

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242899 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **434896**

(22) Data zgłoszenia: **2020.08.04**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.02.07 BUP 06/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.05.15 WUP 20/2023**

(51) MKP:

B01F 3/00 (2006.01)

B01F 3/08 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET
TECHNOLOGICZNY W SZCZECINIE,
Szczecin, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**MARIAN KORDAS, Góralice, PL
RAFAŁ RAKOCZY, Szczecin, PL
MACIEJ KONOPACKI, Police, PL
KATARZYNA FRONCKIEWICZ, Oborzany, PL
DANIEL MUSIK, Szczecin, PL
KRZYSZTOF WÓJCIK, Szczecin, PL
MAŁGORZATA SEKUŁA-WYBAŃSKA,
Dobra, PL**

(74) Pełnomocnik:

Monika Wielecka, Szczecin, PL

(54) Tytuł:

Mieszadło do mieszania cieczy lub układów heterofazowych

PL 242899 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest mieszadło mechaniczne do mieszania cieczy lub układów heterofazowych. Mieszadło porusza się ruchem posuwisto-zwrotnym i przeznaczone jest szczególnie do prowadzenia procesów z wykorzystaniem materii ożywionej, gdzie wymagane jest łagodne prowadzenie procesu mieszania w całej objętości płynu znajdującego się w mieszalniku.

Mieszanie mechaniczne jest stosowane w celu intensyfikacji procesów wymiany masy i ciepła przede wszystkim w przemyśle chemicznym, farmaceutycznym, spożywczym i biochemicznym. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem konstrukcyjnym mieszadeł są mieszadła obrotowe. Powszechność stosowania tego rozwiązania wynika z prostej konstrukcji tego typu mieszadła. Znacznie mniej rozpowszechnionym rozwiązaniem konstrukcyjnym mieszadeł mechanicznych są mieszadła poruszające się ruchem posuwisto-zwrotnym. Dotychczasowe badania nad mieszadłami poruszającymi się ruchem posuwisto-zwrotnym udowodniły, że mieszadła te mają szereg zalet takich jak: brak wytwarzania wiru centralnego, ograniczone wytwarzanie piany, niską energochłonność oraz zadawalający stopień wymieszania płynu. Mieszadła tego typu wytwarzają niskie naprężenia ścinające, co jest szczególnie korzystne w przypadku prowadzenia bioprocessów.

Znane z opisu patentowego PL175516 mieszadło pracuje w ruchu posuwisto-zwrotnym i jest wykonane w formie płaskiej poziomej płyty, w której wycięto prostokątne otwory z zamontowanymi klapami na zawiasach. Każda klapa ma możliwość wychylenia w kierunku przeciwnym do ruchu mieszadła. Znane z opisu patentowego PL201107 mieszadło poruszające się ruchem posuwisto-zwrotnym ma formę dysku, w którym wykonano kanały, w których osadzono elementy mieszające. Elementy mieszające wirują pod wpływem przepływu cieczy przez kanały wykonane w dysku. Mieszadło wyposażano również w kopuły mające za zadanie ukierunkowanie strumienia przepływającego płynu przez kanały z umieszczonymi elementami mieszającymi. Znany z opisu patentowego PL220212 ekstraktor ma dwa niezależne pionowe wały poruszające się ruchem posuwisto-zwrotnym, na których osadzono poziome płyty, które częściowo są zazębione. Znane z opisu zgłoszeniowego WO2006026856A1 mieszadło zbudowane jest z tarczy w formie ściętego stożka, który jest promieniowo połączony z wałem pracującym w ruchu posuwisto-zwrotnym. Znana z opisu wynalazku RU2365830C1 konstrukcja mieszadła zbudowana jest z dwóch dysków. Pierwszy dysk jest sztywno połączony z wałem posuwisto-zwrotnym, natomiast drugi dysk jest przyłączony do pierwszego poprzez elastyczne łączniki.

W literaturze przedmiotu istnieje duża różnorodność opracowanych rozwiązań konstrukcyjnych zarówno mieszadeł obrotowych jak i posuwisto-zwrotnych. Dobór odpowiedniego typu mieszadła do realizacji prowadzonego procesu zależy głównie od lepkości mieszanego układu oraz liczby występujących faz. Obecnie nie istnieje jedno uniwersalne rozwiązanie konstrukcyjne mieszadła, które pozwalałoby na realizację procesu mieszania dla dowolnego układu w sposób zadawalający. Nadal obserwowany jest wzrost liczby zgłoszeń patentowych nowych konstrukcji mieszadeł i mieszalników, który wynika z potrzeby optymalizacji prowadzonych procesów cechujących się zmianą lepkości i ilością udziału faz w mieszanym układzie.

