

POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWAURZĄD  
PATENTOWY  
PRL

## OPIS PATENTOWY

53012

Patent dodatkowy  
do patentu \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 30. VIII. 1962 (P 99 588)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Opublikowano: 23. III. 1967

Kl. 12 g, 1/01

MKP B 01 j 1104

UKD

Współtwórcy wynalazku: inż. chem. Akira Yomiyama, inż. chem. Yuzo Nanke, inż. chem. Noriaki Mizuma, inż. chem. Takashi Yamashiki

Właściciel patentu: Asahi Kasei Kogyo Kabushiki Kaisha Osaka (Japonia)

Sposób prowadzenia wymiany jonowej oraz urządzenie  
do stosowania tego sposobu

1

Wynalazek dotyczy ciągłego sposobu prowadzenia wymiany jonowej przy użyciu jonitów. Wynalazek dotyczy także urządzenia do stosowania tego ciągłego sposobu.

Znany jest ciągły sposób prowadzenia reakcji wymiany jonowej na jonitach, w którym żywicę jonitową po reakcji wymiany przemieszcza się ze strefy reakcyjnej do strefy regeneracyjnej za pomocą na przykład strumienia wody lub cieczy przeznaczonej do obróbki. Jednakże takie postępowanie powoduje konieczność przerywania reakcji wymiany, przy czym następuje rozcieńczenie zawiesiny jonitu cieczą użytą do przemieszczania. Ilość cieczy zawartej w porach żywicy jonitowej zwiększa się znacznie w czasie przesyłania do strefy regeneracyjnej, a w trakcie regeneracji roztwór zawarty w porach żywicy zostaje zmieszany z roztworem do regeneracji, co wpływa ujemnie na stopień regeneracji.

Powyższe niedogodności powodują, że dotychczas znany sposób jest nieekonomiczny i półciągły, gdyż podczas przemieszczania jonitu ze strefy do strefy wymiana jonowa jest przerywana.

Wynalazek umożliwia ciągle samoczynne przemieszczanie wyczerpanej żywicy jonitowej ze strefy reakcyjnej podczas jednoczesnego prowadzenia wymiany jonowej w tej strefie.

Poza tym w sposobie według wynalazku unika się oddzielenia cieczy zawartej w porach jonitu, która to operacja dotychczas narażała dużo trud-

2

ności i była połączona z obawą uszkodzenia struktury jonitu. Jak wiadomo żywica jonitowa przesyłana pod ciśnieniem w postaci zawiesiny w ilości na przykład 1,3 m<sup>3</sup> zawiera między ziarnami około 0,3 m<sup>3</sup> cieczy, a pozostały 1 m<sup>3</sup> żywicy zawiera 0,5 m<sup>3</sup> cieczy znajdującej się w porach tej żywicy (przy założeniu 50% porowatości). Znane sposoby mechanicznego oddzielania cieczy od ciał stałych umożliwiają łatwe oddzielanie 0,3 m<sup>3</sup> cieczy z zawiesiny, lecz usunięcie pozostałej ilości 0,5 m<sup>3</sup> cieczy z porów jest bardzo trudne. Przy zastosowaniu intensywnego rozdzielania istnieje obawa uszkodzenia żywicy a tym samym zmniejszenia jej zdolności wymiennej.

Wady dotychczasowe zostały całkowicie wyeliminowane w sposobie według wynalazku, w którym przemieszczanie wymienniczy jonowego odbywa się bardzo prostą metodą, a przy tym ciecz znajdująca się w porach żywicy jonowej jest całkowicie i skutecznie oddzielana.

Wynalazek niniejszy dotyczy ponadto urządzenia do stosowania sposobu według wynalazku, w którym zastosowano rozdzielacz dla żywicy i towarzyszącego jej roztworu. Przewyższa ono znane dotychczas rozwiązania konstrukcyjne, służące do tego celu.

