



54 Sposób zagęszczania roztworów, zwłaszcza z krystalizującym komponentem i układ urządzeń do zagęszczania roztworów

43 Zgłoszenie ogłoszono:
02.10.1989 BUP 20/89

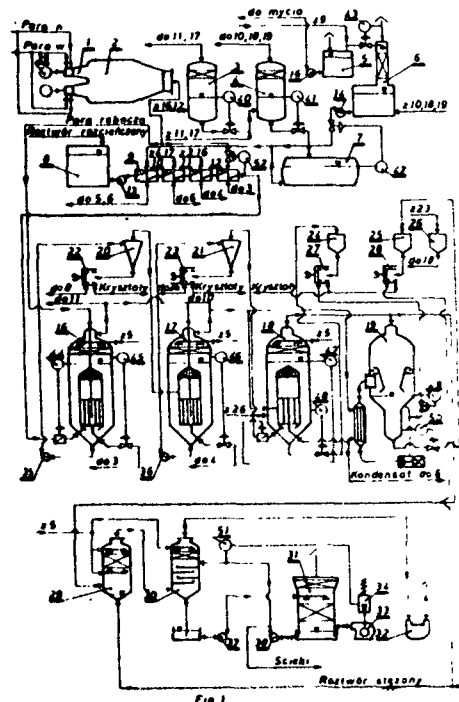
45 O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.12.1991 WUP 12/91

CZYTELNIA
OGÓLNA

73 Uprawniony z patentu:
Politechnika Śląska im. W. Pstrowskiego,
Gliwice, PL

72 Twórcy wynalazku:
Jerzy Pikoń, Gliwice, PL
Jan Hehlmann, Kędzierzyn-Koźle, PL
Bogusław Sasiadek, Gliwice, PL
Miroslaw Rosiński, Bydgoszcz, PL
Jan Kalinowski, Bydgoszcz, PL

57 1. Sposób zagęszczania roztworów, zwłaszcza z krystalizującym komponentem polegający na kilkudziałowym zagęszczeniu roztworu metodą wyparną, **znamienny** tym, że roztwór rozcieńczony doprowadza się w temperaturze zbliżonej do temperatury wrzenia w dolnej części pierwszej wyparki stosując intensywną cyrkulację naturalną i utrzymując stały poziom cieczy oraz stałą zadaną wartość ciśnienia oparów a roztwór przepływający pomiędzy działami wyparnymi poddaje się separacji w hydrocyklonach dla wydzielenia krystalizującego komponentu z tym, że do następnego działu wyparnego przegrzany roztwór doprowadza się do środkowej części stanowiącej strefę wrzenia stosując również intensywną cyrkulację naturalną i utrzymując stałe zadane ciśnienie oparów, zaś roztwór zagęszczony przepływający pomiędzy następnymi działami wyparnymi poddaje się dalszej separacji w hydrocyklonach dla wydzielenia krystalizującego komponentu a w ostatnim działu wyparnym utrzymuje się stały poziom cieczy i zadaną gęstość końcową roztworu, przy czym z powstałych w kolejnych działach wyparnych oparów separuje się emitowane krople roztworu, zaś zużycie pary roboczej jako czynnika grzewczego optymalizuje się stosując $n + 1$ stopniowe podgrzewanie roztworu przy n działach wyparnych aplikując maksymalną ilość kondensatu wysokotemperaturowego doprowadzanego poprzez rozprężacze,



SPÓSÓB ZAGĘSZCZANIA ROZTWORÓW, ZWŁASZCZA Z KRYSTALIZUJĄCYM
KOMPONENTEM I UKŁAD URZĄDZEŃ DO ZAGĘSZCZANIA ROZTWORÓW

Z a s t r z e ż e n i a - p a t e n t o w e

1. Sposób zagęszczania roztworów, zwłaszcza z krystalizującym komponentem polegający na kilkudziałowym zagęszczeniu roztworu metodą wyparną, z n a m i e n n y t y m, że roztwór rozcieńczony doprowadza się w temperaturze zbliżonej do temperatury wrzenia w dolnej części pierwszej wyparki stosując intensywną cyrkulację naturalną i utrzymując stały poziom cieczy oraz stałą zadaną wartość ciśnienia oparów a roztwór przepływający pomiędzy działami wyparnymi poddaje się separacji w hydrocyklonach dla wydzielenia krystalizującego komponentu z tym, że do następnego działu wyparnego przegrzany roztwór doprowadza się do środkowej części stanowiącej strefę wrzenia stosując również intensywną cyrkulację naturalną i utrzymując stałe zadane ciśnienie oparów zaś roztwór zagęszczony przepływający pomiędzy następnymi działami wyparnymi poddaje się dalszej separacji w hydrocyklonach dla wydzielenia krystalizującego komponentu a w ostatnim działu wyparnym utrzymuje się stały poziom cieczy i zadaną gęstość końcową roztworu, przy czym z powstałych w kolejnych działach wyparnych oparów separuje się emitowane krople roztworu, zaś zużycie pary roboczej jako czynnika grzewczego optymalizuje się stosując n+1 stopniowe podgrzewanie roztworu przy n działach wyparnych aplikując maksymalną ilość kondensatu wysokotemperaturowego doprowadzanego poprzez rozprężacze, w których utrzymuje się stały poziom kondensatu a powstające opary poddaje się odkraplaniu, do zbiornika kondensatu wysokotemperaturowego utrzymując stały poziom, przy czym ilościowe uzupełnienie kondensatu realizuje się z zbiornika posiadającego skraplacz oparów zasilany w optymalizowany sposób kondensatem niskotemperaturowym, kierowanym powrotnie z pierwszego stopnia podgrzewania roztworu, przy czym jednocześnie optymalne parametry pary grzewczej roboczej mogą być uzyskane w pojemnościowym transformatorze poprzez inżektorowe mieszanie pary wysokociśnieniowej i niskociśnieniowej utrzymując zadaną wartość ciśnienia pary roboczej oraz optymalną wartość przekroju roboczego dysz inżektorów, natomiast wodę do skraplacza oparów z ostatniego działu wyparnego utrzymuje się w obiegu zamkniętym poprzez chemoodporną wysokoprędkościową chłodnię utrzymując stałą temperaturę schłodzenia wody przy optymalizowanym zużyciu mocy wentylatora w warunkach zmiennego potencjału chłodniczego powietrza atmosferycznego.

2. Układ urządzeń do zagęszczania roztworów, zwłaszcza z krystalizującym komponentem zawierający działy wyparne współpracujące z wirówkami, podgrzewaczem roztworu oraz skraplaczem barometrycznym oparów współpracującym z ostatnim próżniowym działem wyparnym i rozprężaczy kondensatu, z n a m i e n n y t y m, że wyparki /16, 17, 18/ z wyjątkiem co najmniej jednej końcowej są wyposażone w wewnętrzną zawieszoną komorę grzewczą /61/, ponad którą jest ukształtowana komora wrzenia /64/ i sekcja kierownicza /65/ w postaci paralelnych struktur stanowiąc w całości pierścieniowy kontur cyrkulacyjny z korpusem wyparki /16, 17, 18/ tworząc wyparki o intensywnej naturalnej cyrkulacji roztworu, a co najmniej jedna końcowa wyparka /19/ posiada wymuszoną cyrkulację, przy czym pierwsza wyparka /16/ i przedostatnia wyparka /18/ jest wyposażona w dolnej części w króciec /70/ współpracujący z perforowanym kolektorem pierścieniowym /66/ umieszczonym poniżej wkładu grzewczego /61/ a środkowa wyparka /17/ lub środkowe wyparki posiadają króciec /70/ umieszczony w środkowej części /64/ stanowiącej strefę wrzenia roztworu, ponadto pierwsze wyparki /16, 17, 18/ z wyjątkiem co najmniej jednej końcowej /19/ posiadają w części oparowej separator /69/ korzystnie z wypełnieniem komórkowym oraz zraszacz /73/ ponad i poniżej separatora /69/, a ponadto wyparki /16, 17/ pierwszych działów posiadają hydrocyklony /20, 21/ usytuowane przed wirówkami /22, 23/, przy czym podgrzewacze roztworu /9, 10, 11, 12/ stanowią n+1