Problemem technicznym do rozwiązania przez wynalazek jest opracowanie mieszadła, którego konstrukcja niweluje niedoskonałości istniejących konstrukcji związanych głównie z ograniczonym obszarem wytwarzania pętli cyrkulacyjnych płynu we wsadzie mieszalnika.

Mieszadło do mieszania cieczy lub układów heterofazowych, według wynalazku, zawierające wał, piastę, dysk mieszadła, perforacje dysku, charakteryzuje się tym, że dysk połączony jest z piastą górną i dolną za pośrednictwem łączników, a w centralnym otworze dysku ma ruchomą przegrodę. Dysk ma na powierzchni przelotowe perforacje, które zwiększają ilości wytwarzanych strug w ruchu posuwisto-zwrotnym. Ruchoma przegroda ma kształt dwóch stożków o wspólnej podstawie z przelewowym otworem w osi przechodzącej przez oba wierzchołki stożków. Ruchoma przegroda może być pełna albo pusta w środku (np. jeżeli będzie wykonana z materiału o podobnej gęstości jak mieszana ciecz to może być pełna; przegroda nie może być zbyt lekka lub zbyt ciężka (dobór odpowiedniej wagi przegrody uzależniony jest od gęstości i lepkości mieszanej cieczy) ponieważ nie będzie zmieniała swojej pozycji na wale). Piasty górna i dolna połączone są z wałem na sztywno, zaś ruchoma przegroda osadzona jest na wale przesuwnie.

Korzystnie łączniki są wygięte po eliptycznym łuku (na zewnątrz względem dysku), tworząc pustą przestrzeń, w której luźno przesuwa się ruchoma przegroda.

Korzystnie grubość dysku zmniejsza się w kierunku jego osi. Zmniejszenie grubości dysku mieszadła (w kierunku osi) korzystnie wpływa na wytwarzanie pętli cyrkulacyjnych mieszanej cieczy w całej objętości wsadu mieszalnika (częściowo eliminując występowanie martwych stref w mieszanym płynie).

Korzystnie ruchoma przegroda ma wklęsłe powierzchnie boczne (tworząca stożka). Centralny otwór w dysku ma średnicę niewiele większą od średnicy ruchomej przegrody.

Zaletą rozwiązania jest wymuszenie zmiany geometrii układu dysk mieszadła – ruchoma przegroda w ruchu posuwisto-zwrotnym co pozwala na kontrolę wytwarzania pętli cyrkulacyjnych cieczy w całej objętości wsadu mieszalnika. Hydrodynamika wytworzona przez mieszadło wykazuje znaczne różnice względem innych znanych rozwiązań mieszadeł. Różnice te dotyczą np. rozkładu prędkości cieczy we wsadzie mieszalnika, geometrii mieszadła i jego zasady działania.

Mieszadło według wynalazku przedstawione jest w przykładzie wykonania i na rysunku, na którym Fig. 1 to mieszadło bez ruchomej przegrody w przekroju izometrycznym mieszadła, Fig. 2 to mieszadło w przekroju osiowym, Fig. 3 to ruchoma przegroda w osiowym przekroju izometrycznym, Fig. 4 to mieszadło bez ruchomej przegrody w widoku izometrycznym, Fig. 5 to mieszadło w widoku izometrycznym, Fig. 6 to ruchoma przegroda w widoku izometrycznym, Fig. 7 to mieszadło z uproszczonym widokiem pętli cyrkulacyjnych przy ruchu w dół w przekroju osiowym, Fig. 8 to mieszadło z uproszczonym widokiem pętli cyrkulacyjnych przy ruchu w górę w przekroju osiowym, Fig. 9 rozkład prędkości cieczy przepływającej przez geometrię zgłaszanego mieszadła uzyskany techniką CFD.