Proces wymiany sposobem według wynalazku prowadzi się w ruchomym złożu, utworzonym z żywicy jonitowej znajdującej się w kolumnach strefy reakcyjnej, regeneracyjnej i strefie przemywania,

przy czym każda z tych stref może mieć jedną lub więcej kolumn. Kolumny te stanowią oddzielne jednostki, lecz są ze sobą połączone funkcjonalnie. Wynalazek polega na tym, że do kolumny wypełnionej jonitem periodycznie wprowadza się pod ciśnieniem ciecz przeznaczoną do oczyszczania i równocześnie w przeciwnym kierunku wprowadzanej cieczy usuwa się wyczerpany jonit, przy czym zasilanie kolumny świeżą porcją jonitu dokonuje się samoczynnie przez wyłączenie dopływu cieczy za pomocą programowego wskaźnika czasowego i obniżenia ciśnienia w kolumnie.

Według wynalazku ciecz przeznaczoną do oczyszczania wprowadza się u dołu kolumny pod ciśnieniem, przy czym przechodzi ona ku górze kolumny wypełnionej jonitem. Jonit w dolnych warstwach kolumny jest wyczerpany a w górnych zdolny do wymiany jonowej. W czasie przechodzenia cieczy przez górne warstwy jonitu następuje wymiana jonowa i równocześnie ciecz wywierając ciśnienie na dolne warstwy jonitu powoduje stałe usuwanie go z kolumny. W celu zasilenia kolumny świeżą porcją jonitu przerywa się dopływ cieczy, a na skutek spadku ciśnienia w kolumnie żywicy wprowadza się samoczynnie, zaś z chwilą ponownego doprowadzenia do kolumny cieczy przeznaczonej do oczyszczania i podniesienia się ciśnienia następuje samoczynne zamknięcie dopływu żywicy jonitowej.

Wynalazek zostanie objaśniony szczegółowo na podstawie rysunku, na którym fig. 1 i 2 przedstawia schematycznie pionowy przekrój kolumny reakcyjnej w dwóch różnych etapach procesu wymiany jonowej, fig. 3 i 4 — widok fragmentów tej kolumny w odpowiednim powiększeniu, fig. 5 — schematyczny przekrój pionowy kolumny regeneracyjnej, a fig. 6 — schemat połączeń wszystkich trzech kolumn.

Jak przedstawiono na fig. 1 kolumna zasilająca 1 jest zaopatrzona w stożkowe dno oraz w lejowaty pojemnik 8, stanowiący zbiornik dla żywicy doprowadzanej z sąsiedniej kolumny regeneracyjnej, który to pojemnik jest połączony z wnętrzem kolumny 1 za pośrednictwem zwrotnego zaworu kulowego 9. Ponadto kolumna 1 w dolnej części ma przewód 2 z otworami wlotowymi przy końcu, przez które jest wprowadzana pod ciśnieniem za pomocą pompy cyrkulacyjnej ciecz przeznaczona do reakcji. Ciecz ta przechodzi przez warstwę jonitu i przez przegrodę filtracyjną 4, umocowaną w górnej części kolumny 1, uchodzi zaś przewodem wylotowym 3. Wewnątrz kolumny 1 jest utrzymywane stałe ciśnienie wytwarzane przez pompę cyrkulacyjną. W czasie przejścia przez kolumnę ciecz zasilająca ulega reakcji wymiany jonowej i jednocześnie żywica wraz z cieczą zawartą w jej porach jest usuwana z dolnej stożkowej części kolumny 1 dzięki istniejącemu w niej ciśnieniu, przez przewód wylotowy 5 do pierwszej kolumny regeneracyjnej.

Po upływie określonego czasu prowadzenia wyżej opisanej operacji zawór elektromagnetyczny, sterowany cyklicznie programowym przełącznikiem czasowym, zamyka przewód wlotowy 2 a równocześnie ten sam przełącznik powoduje otwarcie drugiego zaworu elektromagnetycznego, umieszczonego na

przewodzie wylotowym 7. Ten etap pracy kolumny przedstawiono na fig. 2.