stopni w stosunku do n działów wyparnych /16, 17, 18, 19/, a skraplacz barometryczny /30/ poprzedzony jest separatorem /29/ i połączony z drugiej strony z wysokoprędkościową chemo-odporną chłodnią wody /31/ korzystnie zawierającą wypełnienie komórkowe, ponad to rozprężacze kondensatu /3, 4/ połączone są w części kondensatowej z wyparką /16, 17/ i podgrzewaczami /11, 12/ oraz zbiornikiem wysokotemperaturowego kondensatu /7/ zaś w części oparowej jest umiejscowiony separator /60/ korzystnie z wypełnieniem komórkowym, przy czym część oparowa rozprężaczy /3, 4/ połączona jest z wyparkami /17, 18, 19/ i podgrzewaczami /10, 11/, zaś podgrzewacze roztworu /9, 10, 11, 12/ stanowią układ modułowych wymienników ciepła połączonych szeregowo przy czym pierwszy podgrzewacz /9/ jest z jednej strony połączony z zbiornikiem wysokotemperaturowego kondensatu /7/ i zbiornikiem kondensatu atmosferycznego /6/ posiadającego w górnej części skraplacz oparów /59/ korzystnie z wypełnieniem komórkowym zaś z drugiej strony podgrzewacz /9/ jest połączony z sekcją skraplającą /59/ zbiornika /6/ i zbiornikiem kondensatu /5/, natomiast podgrzewacz /10/ połączony jest z jednej strony z wyparką /17/ i rozprężaczem /4/ zaś z drugiej strony jest połączony ze zbiornikiem kondensatu /6/, a podgrzewacz /11/ połączony jest z jednej strony z rozprężaczem /3/ i wyparką /16/, zaś z drugiej strony z rozprężaczem /4/, a podgrzewacz /12/ połączony jest z jednej strony z rozprężaczem /3/ zaś z drugiej strony z inżektorami /1/ i kolektorem pary roboczej /58/ korzystnie przez pojemnościowy transformator pary /2/.

3. Układ według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że inżektory /1/ pozostając w osiowej konfiguracji z kolektorem /58/ posiadają iglicowy element /55/ współpracujący z serwowmotorem /39/ lub siłownikiem /53/ i korzystnie z systemem dźwigniowym /54/ oraz dyszą /57/ umieszczoną w komorze mieszania /56/ pary wysokoprężnej /w/ i pary niskoprężnej /n/.

4. Układ według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że rozprężacze /3, 4/ w części oparowej posiadają pakiet wypełnienia komórkowego /60/ spełniającego rolę separatora kropel, przy czym odbiór kondensatu jest sterowany regulatorem poziomu /40, 41/.

5. Układ według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że separator /29/ posiada pakiet wypełnienia komórkowego /75/ spełniającego rolę odkraplacza oraz dwustronny zraszacz /76/ i deflektorowy króciec wlotu oparów /74/, wylotu oparów /77/ i wylotu roztworu /78/.

6. Układ według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że wyparki /16, 18, 19/ posiadają sterowane natężenie przepływu roztworu wpływającego króćcem /70/ za pomocą regulatora poziomu /44, 47, 49/.

7. Układ według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że wyparki /16, 17/ posiadają sterowany odbiór kondensatu z układu grzewczego /61/ za pomocą regulatora ciśnienia /45, 46/.

8. Układ według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że wyparki /18, 19/ posiadają sterowany odbiór roztworu zagęszczonego za pomocą regulatora gęstości /48, 50/.

9. Układ według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że podgrzewacz roztworu /12/ posiada sterowany przepływ pary grzewczej za pomocą regulatora temperatury roztworu /52/.

10. Układ według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że do maksymalnego zużycia kondensatu wysokotemperaturowego posiada w zbiorniku /7/ regulator poziomu /42/ sterujący ilość kondensatu aplikowanego ze zbiornika /6/ pompą /14/ do podgrzewacza /9/ a do utrzymania ekstremalnej temperatury kondensatu w zbiorniku /6/ posiada regulator /43/ umiejscowiony ponad sekcją skraplającą /59/ korzystnie z wypełnienia komórkowego.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest sposób zagęszczania roztworów, zwłaszcza z krystalizującym komponentem i układ urządzeń do zagęszczania roztworów, szczególnie w przemyśle chemicznym, spożywczym i przemysłach pokrewnych w technologiach zagęszczania mediów płynnych przez odparowanie rozpuszczalnika gdzie awansowaniu procesu zagęszczania może towarzyszyć wydzielanie komponentu w postaci krystalicznej. Korzystne jest stosowanie sposobu i urządzeń w technologiach wielodziałowego odparowania roztworów ługu z zawartością soli.

W znanych sposobach zagęszczania roztworów metodą wyparną w układzie wielodziałowym, a zwłaszcza w przypadku krystalizującego komponentu stosuje się układ i urządzenia, które w sposób reprezentatywny przedstawiono w literaturze - A. Kubasiewicz "Wyparki, konstrukcja i obliczanie" WNT, Warszawa 1977 r. rys. XII-15. Układ wyparny pracujący współprądowo posiada jedynie dwustopniowy system podgrzewania roztworu bez optymalizacji zużycia pary świeżej i regulacji temperatury roztworu rozcieńczonego na wejściu do pierwszego działu wyparnego. Układ ten nie zabezpiecza ekonomicznego zagospodarowania potencjału cieplnego kondensatu z drugiego i trzeciego działu wyparnego co wpływa na obniżenie sprawności egzergetycznej układu. Przepływ roztworu, który w tym przypadku stanowi rozcieńczony poelektrolityczny ług sodowy zawierający pewne ilości rozpuszczonej soli NaCl, odbywa się pod wpływem istniejącej różnicy ciśnień pomiędzy poszczególnymi działami. Wydajność instalacji jest warunkowana jedynie wydajnością cieplną działu, część roztworu zawierającego krystalizujący komponent podlega separacyjnemu rozdzielaniu za pomocą międzydziałowych wirówek. Sposób ten nie gwarantuje jednak całkowitego oczyszczania roztworu, tak że w kolejnych działach następuje okresowe wydzielenie komponentu w strefie ogrzewania. Wpływa to na gwałtowne obniżenie wydajności cieplnej wyparki i wymaga wstrzymania produkcji i mycia instalacji. Oznacza to zarówno rozcieńczenie roztworu jak również nieprodukcyjne zużycie pary grzewczej. Sytuacja taka powoduje jednocześnie międzydziałowe sprzężenie zwrotne, zakłócające optymalny rozkład użytecznej różnicy temperatury, obniżające sprawność energetyczną układu i wpływające na wzrost wskaźnika zużycia pary świeżej. Cała instalacja wyparna nie posiada systemów separacyjnych w przestrzeni parowej co wpływa na utratę produktu oraz chemiczne uaktywnienie kondensatu i wody chłodzącej, która wobec powyższego znajduje się w układzie otwartym, zanieczyszczającym środowisko wodne, gdyż istniejące chłodnie kominowe bądź wentylatorowe nie posiadają odporności na wody chemiczne aktywne. Brak systemów regulacyjnych powoduje, że konieczne jest stosowanie dodatkowego działu wyparnego do końcowego zagęszczenia roztworu. Ze względu na trudne warunki cieplne dział ten zwykle jest ogrzewany parą świeżą co dodatkowo obniża sprawność energetyczną układu. Instalacje według omówionego systemu pracujące w przemyśle, uzyskują wskaźnik odparowania około 7,0 kg pary/kg 100% NaOH przy teoretycznie możliwym około 2,3 kg pary/kg 100% NaOH. W instalacjach tych stosuje się zwykle wyparki z zawieszoną komorą grzewczą rys.IV-5 wg cytowanej literatury, które z powodu małej intensywności cyrkulacyjnej ulegają częstemu zasoleniu i wymagają mycia za pomocą kondensatu co przyczynia się zasadniczo do obniżenia efektywności technicznej całego układu. Stosowane również wyparki z wymuszoną cyrkulacją poprawiają funkcjonowanie układu, jednak z ich stosowaniem wiąże się zużycie energii elektrycznej do napędu pompy oraz wzrost kosztów inwestycyjnych i zakresu a także kosztu prac remontowych. Celem wynalazku jest wyeliminowanie powyższych niedogodności a przede wszystkim poprawienie skuteczności egzergetycznej całego układu, osiągnięcie wzrostu wydajności i zamknięcia obiegu wody chłodzącej jako elementu decydującego o ochronie naturalnego środowiska.