Przykład 1

Mieszadło ma dysk 1 połączony z piastą górną 2 i dolną 3 za pośrednictwem łączników 4. Dysk 1 ma grubość, która zmniejsza się w kierunku do jego osi. Łączniki 4 są wygięte po eliptycznym łuku na zewnątrz od dysku 1. W centralnym otworze dysku 1 mieszadło ma ruchomą przegrodę 5. Dysk 1 na powierzchni ma przelotowe perforacje 6. Centralny otwór w dysku 1 ma średnicę niewiele większą od średnicy ruchomej przegrody 5 (różnica w wymiarze średnic jest niezbędną, aby ruchoma przegroda 5 mogła swobodnie przemieszczać się w centralnym otworze dysku 1). Ruchoma przegroda 5 ma kształt dwóch stożków o wspólnej podstawie i o wklęsłych powierzchniach bocznych przez które wydrążono przelewowy otwór w osi przebiegającej przez wierzchołki stożków. Piasta górna 2 i dolna 3 połączone są z wałem 7 na sztywno, zaś ruchoma przegroda 5 osadzona jest na wale 7 przesuwnie.

Zasada działania mieszadła polega na tym, że mieszadło wykonując ruch posuwisto-zwrotny zmusza ciecz do przepływu przez centralny otwór dysku 1 (oraz perforację 6) powodując przemieszczenie się luźno osadzonej ruchomej przegrody 5 na wale 7, która przesuwa się do momentu zablokowania na piastce górnej 2 albo dolnej 3. W przypadku ciągłej pracy mieszadła w ruchu posuwisto-zwrotnym, ruchoma przegroda 5 przemieszcza się wzdłuż wału 7 i blokuje przemiennie na piastce górnej 2 albo dolnej 3.

Zastrzeżenia patentowe

1. Mieszadło do mieszania cieczy lub układów heterofazowych, zawierające wał, piastę, dysk mieszadła, perforacje dysku, **znamiennie tym**, że dysk (1) połączony jest z piastą górną (2) i dolną (3) za pośrednictwem łączników (4), a w centralnym otworze dysku (1) ma ruchomą przegrodę (5), przy czym dysk (1) ma na powierzchni przelotowe perforacje (6), zaś ruchoma przegroda (5) ma kształt dwóch stożków o wspólnej podstawie z przelotowym otworem w osi przechodzącej przez wierzchołki stożków, a piasty górna (2) i dolna (3) połączone są z wałem (7) na sztywno, zaś ruchoma przegroda (5) osadzona jest na wale (7) przesuwnie.
2. Mieszadło według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że łączniki (4) są wygięte po eliptycznym łuku na zewnątrz od dysku (1).
3. Mieszadło według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że grubość dysku (1) zmniejsza się w kierunku jego osi.
4. Mieszadło według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że ruchoma przegroda (5) ma wklęsłe powierzchnie boczne.
5. Mieszadło według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że centralny otwór w dysku (1) ma średnicę niewiele większą od średnicy ruchomej przegrody (5).