W wyniku tego ciecz zasilająca, znajdująca się wewnątrz kolumny, przepływając przez przegrodę filtracyjną 6 do przewodu 7 jest odprowadzana z tej kolumny, aż do chwili wytworzenia się podciśnienia, przy czym zużyty wymiennicz przedostaje się przez przegrodę 13 do dolnej stożkowej części kolumny 1. Tak więc, ciśnienie wewnątrz kolumny 1 obniża się do takiej wartości, przy której zostaje otwarty zawór kulkowy 9 i następuje samoczynne wprowadzenie nowej porcji wymiennicza jonowego zgromadzonego w zasobniku 8. Dzięki opisanemu przebiegowi pracy kolumny 1, żywica w ilości z góry określonej wypełnia przestrzeń kolumny 1, z której został odprowadzony otworem wylotowym 7 roztwór elektrolitu. Po upływie określonego czasu nastawionego w programowym przełączniku czasowym następuje ponowne wysterowanie zaworów elektromagnetycznych do położenia początkowego, w wyniku czego przewód 2 zostaje otwarty, natomiast przewód wylotowy 7 zostaje zamknięty. Dzięki temu ciśnienie wewnątrz kolumny 1 podnosi się do takiej wartości, która powoduje zamknięcie zaworu kulowego 9. Rozpoczyna się następnie cykl pracy kolumny podczas którego zużyty wymiennicz jonowy znajduje się w dolnej części stożkowej kolumny 1 jest usuwany przewodem 5 do strefy regeneracyjnej.

Na fig. 3 przedstawiono szczegółowo budowę kulowego zaworu zwrotnego 9. Do kroćca 14 jest przymocowana filtrująca siatka druciana 4, która jest osłonięta z obu stron płytami perforowanymi 15, 16. Przedstawiona na fig. 4 przegroda filtracyjna 6, która oddziela kolumnę od przewodu 7, ma analogiczną budowę jak przegroda 4.

Płyta perforowana 13 rozdziela strumień cieczy dopływającej otworami 10 znajdującymi się w przewodzie 2.

W kolumnach regeneracyjnych przemieszczanie zarówno cieczy jak i jonitów następuje w analogiczny sposób jak to zostało opisane dla przypadku kolumny reakcyjnej 1, przy czym pierwsza kolumna regeneracyjna zawiera zespół służący do oddzielania cieczy zawartej w porach żywicy jonitowej wprowadzanej do kolumny.

W urządzeniu według wynalazku wymuszony obieg żywicy odbywa się tylko na zasadzie wysokości słupa wody oraz ciśnienia panującego w kolumnie i dlatego strata i ubytek żywicy w procesie wymiany są znacznie mniejsze niż to miało miejsce w stosowanych dotychczas urządzeniach. Dodatkowo należy podkreślić prostotę konstrukcji urządzenia, wynikającą z prostoty jego działania.

Na fig. 5 przedstawiono schematycznie przekrój kolumny regeneracyjnej, do której żywica po zakończonym procesie wymiany jonowej jest podawana wraz z cieczą zawartą w jej porach poprzez dozownik 17 a następnie jest kierowana przewodem wylotowym 18 do następnej kolumny płuczającej. Poprzez przewód wlotowy 19 jest podawana ciecz regenerująca, wytwarzająca stosowne ciśnienie w kolumnie regeneracyjnej.

Ciecz płuczająca, podobnie jak w kolumnie reakcyjnej ciecz poddawana reakcji wymiany, jest

wprowadzana okresowo do kolumny regeneracyjnej i powoduje wzrost ciśnienia, które spada po przerwaniu jej dopływu. W przerwach zasilania kolumny cieczą na skutek spadku ciśnienia w kolumnie samoczynnie wprowadzany jest z dozownika 17 wymiennicz jonowy przeznaczony do regeneracji. Świeżo wprowadzony wymiennicz do kolumny nie styka się bezpośrednio z cieczą regenerującą lecz podczas spadku ciśnienia przesuwa się stopniowo w dół kolumny, przechodząc przez strefę G, F i E (23), zaś ciecz zawarta w jego porach skutkiem ciśnienia wytwarzanego w kolumnie jest usuwana i odpływa poprzez przegrodę filtracyjną 25 przewodem 24.

Ciecz regeneracyjna przechodzi przez strefę B, C i D (20), gdzie styka się z wymienniczem jonowym pozbawionym częściowo lub zupełnie cieczy zawartej w porach i uchodzi poprzez przegrodę filtracyjną 22 przewodem 21. Wymiennicz jonowy stopniowo usuwa się w dół kolumny i z części A zostaje usunięty przewodem 18 do dalszych operacji. Nie znaczy to, aby wymiennicz wykazywał tylko jeden kierunek ruchu. W czasie, gdy ciśnienie w kolumnie wzrasta i wtłaczana jest ciecz regenerująca wszystkie warstwy wymiennicza B, C, D, E, F, G zostają ściśnięte i istnieje wówczas przesuwanie się wymiennicza do góry.

