

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 243098 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **434897**

(22) Data zgłoszenia: **2020.08.04**

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

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.06.26 WUP 26/2023**

(51) MKP:

B01F 31/441 (2022.01)

(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:

Mieszalnik przeznaczony do mieszania cieczy lub układów heterofazowych

PL 243098 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest mieszalnik przeznaczony do mieszania cieczy lub układów heterofazowych. Mieszalnik mechaniczny wyposażony jest w mieszadło poruszające się ruchem posuwisto-zwrotnym. Aparat, który jest przedmiotem wynalazku może być przeznaczony w szczególności do prowadzenia procesów z wykorzystaniem materii ożywionej.

Mieszanie mechaniczne jest powszechnie stosowanym procesem technologicznym w przemyśle chemicznym, farmaceutycznym, spożywczym i biochemicznym. Głównym celem stosowania procesu mieszania jest intensyfikacja procesów wymiany masy i ciepła. Najbardziej rozpowszechnioną formą mieszalnika jest zbiornik z pionowymi przegrodami, który jest wyposażony w mieszadło wykonujące ruch obrotowy. Popularność tego rozwiązania wynika z prostej konstrukcji mieszadła oraz jego napędu. Znacznie mniej rozpowszechnionym typem mieszalnika jest mieszalnik mechaniczny z mieszadłem poruszającym się ruchem posuwisto-zwrotnym. W literaturze można znaleźć badania naukowe dotyczące mieszalników z mieszadłami posuwisto-zwrotnym, które udowadniają szereg zalet wynikających z ich stosowania takich jak: brak wytwarzania wiru centralnego, ograniczone wytwarzanie piany, niska energochłonność, oraz niskie naprężenia ścinające. Znany z opisu patentowego PL181185 mieszalnik z mieszadłem posuwisto-zwrotnym (wibracyjnym) ma mieszadło tarczowe zamocowane na tłoczysku hydraulicznym, które porusza się w osi smukłego zbiornika. Mieszalnik ten dodatkowo wyposażony jest w zewnętrzny przelew służący do regulacji poziomu napełnienia zbiornika. Znany ze zgłoszenia opisu patentowego WO9942205 mieszalnik zawiera element w kształcie kopuły „parasola” pod którą pompowany jest gaz. W wyniku zatrzymania gazu pod kopułą ta unosi się w cieczy do momentu napotkania elementu zatrzymującego, który otwiera zawór w kopule powodując jej zatonięcie. Cykl wznoszenia i opadania kopuły powoduje ruch posuwisto-zwrotny. Znany ze zgłoszenia opisu patentowego JP2000140597 mieszalnik cieczy ma wprowadzony od góry wał do którego przymocowane są płaskie łopatki. Wał wraz z napędem (generującym wibracje) zamocowany jest na sprężynach na pokrywie zbiornika. Rozwiązanie pozwala na przekazanie wibracji od łopatek do cieczy przy jednoczesnym ograniczeniu ich przenoszenia na zbiornik mieszalnika. Znany ze zgłoszenia opisu patentowego US2004052157A1 mieszalnik jest zbudowany z dwóch pionowych wałów poruszających się ruchem posuwisto-zwrotnym. Wały połączone są u góry belką opartą w połowie swojej długości na przegubie. Układ mieszadeł wprawiany jest w ruch poprzez okresowe przesunięcie obciążnika wzdłuż belki. Zaletą tego rozwiązania jest to, że obciążnik może mieć niewielką wagę a masy mieszadeł równoważą się na podparciu belki łączącej dwa pionowe wały. Znany ze zgłoszenia opisu patentowego US2009275121A1 bioreaktor ma mieszadło umieszczone wewnątrz elastycznego zbiornika. Wał mieszadła jest wydrążony i umożliwia doprowadzenie gazu do zbiornika przy jednoczesnym wprawianiu mieszadła w drgania (odrębnym napędem). Znany ze zgłoszenia opisu patentowego JP2009262013 mieszalnik zawiera wał poruszający się w ruchu posuwisto-zwrotnym do którego zamocowano perforowane płyty. Płyty powstały poprzez przecięcie perforowanego dysku, którego połowy następnie lekko obrócono (w przeciwne strony) w osi prostopadłej do wału. Występuje duża różnorodność opracowanych rozwiązań konstrukcyjnych mieszalników wyposażonych w mieszadła obrotowe oraz posuwisto-zwrotne. W praktyce dobór odpowiedniego typu mieszalnika często uzależniony jest od typu zastosowanego mieszadła. Z kolei zakres stosowalności danego typu mieszadła wynika głównie z lepkości mieszanego układu oraz liczby występujących faz. Aktualnie nie istnieje jedno uniwersalne rozwiązanie mieszalnika mechanicznego nadającego się do zadawalającego mieszania dowolnego układu. Wciąż obserwowany jest wzrost liczby zgłoszeń patentowych zarówno mieszadeł jak i mieszalników. Wzrost ten wywołany jest koniecznością zmniejszenia energochłonności prowadzenia procesu lub poprawą jakości otrzymanego produktu.