Sposób zagęszczania roztworów zwłaszcza z krystalizującym komponentem metodą wyparną według wynalazku polega na tym, że roztwór rozcieńczony doprowadza się w temperaturze zbliżonej do temperatury wrzenia w dolnej części pierwszej wyparki stosując intensywną cyrkulację naturalną i utrzymując stały poziom cieczy oraz stałą zadaną wartość ciśnienia oparów. Wprowadzenie roztworu w dolnej części wyparki powoduje, że w czasie przepływu przez wkład grzejny następuje jego przegrzanie a jego wrzenie występuje powyżej układu grzewczego.

Jednocześnie stosowanie intensywnej cyrkulacji powoduje, że w obrębie wkładu grzewczego eliminuje się odkładanie krystalizującego komponentu dzięki czemu około 7 do 10 krotnie wydłuża się okres pracy pomiędzy operacjami mycia co w przypadku instalacji ładu poelektrolitycznego oznacza oszczędność pary roboczej w ilości około 1,5 kg/kg 100% NaOH, a dzięki stymulacji procesów cieplnych wydajność instalacji wzrasta nawet o 100%. Regulowanie natężenia przepływu roztworu stabilizuje warunki hydrodynamiczne i termiczne w wyparce, zaś stałe ciśnienie oparów, regulowane poziomem zalania układu grzewczego kondensatem umożliwia zrealizowanie zasady optymalnego podziału użytecznej różnicy temperatury w kolejnych wyparkach co w rezultacie wpływa na zminimalizowanie zużycia pary roboczej i kosztów eksploatacyjnych. Roztwór przepływający pomiędzy działami wyparnymi poddaje się separacji w hydrocyklonach dla wydzielenia krystalizującego komponentu z tym, że do następnego działu wyparnego przegrzany roztwór doprowadza się do środkowej części stanowiącej strefę wrzenia stosując również intensywną cyrkulację naturalną i utrzymując stałe zadane ciśnienie oparów zaś roztwór zagęszczony przepływający pomiędzy następnymi działami wyparnymi poddaje się dalszej separacji w hydrocyklonach dla wydzielenia krystalizującego komponentu a w ostatnim działle utrzymuje się stały poziom cieczy i zadaną gęstość końcową roztworu.

Wydzielenie krystalizującego komponentu za pomocą hydrocyklonów ma tę zaletę, że eliminuje się erozyjne oddziaływanie na rury grzewcze w wyparkach, dzięki czemu wydłuża się okresy między remontowe i obniża koszty eksploatacyjne oraz pośrednio wpływa na bilansowy wzrost produkcji. Z powstających w kolejnych działach wyparnych oparów separuje się emitowane kropelki roztworu. Zastosowanie separatorów pakietowych z wypełnienia komórkowego umożliwia osiągnięcie wysokiego stopnia suchości oparów powyżej 95%, dzięki czemu rośnie intensywność procesów wymiany ciepła w wyparkach i podgrzewaczach roztworu co sprawia, że wyparki o identycznej powierzchni grzewczej jak w rozwiązaniach tradycyjnych posiadają o 100% wyższą wydajność cieplną. Zastosowanie separatora z wypełnieniem komórkowym obniża również emisję produktu o 70 do 90% co zdecydowanie wpływa na zmniejszenie aktywności chemicznej wody chłodzącej i stanowi o odzysku części produktu oraz umożliwia zamknięcie obiegu wodnego z tylko częściowym jego odświeżaniem za pomocą wody przemysłowej co stanowi o spełnieniu postulatów wynikających z ochrony środowiska. Zużycie pary roboczej jako czynnika grzewczego optymalizuje się stosując $n+1$ stopniowe podgrzewanie roztworu przy n działach wyparnych aplikując maksymalną ilość kondensatu wysokotemperaturowego doprowadzanego poprzez rozprężacze, w których utrzymuje się stały poziom kondensatu a powstające opary poddaje się odkraplaniu, do zbiornika kondensatu wysokotemperaturowego utrzymując stały poziom, przy czym ilościowe uzupełnienie kondensatu realizuje się z zbiornika posiadającego skraplacz oparów zasilany w optymalizowany sposób kondensatem niskotemperaturowym kierowanym powrotnie z pierwszego stopnia podgrzewania roztworu.

Rozwiązanie takie umożliwia swobodny spływ kondensatu z wszystkich wyparek eliminując zakłócające sprzężenie zwrotne dotyczące optymalnego rozkładu zadanych ciśnień czy też rozkładu użytecznej różnicy temperatury co w konsekwencji umożliwia płynną, efektywną eksploatację. Jednocześnie zastosowanie pełnego skraplania oparów, pochodzących z atmosferycznego samoodparowania, umożliwia osiągnięcie maksymalnej sprawności energetycznej instalacji wpływającej na obniżenie zużycia pary roboczej, które w znanych rozwiązaniach w instalacjach zagęszczania ładu poelektrolitycznego wynosi do 7,0 i 8,0 kg pary/kg 100% NaOH.

Optymalne parametry pary grzewczej roboczej uzyskuje się w pojemnościowym transformatorze poprzez inżektorowe mieszanie pary wysokociśnieniowej i niskociśnieniowej utrzymując zadaną wartość ciśnienia pary roboczej oraz optymalną wartość przekroju roboczego dysz inżektorów.

Sposób ten umożliwia optymalny wybór parametrów pary roboczej dostosowany do wymogów stacji wyparnej a także uzyskuje się wydłużenie dyfuzorowej przemiany energii kinetycznej w energię potencjalną pary, likwidując przemianę w energię akustyczną, niekorzystną z punktu

widzenia sprawności energetycznej inżektora jak również likwiduje niezwykle uciążliwe źródło hałasu. Zaś zastosowanie regulowanego przekroju dyszy zbliża charakterystykę roboczą transformatora pary do charakterystyki teoretycznej o maksymalnej sprawności przemiany termodynamicznej. Wodę do skraplacza oparów z ostatniego działu wyparnego utrzymuje się w obiegu zamkniętym poprzez chemoodporną wysokoprędkościową chłodnię, utrzymując stałą temperaturę schładzania wody przy optymalizowanym zużyciu mocy wentylatora w warunkach zmiennego potencjału chłodniczego powietrza atmosferycznego.

Rozwiązanie takie umożliwia zmniejszenie zużycia mocy napędowej o 70% w stosunku do znanych rozwiązań tradycyjnych w chłodniach wentylatorowych. Kompleksowe wprowadzenie sposobu zagęszczania z wydzielaniem krystalizującego komponentu według wynalazku umożliwia obniżenie wskaźnika zużycia pary roboczej z 7,0 kg/kg 100% NaOH do 2,5 kg/kg 100% NaOH oraz zwiększenie wydajności o co najmniej 100% w stosunku do rozwiązań tradycyjnych.