Rysunki

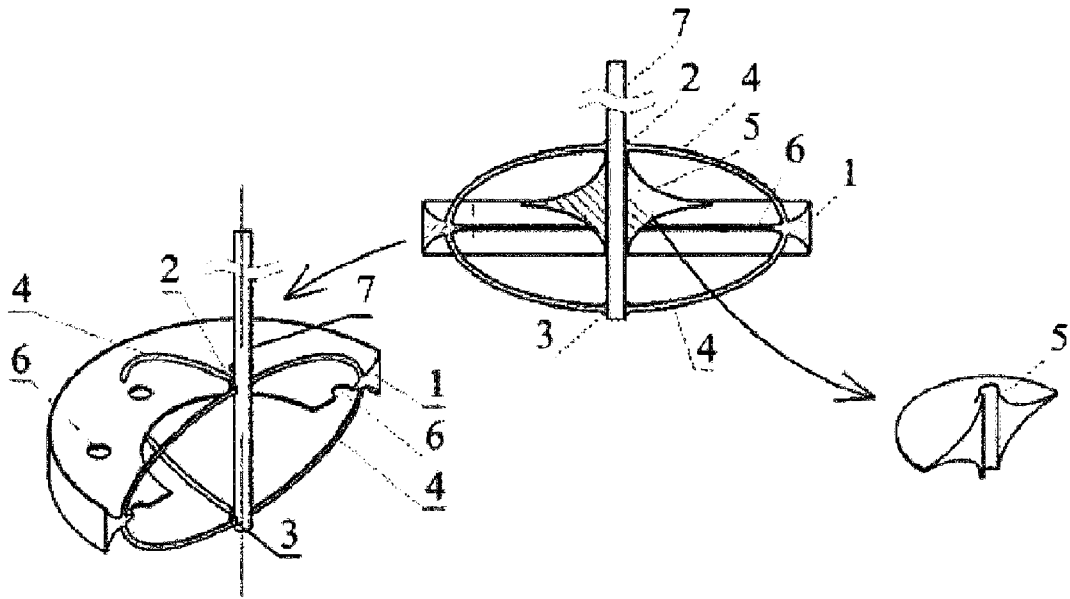


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

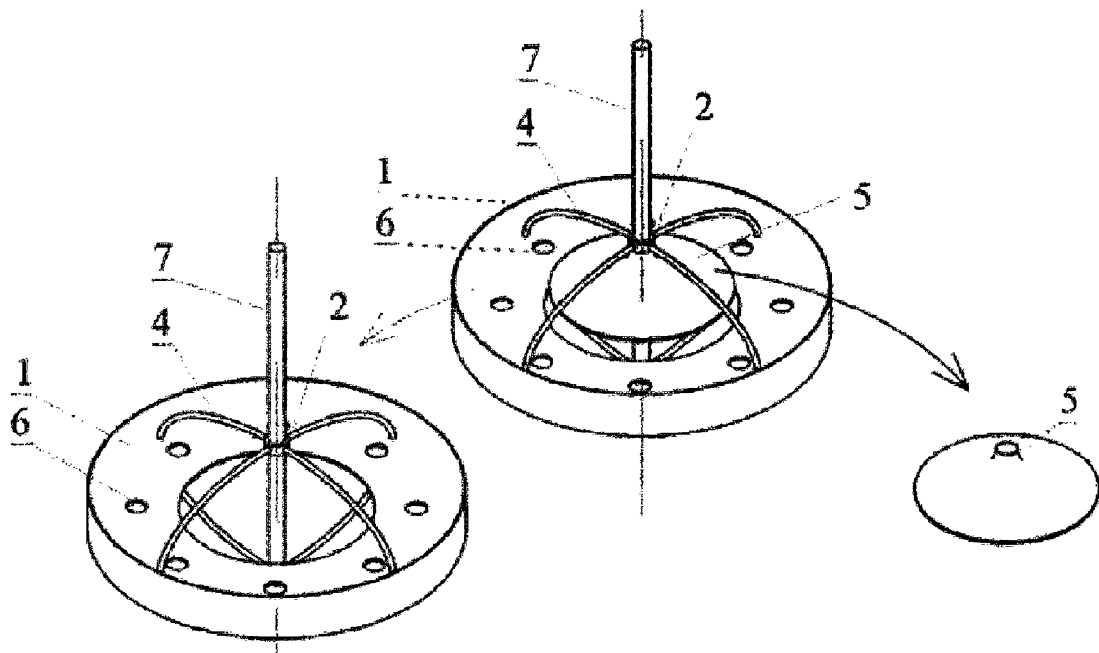


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