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

Mieszalnik przeznaczony do mieszania cieczy lub układów heterofazowych, według wynalazku, zawierający zbiornik, płaszcz termostatuujący oraz mieszadło 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 przełotowe 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 przesuwają się ruchoma przegroda. Korzystnie grubość dysku zmniejsza się w kierunku jego osi. Zmniejszenie grubości dysku mieszała (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. Korzystnie zbiornik jest połączony łącznikami kolumny z kolumną barbotażową, która ma bełkotkę. Ponieważ w wielu przypadkach występuje konieczność doprowadzenia gazu do układu a doprowadzenie gazu bezpośrednio pod mieszało może zaburzyć pracę mieszała z tego powodu wymiana masy w układzie gaz-ciecz odbywa się w odrębnej komorze barbotażowej.

Zaletą rozwiązania jest wymuszenie zmiany geometrii układu dysk mieszała – ruchoma przegroda w ruchu posuwisto-zwrotnym co pozwala na kontrolę wytwarzania pętli cyrkulacyjnych cieczy w całej objętości wsadu mieszalnika przy jednoczesnym zapewnieniu odpowiedniego stopnia wymiany masy realizowanej w kolumnie barbotażowej. Hydrodynamika wytworzona przez mieszało wykazuje znaczne różnice względem innych znanych rozwiązań mieszadeł. Różnice te dotyczą np. rozkładu prędkości cieczy we wsadzie mieszalnika, geometrii mieszała i jego zasady działania.

Mieszało według wynalazku przedstawione jest w przykładzie wykonania i na rysunku, na którym Fig. 1 to mieszalnik w przekroju osiowym, Fig. 2 to mieszalnik z kolumną barbotażową i bełkotką w przekroju osiowym, Fig. 3 to mieszało bez ruchomej przegrody w przekroju izometrycznym, Fig. 4 to mieszało w przekroju osiowym, Fig. 5 to ruchoma przegroda w osiowym przekroju izometrycznym, Fig. 6 to mieszało bez przegrody w widoku izometrycznym, Fig. 7 to mieszało w widoku izometrycznym, Fig. 8 to przegroda w widoku izometrycznym, Fig. 9 to mieszalnik z uproszczonym widokiem pętli cyrkulacyjnych przy ruchu w dół w przekroju osiowym, Fig. 10 to mieszalnik z uproszczonym widokiem pętli cyrkulacyjnych przy ruchu w górę w przekroju osiowym, Fig. 11 rozkład prędkości cieczy przepływającej przez geometrię zgłaszanego mieszała uzyskany techniką CFD.

Przykład I

Mieszało 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 mieszało ma ruchomą przegrodę 5. Dysk 1 na swoim obwodzie ma przelotowe perforacje 6 w postaci otworów. Centralny otwór w dysku 1 ma średnicę niewiele większą od średnicy ruchomej przegrody 5 (różnica w wymiarze średnic jest niezbędna 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 przelotowy 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. Mieszało umieszczone jest w zbiorniku 8, który otoczony jest płaszczem termostatującym 9. Zasada działania mieszała polega na tym, że mieszało 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 przesuwają się do momentu zablokowania na piaście górnej 2 albo dolnej 3. W przypadku ciągłej pracy mieszała w ruchu posuwisto-zwrotnym, ruchoma przegroda 5 przemieszcza się wzdłuż wału 7 i blokuje przemiennie na piaście górnej 2 albo dolnej 3.