Układ urządzeń do zagęszczania roztworów zwłaszcza z krystalizującym komponentem według wynalazku zawierający działy wyparne charakteryzuje się tym, że wyparki, z wyjątkiem co najmniej jednej końcowej są wyposażone w wewnętrzną zawieszoną komorę grzewczą, ponad którą jest ukształtowana komora wrzenia i sekcja kierownicza w postaci równoległych struktur stanowiąc w całości pierścieniowy kontur cyrkulacyjny z korpusem wyparek tworząc wyparki o intensywnej naturalnej cyrkulacji roztworu a co najmniej jedna końcowa wyparka posiada wymuszoną cyrkulację, przy czym pierwsza wyparka i przedostatnia wyparka jest wyposażona w dolnej części w króciec współpracujący z perforowanym kolektorem pierścieniowym umieszczonym poniżej wkładu grzewczego. Środkowa wyparka lub środkowe wyparki posiadają króciec doprowadzenia roztworu umieszczony w środkowej części stanowiącej strefę wrzenia roztworu. Pierwsze wyparki z wyjątkiem co najmniej jednej końcowej posiadają w części oparowej separator korzystnie wykonany z wypełnienia komórkowego oraz zraszacz ponad i poniżej separatora, a ponadto wyparki pierwszych działów posiadają hydrocyklony usytuowane przed wirówkami. Podgrzewacze roztworu stanowią $n+1$ stopni w stosunku do n działów wyparnych. Skraplacz barometryczny poprzedzony jest separatorem i połączony z drugiej strony z wysokoprędkościową chemoodporną chłodnią wody korzystnie zawierającej wypełnienie komórkowe. Rozprężacze kondensatu połączone są w części kondensatowej z wyparkami i podgrzewaczami oraz zbiornikiem wysokotemperaturowego kondensatu zaś w części oparowej znajduje się separator korzystnie z wypełnieniem komórkowym przy czym ta część rozprężaczy również jest połączona z wyparkami i podgrzewaczami. Podgrzewacze roztworu stanowią układ modułowych wymienników ciepła połączonych szeregowo przy czym pierwszy podgrzewacz jest z jednej strony połączony z zbiornikiem wysokotemperaturowego kondensatu i zbiornikiem kondensatu atmosferycznego posiadającego w górnej części skraplacz oparów korzystnie wykonanego z wypełnienia komórkowego, zaś z drugiej strony podgrzewacz jest połączony z sekcją skraplającą zbiornika kondensatu atmosferycznego i zbiornikiem kondensatu powrotnego. Kolejny podgrzewacz połączony jest z jednej strony z drugą wyparką i drugim rozprężaczem zaś z drugiej strony jest połączony z zbiornikiem kondensatu atmosferycznego. Trzeci podgrzewacz połączony jest z jednej strony z pierwszym rozprężaczem i pierwszą wyparką zaś z drugiej strony z drugim rozprężaczem. Ostatni podgrzewacz połączony jest z jednej strony z pierwszym rozprężaczem a z drugiej strony z transformatorem pary, zaś do mieszania pary niskoprężnej i pary wysokoprężnej stosowany jest pojemnościowy transformator pary, połączony osiowo z inżektorami z jednej strony i kolektorem pary roboczej z drugiej strony.

W stosunku do znanych rozwiązań stacji podgrzewania roztworu rozcieńczonego, rozwiązanie według wynalazku gwarantuje podgrzanie roztworu do temperatury wrzenia przy minimalnym zużyciu pary świeżej, a dzięki zastosowaniu stopni podgrzewania w modułowym, wielosekcyjnym rozwiązaniu osiągnięto obniżenie ilości wymienników rezerwowych poniżej 10% stanu ogólnego wobec 25 do 50% stosowanych w wielodrogowych rozwiązaniach tradycyjnych. Przyczynia się to w adekwatnej proporcji do obniżenia kosztów inwestycyjnych oraz obsługi amortyzacyjnej zapasów magazynowych.

Pojemnościowy transformator pary jest osiowo połączony z inżektorami z jednej strony i kolektorem pary roboczej z drugiej strony przy czym inżektory pozostając w osiowej konfiguracji z kolektorem pary roboczej mogą być połączone z pominięciem transformatora pojemnościowego. Inżektory posiadają iglicowy element współpracujący z serwomotorem lub siłownikiem i korzystnie z systemem dźwigniowym oraz dyszą umieszczoną w komorze mieszania pary wysokociśnieniowej i pary niskociśnieniowej. Rozprężacze kondensatu w części oparowej posiadają pakiet wypełnienia komórkowego spełniającego rolę separatora kropeł przy czym odbiór kondensatu jest sterowany regulatorem poziomu. Separator kropeł roztworu zagęszczonego posiada pakiet wypełnienia komórkowego oraz dwustronny zraszacz i deflektorowy króciec wlotu oparów oraz króciec wylotu oparów i roztworu.

Wyparki pierwsza i dwie ostatnie posiadają sterowane natężenie przepływu roztworu wpływającego przy czym sterowanie odbywa się za pomocą regulatorów poziomu.

Dwie pierwsze wyparki posiadają sterowany odbiór kondensatu z wkładu grzewczego przy czym sterowanie odbywa się za pomocą regulatora ciśnienia oparów.

Dwie ostatnie wyparki stanowiące próżniowy dział wyparny posiadają sterowany odbiór roztworu zagęszczonego za pomocą regulatora gęstości. Ostatni podgrzewacz roztworu posiada sterowany przepływ pary grzewczej za pomocą regulatora temperatury roztworu.

Maksymalne zużycie kondensatu wysokotemperaturowego realizuje się za pomocą regulatora poziomu w zbiorniku kondensatu wysokotemperaturowego sterującego ilość kondensatu z zbiornika atmosferycznego przetłaczanego pompą do pierwszego podgrzewacza roztworu, przy czym ekstremalną temperaturę kondensatu w zbiorniku atmosferycznym realizuje się poprzez sterowany za pomocą regulatora dopływu kondensatu powrotnego z pierwszego podgrzewacza roztworu przy czym kondensat jest stosowany jako czynnik zraszający skraplacz posiadający korzystnie pakiet wypełnienia komórkowego.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku na którym fig. 1 przedstawia schemat układu zagęszczania roztworów zwłaszcza z krystalizującym komponentem, fig. 2 - przekrój wyparki o zintensyfikowanej cyrkulacji i dolnym doprowadzeniem roztworu, fig. 3 - przekrój wyparki o zintensyfikowanej cyrkulacji i środkowym doprowadzeniem roztworu, fig. 4 - układ podgrzewania roztworu, fig. 5 - układ rozprężaczy kondensatu, fig. 6 - inżektorową baterię transformacji parametrów pary z regulowanym przekrojem czynnym dyszy za pomocą iglicy napędzanej mechanicznie, fig. 7 - inżektorową baterię transformacji parametrów pary z regulowanym przekrojem czynnym dyszy za pomocą iglicy napędzanej siłownikiem a fig. 8 - przekrój separatora z wypełnieniem komórkowym według patentu 101424.

Układ zawiera wyparki 16, 17, 18, 19. Wyparki 16, 17, 18 są wyposażone w wewnętrzną zawieszoną komorę grzewczą 61, ponad którą jest ukształtowana komora wrzenia 64 i sekcja kierownicza 65 w postaci paralelnych struktur stanowiąc w całości pierścieniowy kontur cyrkulacyjny z korpusem wyparki 16, 17, 18, tworząc wyparki o intensywnej naturalnej cyrkulacji roztworu.

Końcowa wyparka 19 posiada wymuszoną cyrkulację. Pierwsza wyparka 16 i przedostatnia wyparka 18 jest wyposażona w dolnej części w króciec 70 współpracujący z perforowanym kolektorem pierścieniowym 66 umieszczonym poniżej wkładu grzewczego 61. Wyparka 17 posiada króciec 70 umieszczony w środkowej części 64 stanowiącej strefę wrzenia.

Wyparki 16, 17, 18 posiadają w części oparowej separator 69 z wypełnieniem komórkowym oraz zraszacz 73 ponad i poniżej separatora 69 a wyparki 16, 17 posiadają hydrocyklony 20, 21 usytuowane przed wirówkami 22, 23.

Układ wyposażony jest w podgrzewacze roztworu 9, 10, 11, 12 i skraplacz barometryczny 30 poprzedzony separatorem 29 i połączony z drugiej strony z wysokoprędkościową chemoodporną chłodnią wody 31 z wypełnieniem komórkowym.

Z wyparką 16, 17 w części kondensatowej i podgrzewaczami 11, 12 oraz zbiornikiem wysokotemperaturowego kondensatu 7 są połączone rozprężacze 3, 4.