Korzystnie jest, aby ciecz regenerująca i ciecz zawarta w porach żywicy jonitowej nie mieszały się ze sobą. W tym celu należy dobrać odpowiednio parametry procesu, aby ilość cieczy wprowadzanej wraz z żywicą jonitową z dozownika 17 była równa ilości cieczy regenerującej doprowadzanej do kolumny przewodem 19.

W celu określenia długości strefy 23 kolumny regeneracyjnej jest zalecane przeprowadzenie wstępnej próby, w której szybkość przenoszenia żywicy może być użyta jako wzorzec do oznaczenia wymiany cieczy zawartej w porach wymiennicza przez ciecz regenerującą, co następuje na drodze odwrócenia procesu.

Przy oddzielaniu cieczy zawartej w porach żywicy za pomocą urządzenia będącego przedmiotem niniejszego wynalazku konieczne jest, aby żywica przemieszczana była w sposób ciągły. To znaczy, że w czasie wprowadzania cieczy regenerującej przez wlot 19 żywica znajdująca się w stożkowym dnie A kolumny jest stopniowo usuwana przez wylot 18, podczas gdy złożo wymiennicza jonowego C przesuwa się stopniowo w tym samym czasie w górę na skutek wytworzonego ciśnienia. Wówczas zawory elektromagnetyczne umieszczone w otworach wlotowych i wylotowych powodują jednocześnie zatrzymanie dopływu cieczy regenerującej, wskutek czego ciecz z wolnej przestrzeni pomiędzy strefą A i B zostaje odprowadzona przez przegrodę filtracyjną 28 i wylot 26 a żywica przemieszcza się w dół wskutek obniżenia ciśnienia w kolumnie.

Jednocześnie zawór zwrotny 27 na przykład kulkowy, pływakowy lub skrzydełkowy, umieszczony w części łączącej dozownik 17 i kolumnę, otwiera się wskutek obniżenia ciśnienia w kolumnie, a żywica z dozownika przemieszcza się do kolumny regeneracyjnej.

Układ wszystkich trzech kolumn jest przedstawiony schematycznie na fig. 6, przy czym kolumna reakcyjna 30 jest dokładnie przedstawiona na fig. 1 i 2, a kolumny regeneracyjne 31 i 32 są identyczne z kolumną przedstawioną na fig. 5.

Każda z kolumn jest wyposażona w zawory elektromagnetyczne 39 sterowane programowym przełącznikiem czasowym oraz w zawory zwrotne kulkowe lub skrzydełkowe 40 osadzone w przelotach dozowników 41, 38 i 47. Dozowniki służą do magazynowania oraz dozowania żywicy jonitowej. Zawory zwrotne 40 są tak wyregulowane, że reagują na obniżenie się ciśnienia w kolumnach 30, 31, 32 w wyniku czego następuje automatyczne dozowanie żywicy do wnętrza kolumny.

Ciecz poddawana reakcji wymiany na wymienniczu jonowym doprowadza się do kolumny reakcyjnej 30 przewodem 34 i po reakcji odprowadza się ciecz przereagowaną przewodem 36. Żywica jonitowa po regeneracji i wypłukaniu doprowadzana jest do kolumny reakcyjnej 30 poprzez dozownik 41. Wyczerpaną żywicę usuwa się z tej kolumny przewodem 37 i kieruje do dozownika 38 kolumny regeneracyjnej względnie płuczącej 31. W tejże kolumnie odzyskuje się ciecz zawartą w porach wyczerpanego wymiennicza, którą przewodem 43 kieruje się do zbiornika 44 z cieczą poddawaną reakcji. Z kolumny 31 wymiennicz jonowy kieruje się przewodem 53 do kolumny 32, gdzie ulega regeneracji za pomocą reakcji wymiany z odpowiednim roztworem doprowadzanym przewodem 49. Po regeneracji żywicy zdolną do reakcji doprowadza się przewodem 52 do dozownika 41 kolumny reakcyjnej.

Poniższe przykłady przedstawiają szczegółowo konkretne zastosowanie urządzenia według wynalazku.