Przykład II

Mieszalnik wykonany analogicznie jak w Przykładzie I, przy czym zbiornik 8 połączony jest łącznikami kolumny 11 z kolumną barbotażową 12 wyposażoną w bełkotkę 10. Ciecz wewnątrz mieszalnika jest mieszana mechanicznie wewnątrz zbiornika 8 natomiast część cieczy zostaje przetłoczona zewnętrznym obiegiem (od dna zbiornika 8 ku powierzchni swobodnej zbiornika 8) przez kolumnę barbotażową 12. Ruch cieczy w kolumnie barbotażowej 12 jest wywołany jest wskutek doprowadzenia gazu do bełkotki 10, gdzie unoszący się gaz ku powierzchni swobodnej wymusza przepływ cieczy w tym samym kierunku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Mieszalnik przeznaczony do mieszania cieczy lub układów heterofazowych, zawierający zbiornik, płaszcz termostatuujący oraz mieszadło zawierające wał, piastę, dysk mieszadła, perforacje dysku, **znamienny 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. Mieszalnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że łączniki (4) są wygięte po eliptycznym łuku na zewnątrz od dysku (1).
3. Mieszalnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że grubość dysku (1) zmniejsza się w kierunku jego osi.
4. Mieszalnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ruchoma przegroda (5) ma wklęsłe powierzchnie boczne.
5. Mieszalnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że centralny otwór w dysku (1) ma średnicę niewiele większą od średnicy ruchomej przegrody (5).
6. Mieszalnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zbiornik (8) jest połączony łącznikami kolumny (11) z kolumną barbotażową (12), która ma bełkotkę (10).