W części oparowej wyparki 16, 17 jest umieszczony separator 60 z wypełnieniem komórkowym, część oparowa rozprężaczy 3, 4 połączona jest z wyparkami 17, 18, 19 i podgrzewaczami 10, 11, a podgrzewacze roztworu 9, 10, 11, 12 stanowią układ modułowych wymienników ciepła połączonych szeregowo. Pierwszy podgrzewacz 9 jest z jednej strony połączony ze zbiornikiem wysokotemperaturowego kondensatu 7 i zbiornikiem kondensatu atmosferycznego 6 posiadającego w górnej części skraplacz oparów 59 z wypełnieniem komórkowym a z drugiej strony jest połączony z sekcją skraplającą 59 zbiornika 6 i zbiornikiem kondensatu 5. Podgrzewacz 10 połączony jest z jednej strony z wyparką 17 i rozprężaczem 4 a z drugiej strony ze zbiornikiem kondensatu 6. Podgrzewacz 11 połączony jest z jednej strony z rozprężaczem 3 i wyparką 16 a z drugiej strony z rozprężaczem 4. Podgrzewacz 12 połączony jest z jednej strony z rozprężaczem 3 a z drugiej strony z pojemnościowym transformatorem pary 2 do mieszania pary niskoprężnej n i pary wysokoprężnej w połączonym osiowo z inżektorami 1 z jednej strony i kolektorem pary roboczej 58 z drugiej strony.

Działanie układu i sposób zagęszczania roztworów zwłaszcza z krystalizującym komponentem jest następujący:

Roztwór rozcieńczony ze zbiornika 8 jest przetłaczany za pomocą pompy 13 przez kolejne stopnie podgrzewania 9, 10, 11 i 12 - uzyskując temperaturę wrzenia, do wyparki 16 stanowiącej pierwszy ciśnieniowy dział stacji wyparnej. Natężenie przepływu roztworu jest sterowane za pomocą regulatora poziomu 44. Roztwór stężony odbierany jest za pomocą pompy 35 i przetłaczany do wyparki 17 stanowiącej drugi dział ciśnieniowy, przy czym roztwór przepływa przez hydrocyklon 20, w którym następuje odseparowanie wylewu stanowiącego skoncentrowany roztwór krystalizującego komponentu, skierowanego do wirówki 22 pozwalającej uzyskać kryształy oraz roztwór podstawowy skierowany do zbiornika 8. W wyparce 17 roztwór jest dogęszczany i odbierany w sposób ciągły za pomocą pompy 36 i przetłaczany przez hydrocyklon 21 do pierwszej wyparki 18 działu próżniowego. Wylew z hydrocyklonu 21 jest rozdzielany w wirówce 23 na kryształ i roztwór podstawowy, który przepływa do zbiornika międzyoperacyjnego 26, skąd grawitacyjnie spływa do wyparki 18. Natężenie przepływu roztworu jest sterowane za pomocą regulatora poziomu 47 zaś odbiór zagęszczonego roztworu jest sterowany za pomocą regulatora gęstości 48. Roztwór wraz z krystalizującym komponentem przepływa do zbiornika naporowego 24 a następnie do wirówki 27, w której następuje odseparowanie kryształów i roztworu podstawowego, kierowanego do wyparki 19 stanowiącej drugą wyparkę działu próżniowego, przy czym posiada ona zewnętrzny grzejnik oraz pompę wymuszającą cyrkulację zagęszczonego roztworu. Natężenie przepływu roztworu jest sterowane za pomocą regulatora poziomu 49. Odbiór roztworu o zadanym stężeniu jest sterowany regulatorem gęstości 50 zaś roztwór kierowany jest do zbiornika naporowego 25 skąd przepływa do wirówki 28 rozdzielającej krystalizujący komponent od roztworu stężonego, stanowiącego produkt. Opary z wyparki 16 po odkropleniu stanowią czynnik grzewczy wyparki 17 oraz podgrzewacza 11. Opary z wyparki 17 stanowią czynnik grzewczy wyparki 18, 19 i podgrzewacza 10. Opary z wyparki 18 i 19 są zasysane za pomocą pompy próżniowej 32 przy czym przepływają one przez separator 29, w którym następuje wydzielenie kropeł stężonego roztworu, suche opary przepływają następnie przez skraplacz 30, zaś gazy inertne po odkropleniu przepływają przez pompę próżniową 32 do atmosfery.

Woda stosowana do skraplania oparów jest przetłaczana pompą 37 do wysokoprędkościowej chłodni 31 zawierającej wypełnienie komórkowe. Chłodnia ta, według polskiego opisu zgłoszenia patentowego P.262491, o niezwykle korzystnych parametrach eksploatacyjnych może być wykonana w wersji chemoodpornej co ma pierwszoplanowe znaczenie w przypadku wód chemicznie aktywnych. Woda jest chłodzona za pomocą powietrza tłoczonego wentylatorem zewnętrznym 33, zasilanego z prostownika prądu 34 sterującego obroty wentylatora za pomocą regulatora temperatury wody obiegowej 51, przetłaczanej pompą 38. Nadmiar wody wynikający z skraplania opa-

rów jest odprowadzany w postaci ścieków do neutralizacji. Optymalny podział użytecznej różnicy temperatury w stacji wyparnej jest realizowany za pomocą regulatorów ciśnienia 45, 46 sterujących poziom zalania wkładu grzewczego wyparki kondensatem. Para robocza może być używana za pomocą inżektorowej stacji transformatorowej według fig. 6 lub fig. 7. W przypadku zmiennej wydajności instalacji korzystne jest stosowanie baterii inżektorów 1 połączonych z kolektorem parowym 58 za pomocą osiowo współpracującego pojemnościowego transformatora pary 2 lub ukośnych kształtek. Regulacja wydajności przy zachowaniu optymalnej sprawności odbywa się dzięki stosowaniu dysz 57, które w komorze mieszania 56 pary niskoprężnej /n/ i wysokoprężnej /w/, posiadają iglicę 55 umożliwiającą zmianę przekroju roboczego dyszy do jej pełnego wyłączenia. Położenie iglicy 55 może być regulowane za pomocą serwowatorów 39 lub siłowników 53 i systemu dźwigniowego 54. Rozwiązanie to dzięki zastosowanej osiowej konfiguracji elementów umożliwia optymalną transformację parametrów pary z wyeliminowaniem strat w postaci generowania energii akustycznej. Maksymalną sprawność egzergetyczną uzyskuje się poprzez utylizację strumieni ekstrakary i strumieni kondensatu. Kondensat z wyparki 16 i podgrzewacza 12 kierowany jest do rozprężacza 3, gdzie powstała para po odkropleniu jest czynnikiem grzewczym w podgrzewaczu 11 i wyparce 17. Rozprężony kondensat przepływa do rozprężacza 4 przy czym przepływ ten jest sterowany regulatorem ciśnienia 40. W rozprężaczu 4 powstała para przepływa do podgrzewacza 10, wyparki 18 i 19, a rozprężony kondensat przepływa do zbiornika 7, przy czym przepływ jest sterowany regulatorem ciśnienia 41. Stacja rozprężania strumieni kondensatowych w przykładowym rozwiązaniu według fig. 5 posiada separatory kropel 60, wykonane z wypełnienia komórkowego, umożliwiające osiągnięcie suchych oparów grzewczych przez co uzyskuje się wzrost efektywności procesów wymiany ciepła generujących wzrost wydajności urządzeń produkcyjnych. Jednocześnie zastosowane regulatory ciśnienia 40, 41 sterujące przepływ strumieni kondensatu umożliwiają ciśnieniowe i termiczne scharmonizowanie całej stacji wyparnej, pozostającej z stacją rozprężania w sprzężeniu zwrotnym. Stacja podgrzewania roztworu według przykładowego rozwiązania przedstawionego na fig. 4 współpracuje z układem odzysku ciepła strumieni kondensatowych. Maksymalną temperaturę kondensatu doprowadzanego za pomocą pompy 14 do podgrzewacza 9 uzyskuje się dzięki stosowaniu zbiornika 7 wyposażonego w regulator 42 sterujący maksymalne zużycie kondensatu wysokotemperaturowego, uzupełnianego kondensatem z zbiornika 6. Do zbiornika 6 dopływa kondensat z wyparki 18 i 19 oraz podgrzewacza 10 gdzie ulega atmosferycznemu rozprężeniu. Powstałe opary są skraplane na pakiecie wypełnienia komórkowego 59, zraszane strumieniem kondensatu wyczerpanego, wypływającego z podgrzewacza 9, przy czym jego ilość jest sterowana za pomocą regulatora temperatury 43 umożliwiającego całkowite skroplenie i jego maksymalnie możliwe podgrzanie. Powstała ilość kondensatu jest kierowana do zbiornika 5 skąd za pomocą pompy 15 jest okresowo tłoczony do mycia urządzeń z ewentualnych osadów. Poszczególne stopnie podgrzewania 9, 10, 11, 12 są dostosowane do gradacji energetycznej strumieni kondensatu, oparów i pary przy czym poszczególne stopnie podgrzewaczy rozwiązano jako modułowe w układzie wielosekcyjnym. Rozwiązanie takie umożliwia zmniejszenie zapasu aparatów rezerwowych oraz zrealizowanie czystego przeciwwądowego przepływu czynników. Ostatni stopień podgrzewania 12 posiada ogrzewania za pomocą pary roboczej, przy czym minimalne jej zużycie jest osiągane dzięki systemowi pełnej utylizacji ciepła strumieni powrotnych oraz regulatorowi temperatury 52, sterowanego zadaną temperaturą podgrzania roztworu dostarczanego do wyparki 16.