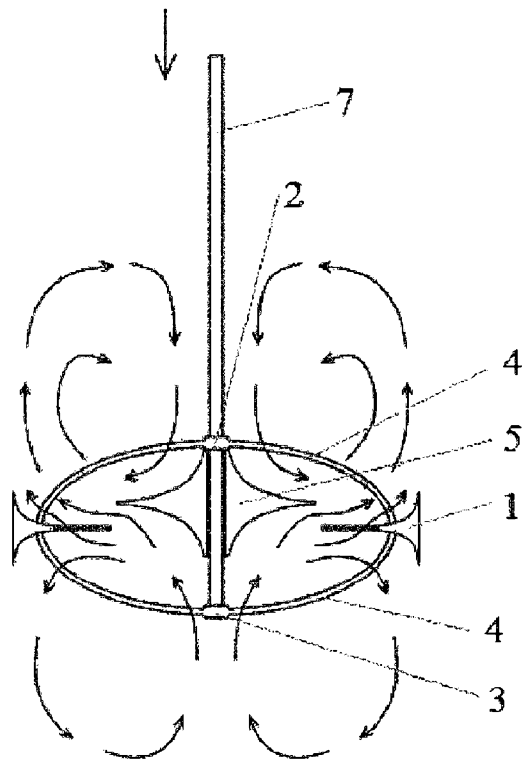


Fig. 7

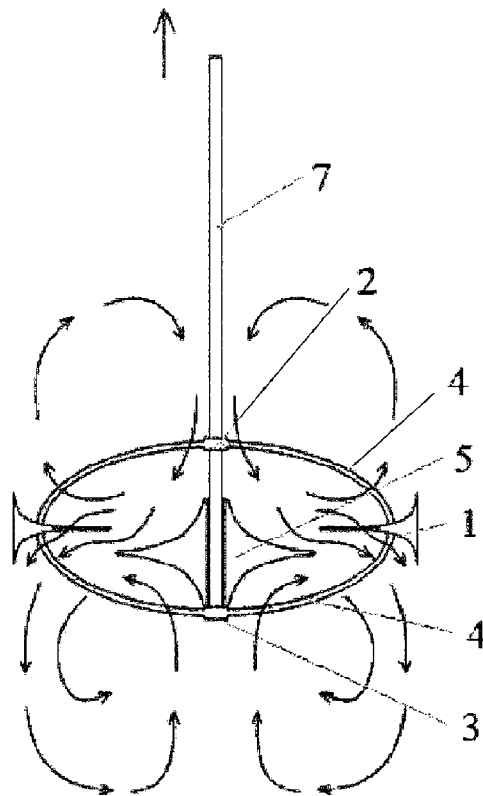


Fig. 8

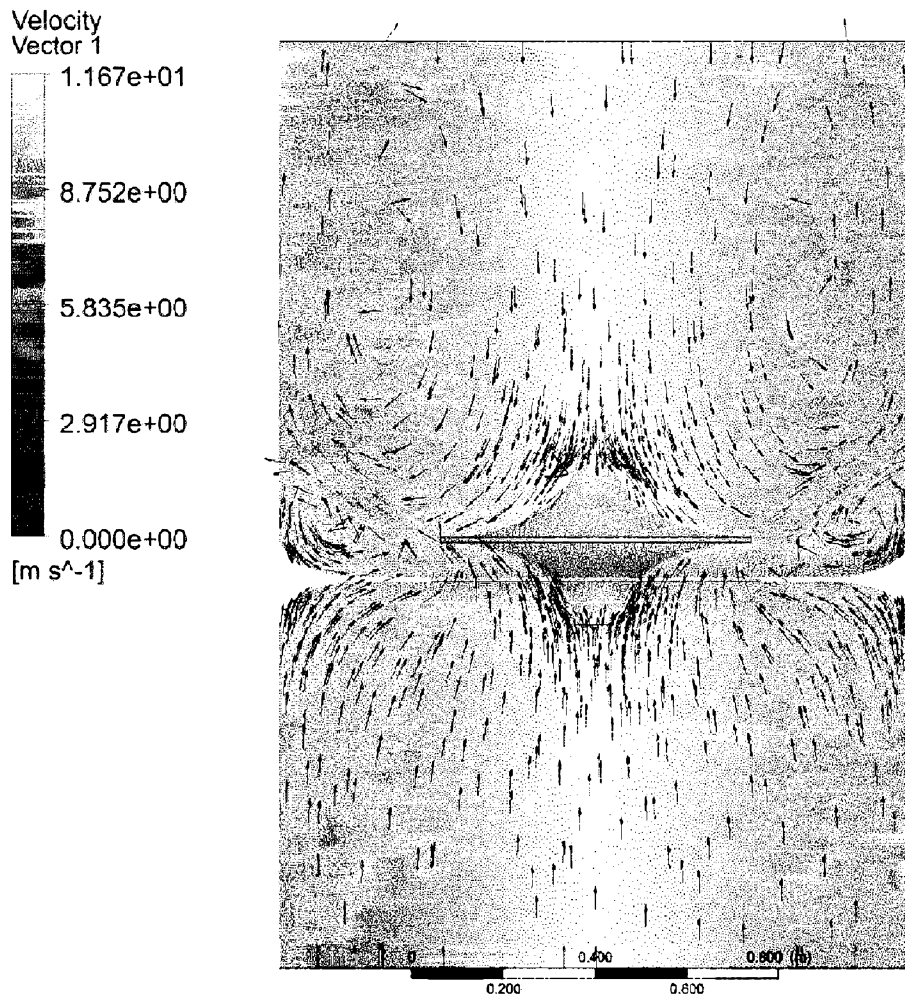


Fig. 9