Przykład I. W urządzeniu do otrzymywania roztworu siarczanu amonowego przez przeciwprądową reakcję między wymienniczem w formie amonowej a kwaśnym roztworem zawierającym  $H_2SO_4$  — 57 g/litr, Cu — 10 g/litr wymiennicz wodorowy wraz z odpadowym kwasem przechodzi pod ciśnieniem cieczy przez dno kolumny do następnej kolumny w celu wypłukania, po czym jest transportowany do kolumny adsorpcji amoniaku. W znanych sposobach obrobiony roztwór z kolumny regeneracyjnej jest rozcieńczony kwaśnym roztworem i wobec tego nie nadaje się do powtórnego użycia w tej postaci. Powtórne użycie oczyszczonego roztworu staje się możliwe dzięki zastosowaniu urządzenia do oddzielania cieczy zawartej w porach.

Przykład ten przedstawia fig. 5, na której przedział 23 stanowi trzy strefy E, F, G, w których żywica zostaje oddzielona od roztworu zawartego w porach, a przedział 20 — strefy B, C, D, w których następuje płukanie tej żywicy wodą.

Żywica doprowadzana jest w stałej ilości 6 m<sup>3</sup>/godzinę łącznie z 4,8 m<sup>3</sup>/godz kwaśnej kąpieli do dozownika 17 kolumny regeneracyjnej. Wodę do mycia wprowadza się z szybkością 8 m<sup>3</sup>/godz przez przewód 19. Zużyta woda odprowadzana jest z szybkością 8 m<sup>3</sup>/godz przez przewód 21. Kwaśny roztwór odpadowy towarzyszący żywicy ładowanej

z dozownika jest wypierany i odprowadzany z szybkością 4,8 m<sup>3</sup>/godz przez przewód 24 w miarę jak żywica przesuwana się w dół w strefie 23, gdzie wspomniany kwaśny roztwór odpadkowy usuwany jest z żywicy.

Otrzymany roztwór ma skład następujący:

|                                      | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Cu          |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------------|
| kwaśny roztwór odpadkowy             | 58 g/litr                      | 10,0 g/litr |
| kwaśny roztwór odzyskany z przemycia | 57 g/litr                      | 9,8 g/litr  |
| woda odpadkowa usuwana przewodem 21  | —                              | ≤ 5 mg/litr |
| woda myjąca                          | 0                              | 0           |

Przykład II. W procesie, w którym roztwór siarczanu amonowego wytwarza się z kwaśnego roztworu odpadkowego i wody odpadkowej otrzymanych w procesie produkcji jedwabiu syntetycznego metodą amoniakalno-miedziową, nie dopuszcza się do spadku stężenia roztworu siarczanu amonowego przez usunięcie rozcieńczonej wody amoniakalnej zawartej w porach żywicy.

Gdy woda odpadkowa zawierająca 700 mg/litr amoniaku zetknie się ze słabym wymiennikiem w formie wodorowej zmieniając go na wymiennik w formie amonowej i gdy wspomniana żywica i kwaśny roztwór odpadkowy zawierający H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — 58 g/litr, Cu — 10 g/litr reagują ze sobą w przeciuprądzie dając roztwór siarczanu amonowego, to otrzymany w ten sposób wymiennik amonowy zawiera w porach rozcieńczoną wodę amoniakalną. Wobec tego stosuje się urządzenie do usuwania rozcieńczonej wody amoniakalnej.

Ten przykład także przedstawia fig. 5. Wymieniacz NH<sub>4</sub> przeniesiony pod ciśnieniem z poprzedzających operacji przedostaje się do dozownika 17 z szybkością 9 m<sup>3</sup>/godz wraz z rozcieńczoną wodą amoniakalną w ilości 7,2 m<sup>3</sup>/godz (NH<sub>3</sub> — 700 mg/godz). Kwaśny roztwór odpadkowy wprowadza się przez przewód 19 z szybkością 10 m<sup>3</sup>/godz. Jeżeli cieczy zawartej w porach nie usuwa się, powstaje wodny roztwór siarczanu amonu rozcieńczony tą cieczą i wodą z pęcznienia żywicy jonitowej. W rezultacie objętość jego wzrasta do 20,2 m<sup>3</sup>/godz, a stężenie spada dwukrotnie. Jeżeli ciecz towarzysząca zostaje usunięta z szybkością 7,2 m<sup>3</sup>/godz przez przewód 24 a przez przewód 21 usunie się kwaśny roztwór odpadkowy razem z wodą z pęcznienia żywicy z szybkością 13 m<sup>3</sup>/godz, z czego 10 m<sup>3</sup>/godz przypada na kwaśną kąpiel odpadkową a 3 m<sup>3</sup>/godz na wodę z pęcznienia, to otrzymuje się roztwór siarczanu amonu o dość wysokim stężeniu. Zawory przewodów 24 i 21 można nastawić w każdym wymaganym zakresie.