Z punktu widzenia sprawnego technologicznego i energetycznego działania w przypadku zagęszczania roztworu zwłaszcza z krystalizującym komponentem jest stosowanie wyparek o intensywnej cyrkulacji. Wyparka 16 w przykładowym wykonaniu na fig. 2 posiada wewnętrzną, zawieszoną komorę grzewczą 61 z środkowym doprowadzeniem pary 62 dwu lub kilku poziomym przy czym w rurze 62 znajduje się dno 63 umożliwiające niezakłócony odbiór kondensatu króćcem 72. Roztwór w temperaturze wrzenia jest doprowadzany króćcem dolnym 70 współpra-

cującym z kolektorowym pierścieniem 66 umieszczonym poniżej wkładu grzewczego 61. Rozwiązanie takie nie zakłóca procesu wrzenia i zabezpiecza właściwe wymieszanie roztworu rozcieńczonego i cyrkulującego. Wyparka posiada komorę wrzenia 64 i sekcję kierowniczą 65 w postaci paralelnych struktur powyżej komory grzewczej 61. Rozwiązanie takie przenosi wrzenie poza komorę grzewczą co eliminuje osadzanie krystalizującego komponentu w rurach grzewczych, jednocześnie utworzono kontur cyrkulacyjny z strefą ogrzewania 61 i pierścieniową strefą pasywną pomiędzy korpusem wyparki i komorą wrzenia 64. Układ taki generuje intensywną naturalną cyrkulację stymulującą proces wymiany ciepła oraz uniemożliwiająca tworzenie osadów w rurach grzewczych. W górnej części oparowej znajduje się separator kropeł 69 skompletowany z warstw wypełnienia komórkowego zapewniającego wysokosprawne odkroplenie oparów stanowiących utylizowany czynnik grzewczy. Separator 69 może być przemywany wodą dostarczoną z zbiornika 5 do zraszacza 73 umieszczonego powyżej i poniżej separatora. Wkład grzewczy 61 posiada przewody 67 i 68 pozwalające w trakcie ruchu odprowadzić akumulowane gazy inertne do atmosfery. Roztwór zagęszczony odprowadza się króćcem 71 zlokalizowanym w miejscu maksymalnej koncentracji krystalizującego komponentu. W przypadku kiedy doprowadzany do wyparki roztwór posiada temperaturę wyższą od temperatury wrzenia to jest on wprowadzany króćcem 70 do strefy wrzenia 64 według przykładu rozwiązania według fig. 3, rozwiązanie takie lokalizuje w właściwej strefie proces samoodparowania. Opary z wyparek próżniowych 18 i 19 przepływają przez separator kropeł 29 według przykładu wykonania na fig. 8, przy czym posiada on deflektorowy króciec wlotowy 74, pakiet wypełnienia separacyjnego 75 skompletowanego z warstw wypełnienia komórkowego, okresowo przemywanego wodą za pomocą zraszacza 76 zlokalizowanego powyżej i poniżej wypełnienia 75. Odkroplone z produktu opary wypływają króćcem 77 zaś roztwór stężony wypływa króćcem 78. W czasie okresowego mycia separatora woda jest odprowadzana do ścieków króćcem i przewodem nie zaznaczonym w przykładzie wykonania. Stosowanie separatora według przykładu umożliwia odzysk produktu i zapewnia ochronę wód obiegowych przed chemicznym skażeniem.

