregowo za pomocą rurociągów 23, 25, 27, 29 umieszczonych na różnych wysokościach, występuje przepływ grawitacyjny. W trakcie przepływu środka czyszczącego wraz z osadem (Q_{RO}) przez kolumny sedymentacji 22, 24, 26, 28, 30, na dno opadają osady (O), a oczyszczony z osadów środek czyszczący (Q_R), rurociągiem 31 wraca do zbiornika 1. Po wyczyszczeniu pierścieni 16 zamyka się zawór 8 i 12 i wyłącza pompę 3 i sprężarkę 10, a następnie za pomocą zaworów 32, 33, 34, 35, 36 opróżnia się przezroczyste kolumny sedymentacji 22, 24, 26, 28, 30 z osadów oraz za pomocą zaworu 40 opróżnia się zbiornik 1 ze środka czyszczącego. Oczyszczone pierścienie 16 ze stali kwasoodpornej usuwa się z przezroczystej kolumny 17 poprzez właz 15 i ponownie wykorzystuje się w aeratorach rurowych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do czyszczenia pierścieni ze stali kwasoodpornej stanowiących wypełnienie aeratorów rurowych, **znamienny tym**, że zawiera kolumnę reakcji (17) połączoną szeregowo z co najmniej dwiema kolumnami sedymentacji osadów (22, 30) oraz ze zbiornikiem (1) środka czyszczącego, przy czym kolumny sedymentacji (22, 30) są połączone szeregowo za pomocą rurociągów (23, 29) umieszczonych na różnych wysokościach wywołujących przepływ grawitacyjny, a pomiędzy zbiornikiem (1) środka czyszczącego i kolumną reakcji (17) znajduje się pompa tłocząca (3), natomiast do kolumny reakcji (17) podłączona jest sprężarka (10) i zawór odpowietrzający (19).
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że prędkość przepływu środka czyszczącego przez układ zawiera się w zakresie od 0,0015 do 0,025 m/s, a natężenie przepływu powietrza zawiera się w zakresie od 0,2 do 0,5 m³/h.
3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że składa się z przezroczystej kolumny reakcji (17), połączonej szeregowo ze zbiornikiem (1) i kolumnami sedymentacji (22), (24), (26), (28), (30), przy czym kolumna reakcji (17) jest połączona ze zbiornikiem (1) rurociągiem ssawnym (2) i rurociągiem tłocznym (4) z pompą tłoczącą (3) odcinaną zaworem (8) i zaworem zwrotnym (9), który zapobiega cofaniu się środka czyszczącego z kolumny reakcji (17) po wyłączeniu pompy (3), w obieg pompy (3) jest także włączony miernik (7) zatężenia przepływu i rurociąg (6) regulacji przepływu środka czyszczącego wraz z zaworem (5) do regulacji prędkości przepływu; kolumna reakcji (17) jest połączona ze sprężarką (10) rurociągiem tłoczącym powietrze (11) z zaworem do regulacji natężenia przepływu powietrza (12) i miernikiem natężenia przepływu powietrza (13) oraz zaworem zwrotnym (14), który zapobiega cofaniu się środka czyszczącego z kolumny reakcji (17) po wyłączeniu sprężarki (10); rurociąg tłoczący powietrze (11) zakończony jest dyszą (39) rozprowadzającą powietrze w kolumnie reakcji (17); kolumny sedymentacji są połączone z kolumną reakcji rurociągiem (21), a pomiędzy sobą są połączone rurociągiem (23), (25), (27), (29); na rurociągu (21) w najwyższym jego położeniu jest zamontowany odpowietrznik (19), który rurociągiem (20) jest połączony z pierwszą kolumną sedymentacji osadów (22); rurociąg łączący kolumny sedymentacji są usytuowane na różnych poziomach tak, aby zapewnić przepływ grawitacyjny, przy czym ostatnia w szeregu kolumna sedymentacji (30) jest połączona ze zbiornikiem (1) rurociągiem (31); zbiornik (1) jest wyposażony w dolny zawór spustowy (40) do odprowadzania środka czyszczącego; kolumny sedymentacji są wyposażone w dolne zawory spustowe (32), (33), (34), (35), (36) do odprowadzania osadów; kolumna reakcji (17) jest wyposażona we właz (18) do zasypywania pierścieni (16) i właz (15) do odbioru pierścieni (16) i wewnątrz kolumny reakcji znajdują się ruszty (37), (38) do podtrzymywania pierścieni (16).

4. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że kolumna reakcji (17) i kolumny sedymentacji (22, 30) są przezroczyste.
5. Sposób czyszczenia chemicznego pierścieni ze stali kwasoodpornej stanowiących wypełnienie aeratorów rurowych, **znamienny tym**, że stosuje się układ określony w zastrz. 1–4, przy czym:
do zbiornika (1) wlewa się środek czyszczący i zasypuje kolumnę (17) pierścieniami (16) pokrytymi osadem,
otwiera się zawór (8) i włącza pompę (3), która tłoczy środek czyszczący (Q_R) do kolumny reakcji (17),
następnie otwiera się zawór (12) i włącza sprężarkę (10), która tłoczy powietrze (Q_P) do kolumny reakcji (17),
usuwa się osady z powierzchni pierścieni (16) podczas przepływu środka czyszczącego wraz z powietrzem (Q_R+Q_P) przez kolumnę reakcji (17),
osady wraz ze środkiem czyszczącym (Q_{RO}) rurociągiem (21) przenosi się do pierwszej kolumny sedymentacji osadów (22),
powietrze (Q_P) przez odpowietrznik (19) rurociągiem (20) przekazuje się do pierwszej kolumny sedymentacji osadów (22), z której ulatnia się do atmosfery,
wykorzystując urządzenie do pomiaru natężenia przepływu (7) i zawór (5) ustawia się przepływ środka czyszczącego (Q_R) przez kolumnę reakcji (17) i poszczególne kolumny sedymentacji osadów (22), (24), (26), (28), (30) z prędkością mniejszą niż 0,025 m/s; przy czym w szeregowo połączonych kolumnach sedymentacji osadów (22), (24), (26), (28), (30), zachodzi przepływ grawitacyjny rurociągami (23), (25), (27), (29),
następnie, wykorzystując urządzenie do pomiaru natężenia przepływu (13) i zawór (12) ustawia się przepływ powietrza (Q_P) przez kolumnę reakcji (17) z natężeniem przepływu mniejszym niż 0,05 m³/h.
6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że w trakcie przepływu środka czyszczącego wraz z osadem (Q_{RO}) przez kolumny sedymentacji (22), (24), (26), (28), (30), na dno opadają osady (O), a oczyszczony z osadów środek czyszczący (Q_R), rurociągiem (31) wraca do zbiornika (1) i po wyczyszczeniu pierścieni (16) zamyka się zawór (8) i (12) oraz wyłącza pompę (3) i sprężarkę (10), a następnie za pomocą zaworów (32), (33), (34), (35), (36) opróżnia się kolumny sedymentacji (22), (24), (26), (28), (30) z osadów oraz za pomocą zaworu (40) opróżnia się zbiornik (1) ze środka czyszczącego a oczyszczone pierścienie (16) ze stali kwasoodpornej usuwa się z kolumny (17) poprzez właz (15) i ponownie wykorzystuje się w aeratorach rurowych.
7. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że stosuje się przezroczyste: kolumnę reakcji (17) i kolumny sedymentacji (22, 30).
8. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że stosuje się prędkość przepływu środka czyszczącego przez układ w zakresie od 0,0015 do 0,025 m/s, a natężenie przepływu powietrza w zakresie od 0,2 do 0,5 m³/h.