Rysunki

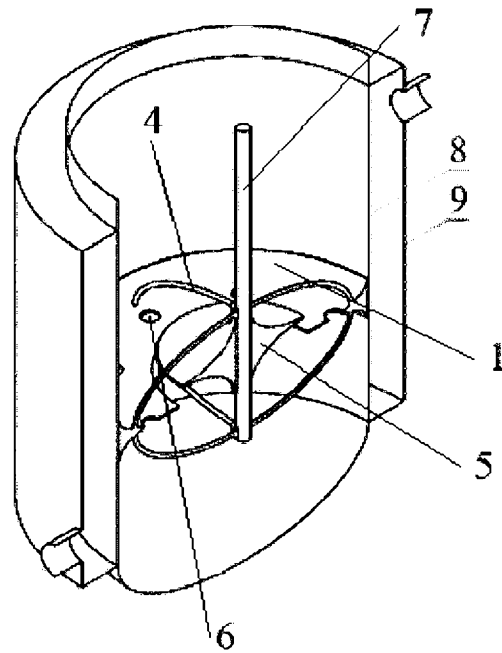


Fig.1

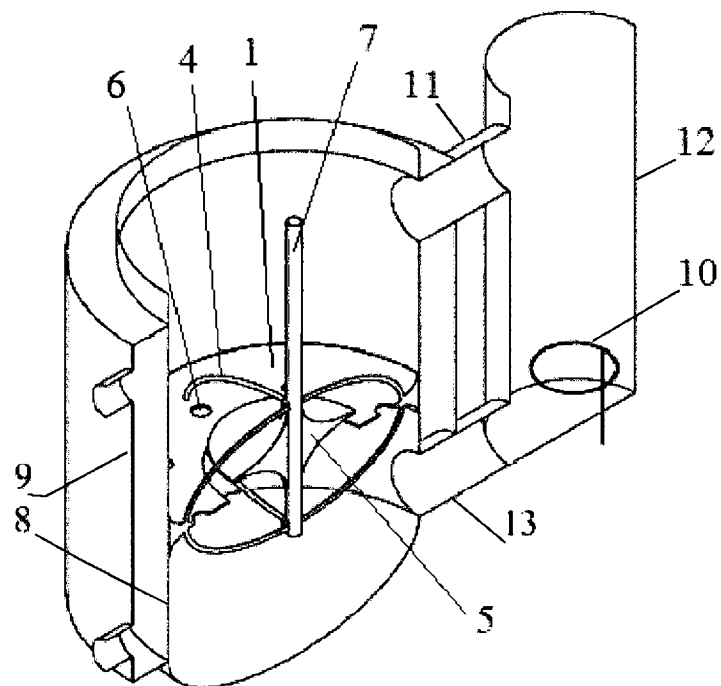


Fig. 2

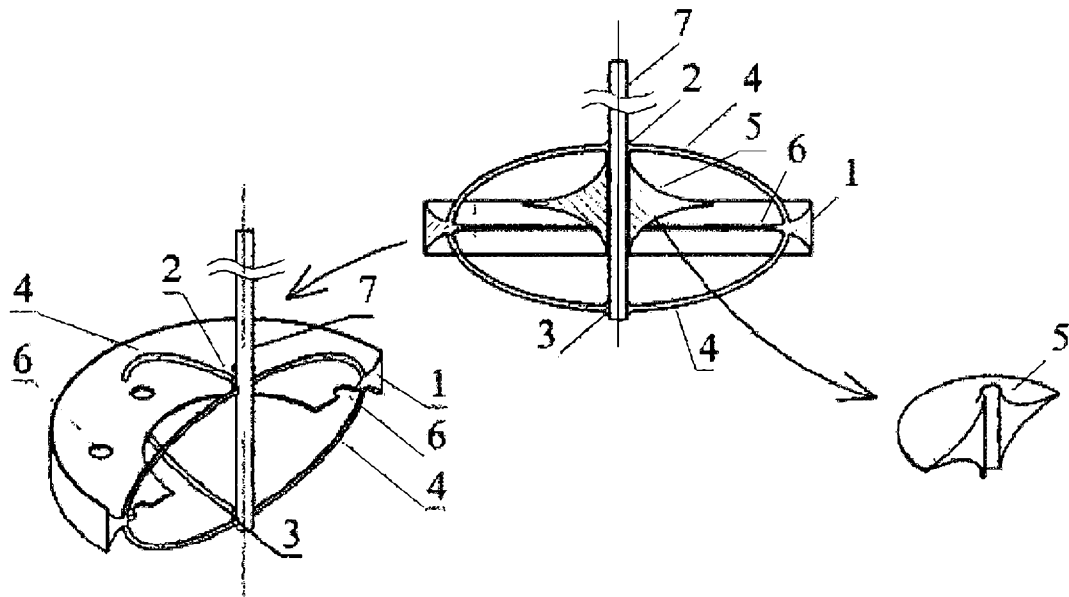


Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

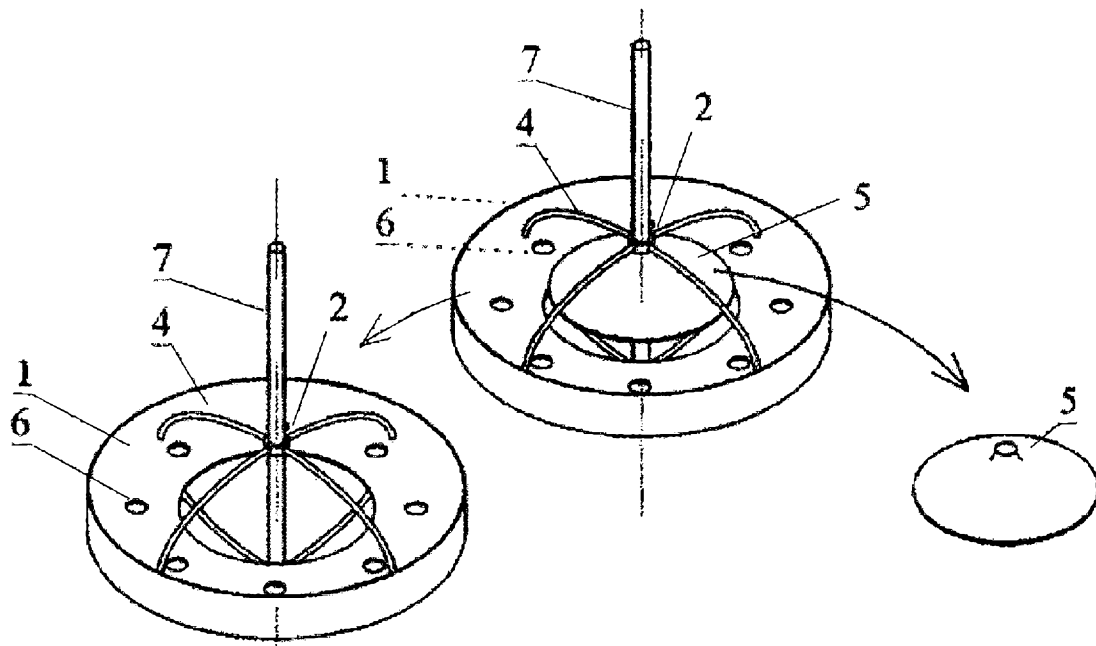


Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