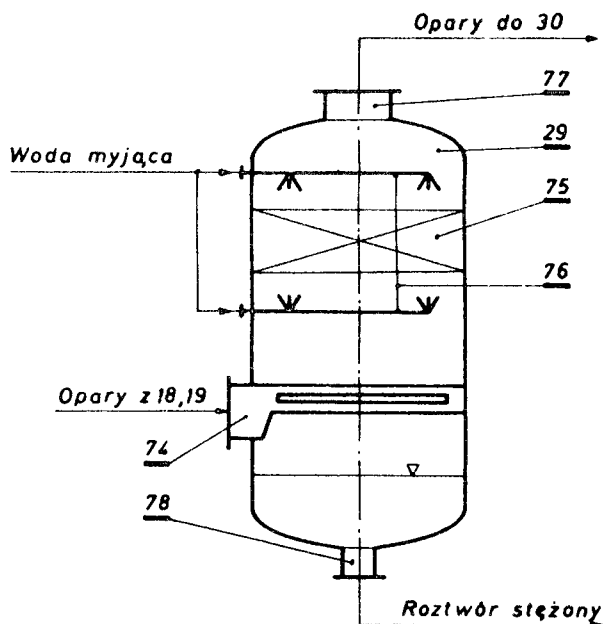


Fig. 8

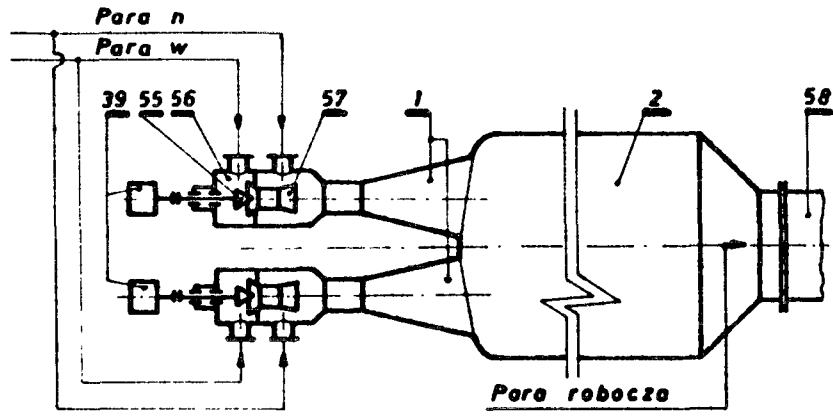


Fig. 6

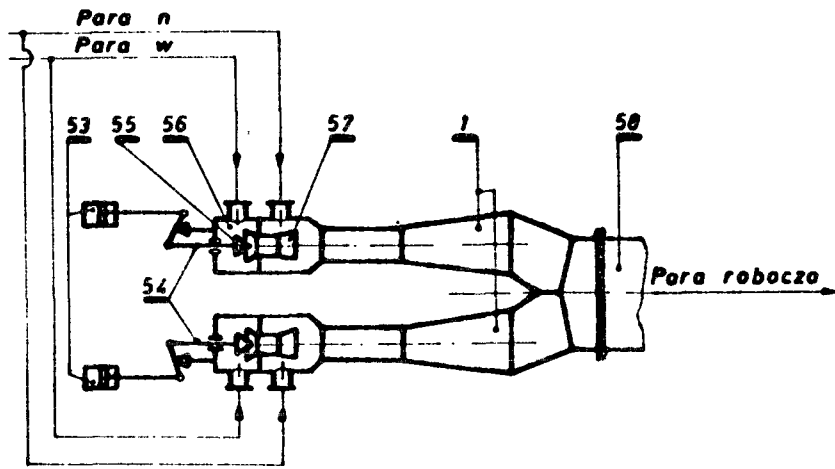


Fig. 7

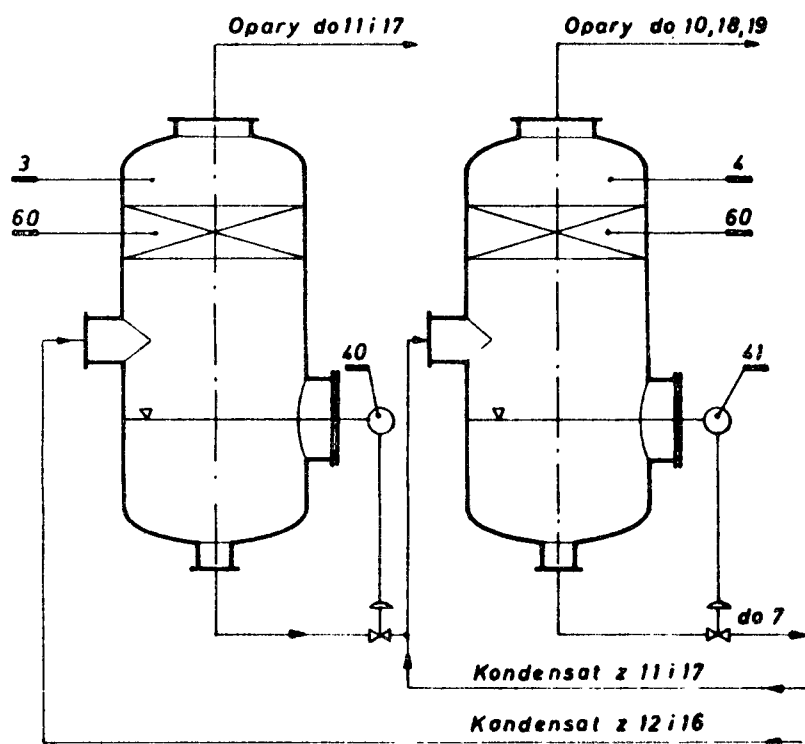


Fig. 5