Rysunki

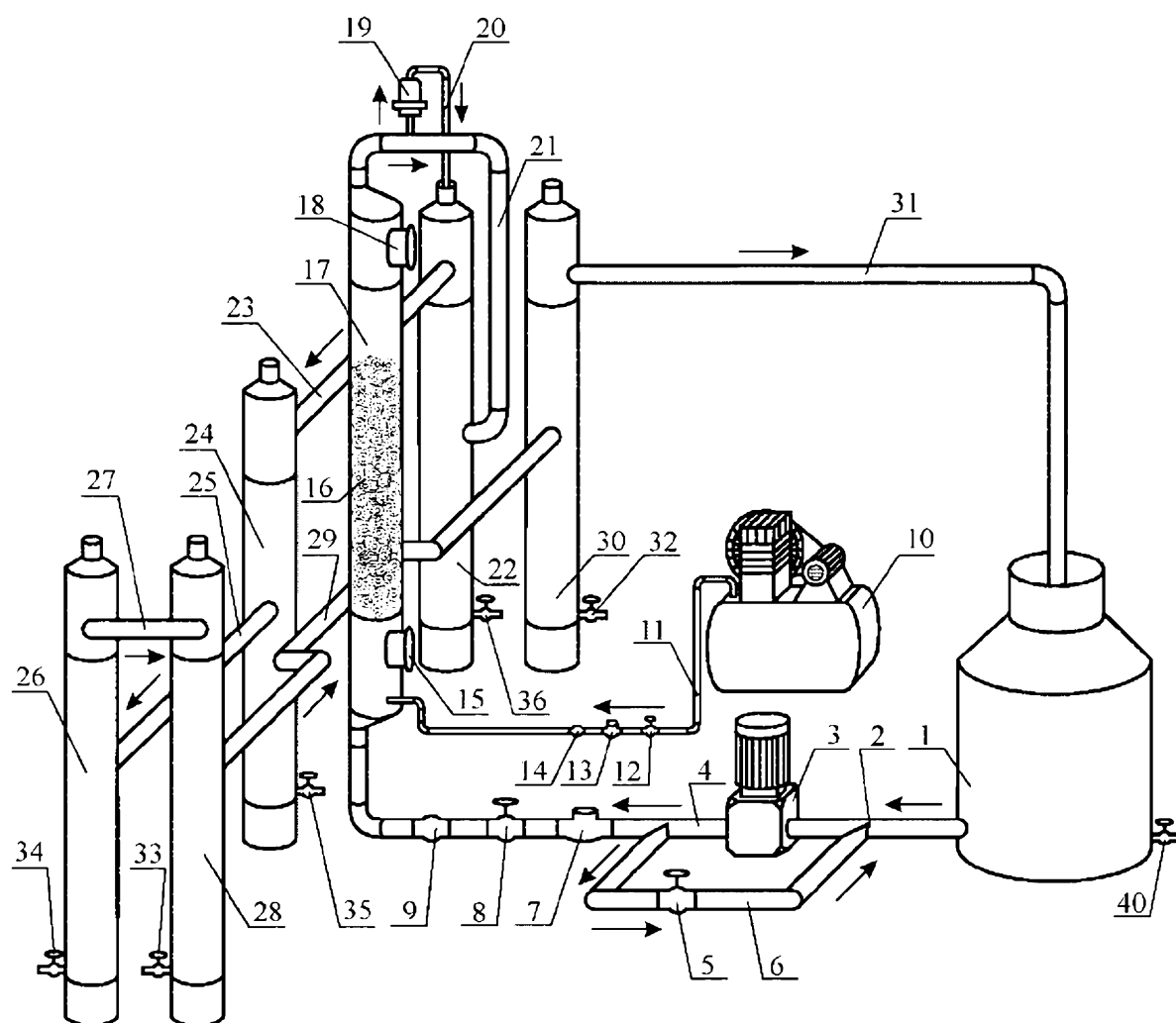


Fig. 1

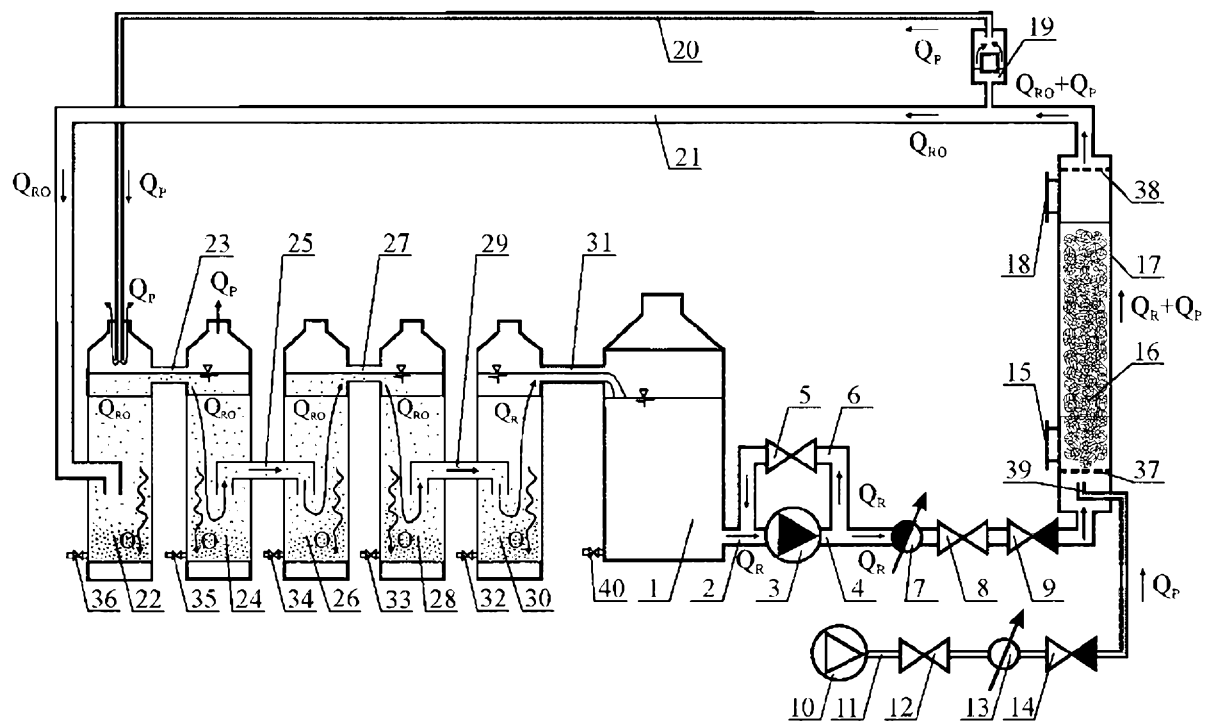


Fig. 2