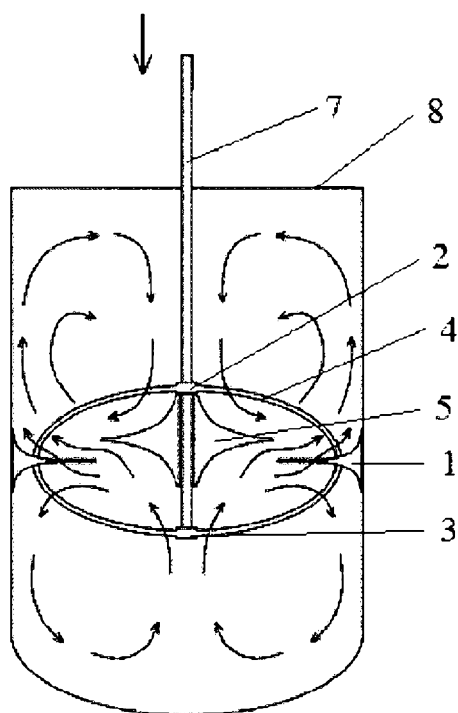


Fig. 9

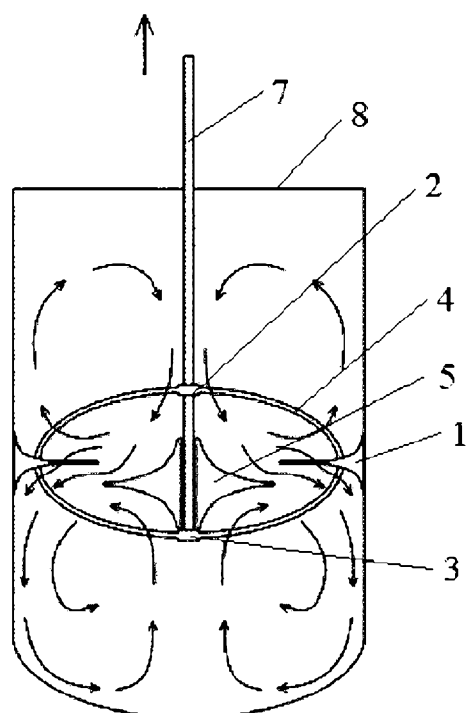
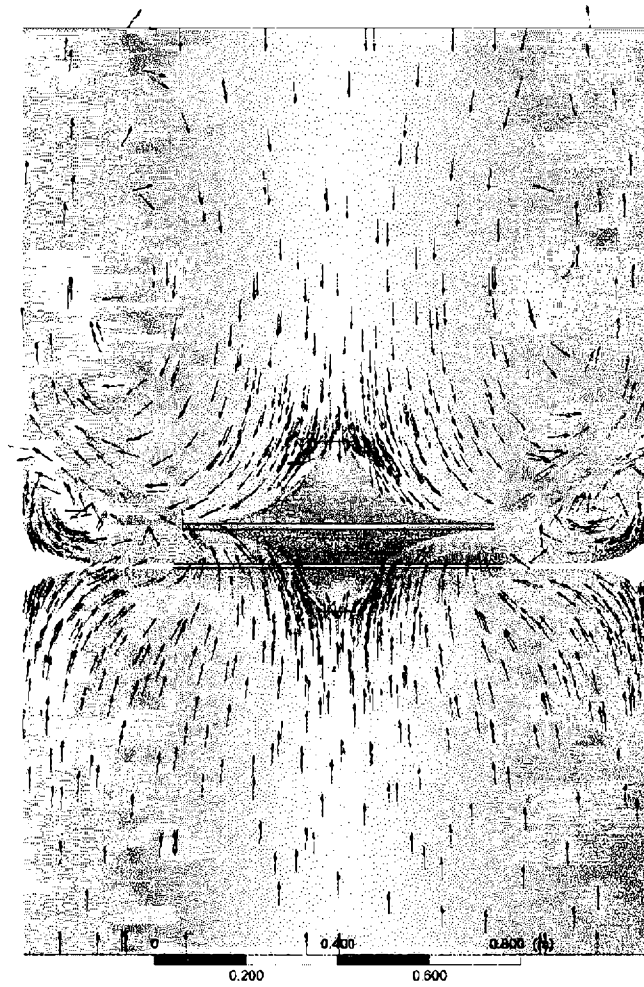


Fig. 10

Velocity
Vector 1

1.167e+01
8.752e+00
5.835e+00
2.917e+00
0.000e+00

[m s⁻¹]



ANSYS
R19.2
Academic

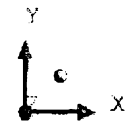


Fig. 11