Otrzymany w ten sposób roztwór posiada następujący skład:

|                               | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|-------------------------------|-------------------------------------------------|
| Wydzielona ciecz towarzysząca | 0,3 g/100 ml                                    |
| Roztwór                       | 7,8 g/100 ml                                    |

Jeżeli ciecz towarzysząca nie jest usunięta, stężenie roztworu wynosi 5,15 g/100 ml. Ponieważ otrzymany roztwór siarczanu amonowego przetwarzany jest na wodę amoniakalną po rozkładzie wodorotlenkiem wapnia, objętość par zasadniczo się zmienia wraz ze stężeniem roztworu siarczanu amonowego.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób prowadzenia wymiany jonowej, przy użyciu kolumny wypełnionej jonitem, **znamienny tym**, że przez kolumnę w górę przeprowadza się ciecz przeznaczoną do reakcji i równocześnie w przeciuprądzie do kierunku cieczy usuwa się znajdujący się na dnie kolumny wyczerpany jonit za pomocą ciśnienia wywieranego przez wprowadzaną ciecz, następnie po określonym czasie zamyka się samoczynnie dopływ cieczy i pod wpływem obniżonego ciśnienia w kolumnie doprowadza się do kolumny świeżą porcję wymienniczą, przy czym przez kolejne powtarzanie tych operacji utrzymuje się ciągłą pracę wymiennika.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że usunięty z kolumny wymiennik jonowy ponownie doprowadza się do jej górnej strefy po regeneracji w kolumnach regeneracyjnych.
3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że regenerację wyczerpanego wymienniczą jonowego prowadzi się w kolumnie regeneracyjnej, przez którą przeprowadza się okresowo pod ciśnieniem ciecz regeneracyjną w ilości objętościowo równej ilości cieczy zawartej w porach wyczerpanego jonitu, a wyczerpany jonit doprowadza się do kolumny samoczynnie przez wyłączenie dopływu cieczy regenerującej co powoduje obniżenie ciśnienia w kolumnie regeneracyjnej.
4. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1—3, **znamiennie tym**, że posiada kolumnę reakcyjną (30) do prowadzenia wymiany jonowej oraz dwie kolumny regenerujące (31, 32) dla regeneracji żywicy po procesie wymiany jonowej, przy czym każda kolumna posiada dno w kształcie stożkowym, a ponadto urządzenie jest zaopatrzone w układ cyrkulacyjny do przemieszczania żywicy przerobionej, która osiada na dnie kolumn (30, 31, 32), przystosowany do doprowadzania usuniętej żywicy do sąsiedniej kolumny oraz do przeprowadzania cieczy przez te kolumny wypełnione żywicą, która pod działaniem doprowadzanego roztworu elektrolitu podzielona jest na dwie warstwy.
5. Urządzenie według zastrz. 4, **znamiennie tym**, że każda z kolumn (30, 31, 32) posiada zawory elektromagnetyczne (39) sterowane programowym przełącznikiem czasowym oraz zwrotne zawory kulowe lub skrzydełkowe (40), osadzone w przełotach dozowników (41, 38, 47), służących do magazynowania oraz dozowania żywicy, przy czym zawory zwrotne są tak wyregulowane, że reagują na obniżenie się ciśnienia w kolumnach (30, 31, 32), w wyniku czego następuje samoczynne dozowanie żywicy do wnętrza kolumn ze wspomnianych dozowników (41, 38, 47).