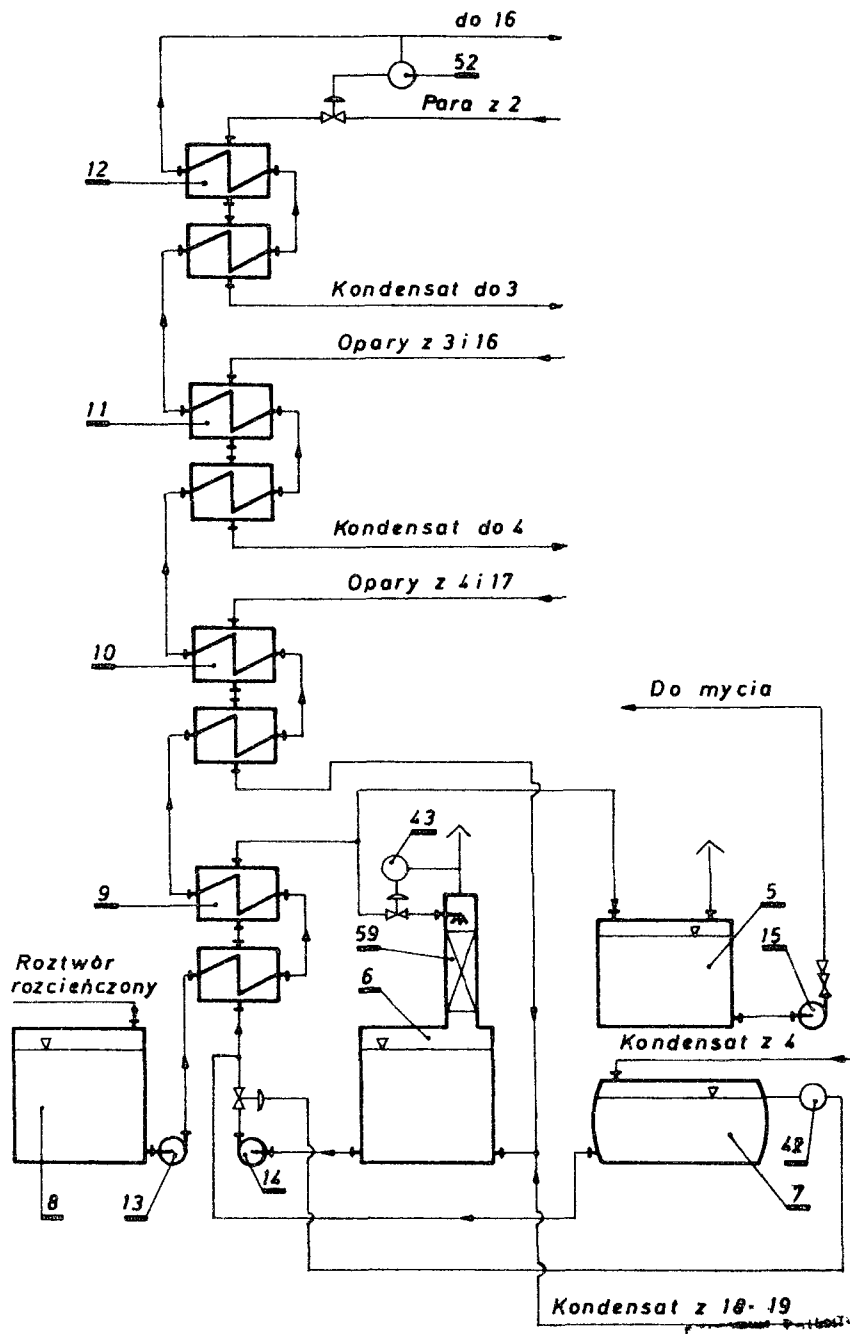


Fig.4

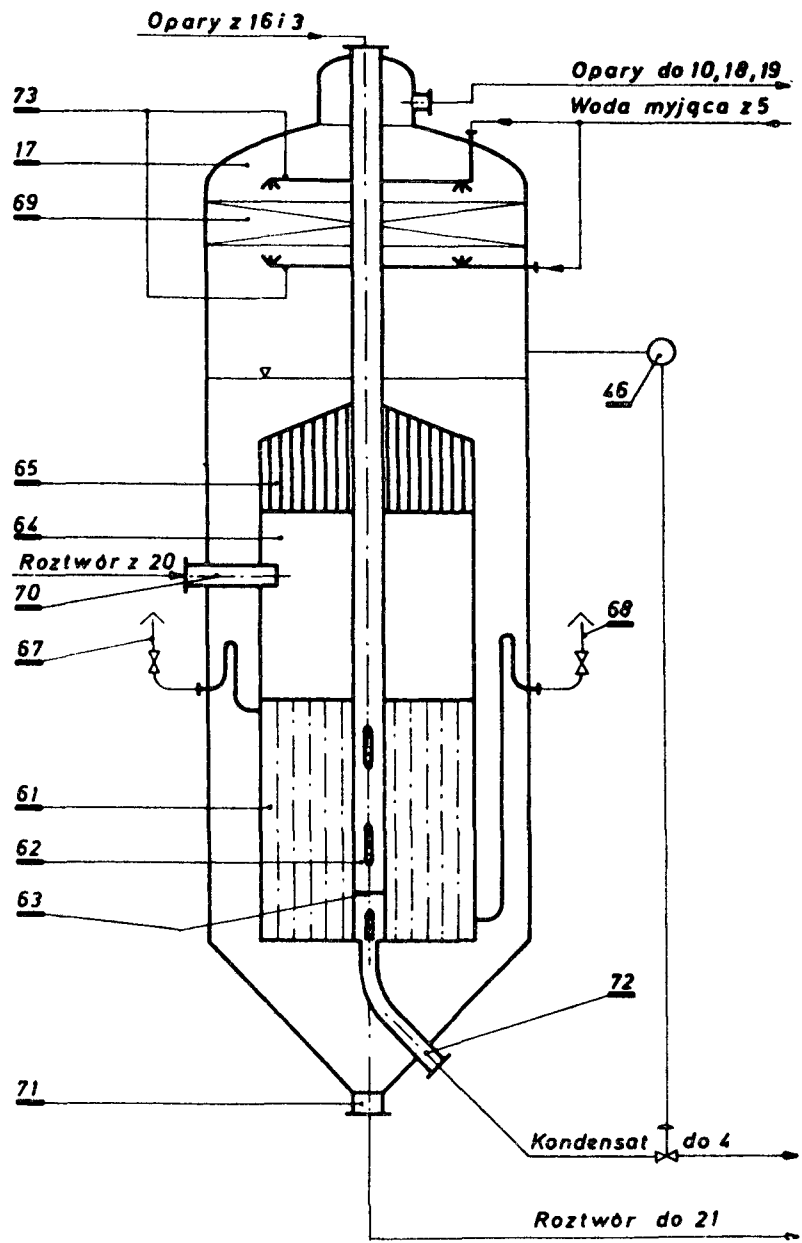


Fig. 3

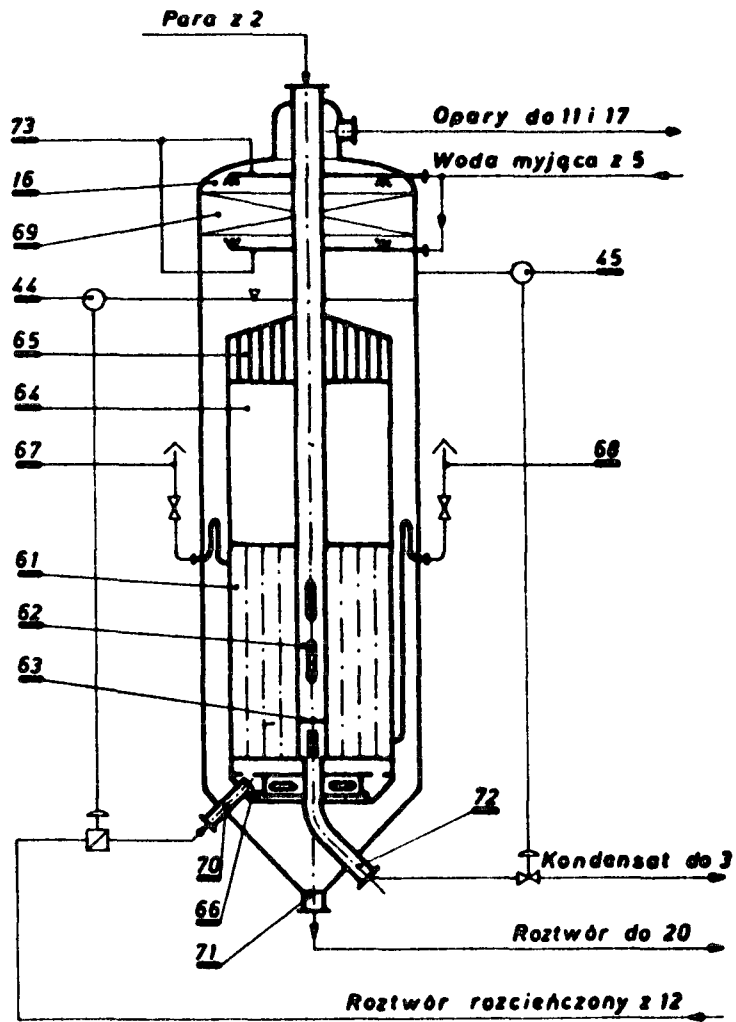


Fig. 2

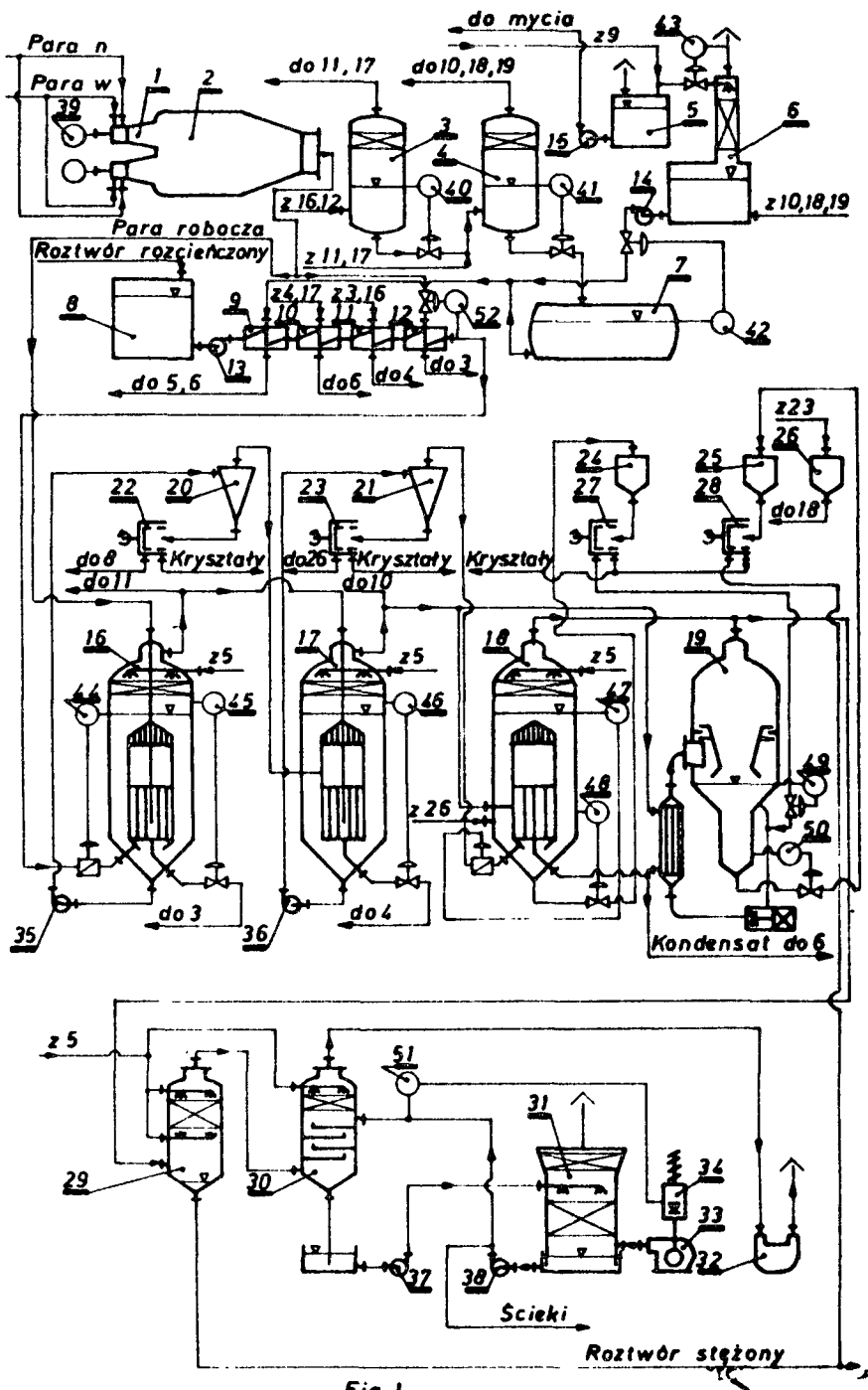


Fig. 1