Fig. 3

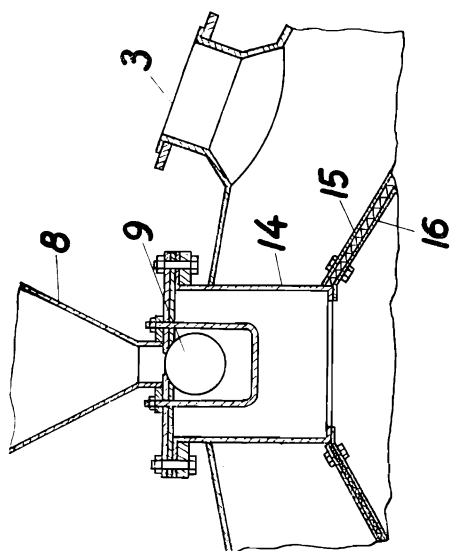


Fig. 4

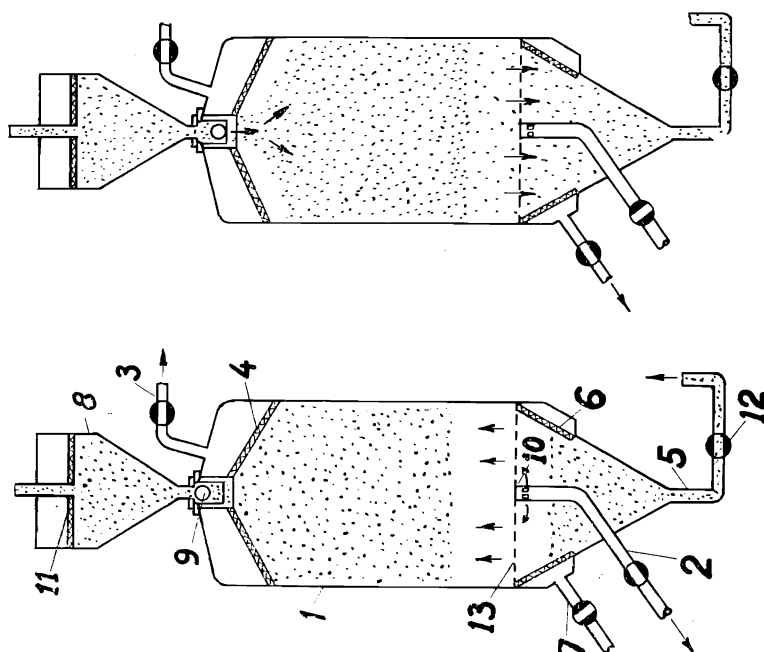
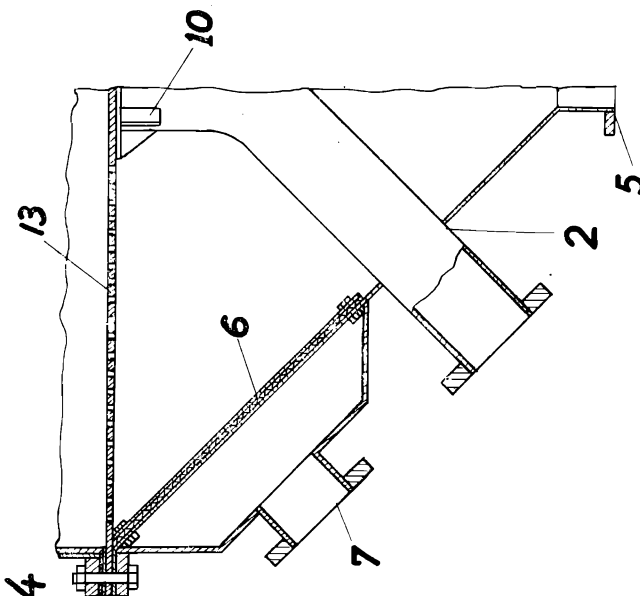


Fig. 1

Fig. 2

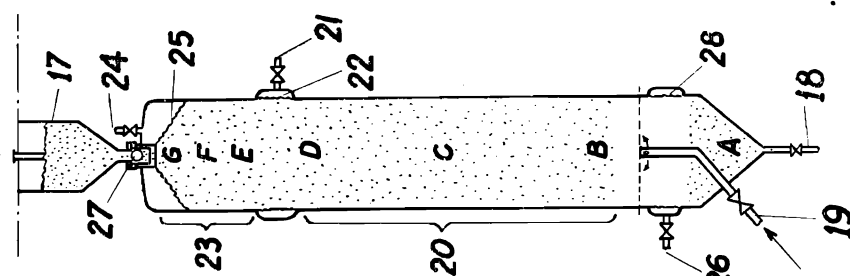
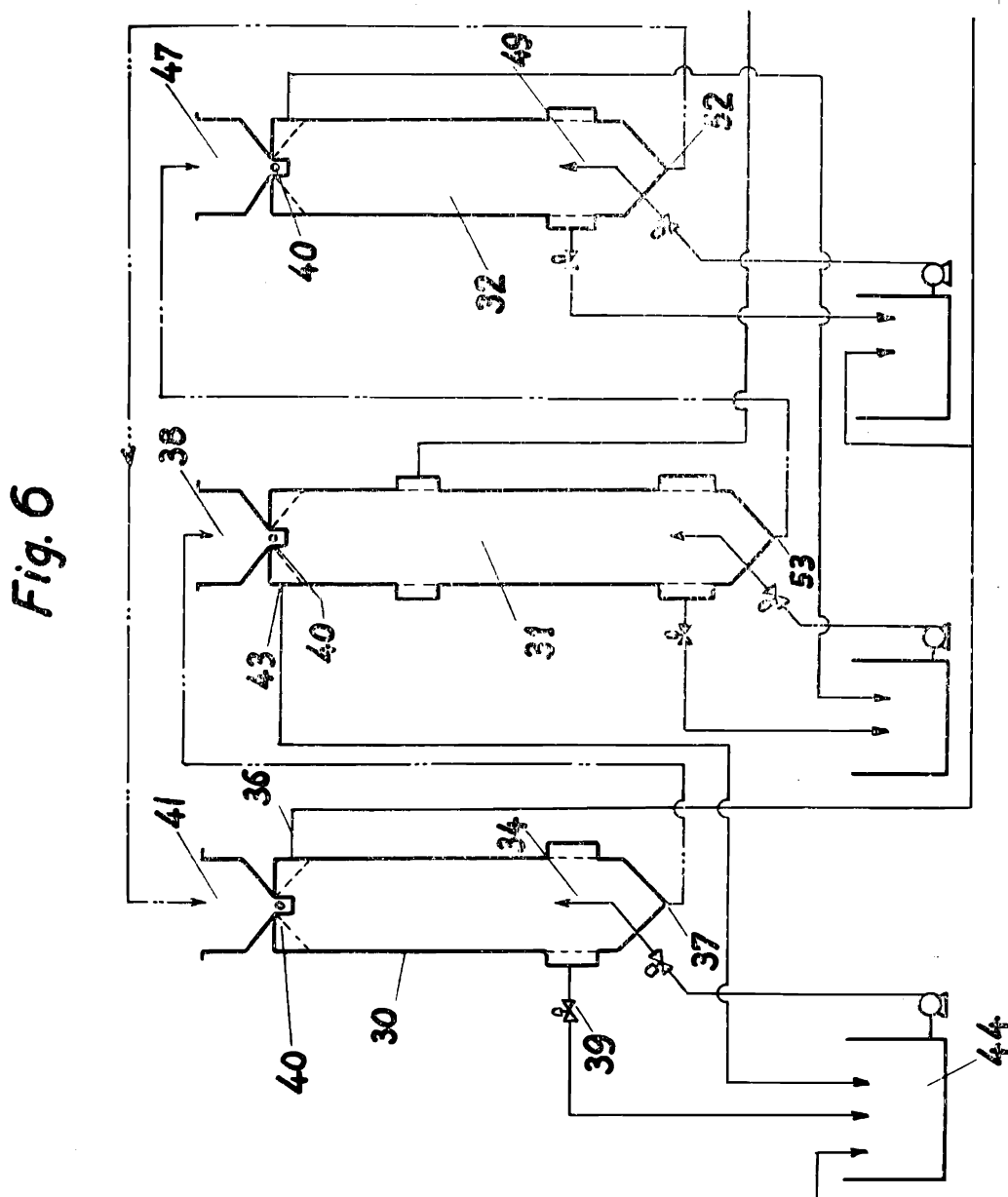


Fig. 5