

Wspomagany magnetycznie reaktor przepływowy

Przedmiotem wynalazku jest wspomagany magnetycznie reaktor przepływowy, który może być stosowany w procesach biotechnologicznych przy udziale mikroorganizmów.

Rozwój technologii wiąże się z intensywnym poszukiwaniem aparatów służących do realizacji procesów technologicznych z większą wydajnością niż stosowane do tej pory urządzenia. Tradycyjna metoda intensyfikacji reakcji chemicznych lub biochemicznych polega na zastosowaniu układów reakcyjnych wyposażonych w urządzenia mieszające o różnorodnej konfiguracji geometrycznej. Znane są rozwiązania konstrukcyjne, w których zamiast mieszadeł mechanicznych zastosowano oddziaływania siłowe, na przykład zewnętrznie przyłożone pole magnetyczne.

Przedstawiony w opisie wynalazku UA 55792 C2 aparat do mieszania płynów wyposażony jest w zewnętrzny generator pola magnetycznego oraz zbiornik wykonany z materiału nieposiadającego właściwości magnetycznych. W objętości roboczej mieszalnika umieszczono elementy posiadające właściwości ferromagnetyczne, które są podatne na oddziaływanie zewnętrznie przyłożonego stacjonarnego pola magnetycznego. Utworzony w ten sposób przestrzenny układ umożliwia intensyfikację burzliwości w przepływającym przez aparat płynie. Publikacja międzynarodowego zgłoszenia WO 2007032472 dotyczy mieszalnika wyposażonego w trzy uzwojenia, umieszczone wokół cylindrycznego zbiornika. Przepływający przez uzwojenia prąd elektryczny generuje wirujące pole magnetyczne, które oddziałując na płyn cechujący się przewodnością elektryczną wywołuje jego ruch i przepływ przez aparat. Znany z opisów WO 2011112601, US 20130203145 oraz US 20140322785 przepływowy i pracujący w reżimie ciągłym bioreaktor stosowany jest do magnetycznej stabilizacji oraz hodowli tkanek. Bioreaktor umożliwia trójwymiarową hodowlę oraz kontrolę wzrostu różnego typu komórek oraz warstw tkankowych. Aparat pozwala również na formowanie warstw tkankowych poprzez zastosowanie złoza magnetycznego, kontrolowanego poprzez zastosowanie zewnętrznego pola magnetycznego. Pole magnetyczne generowane jest przez jeden lub więcej magnesów stałych rozmieszczonych w jednej płaszczyźnie po okręgu. Wytwarzana od tego typu

oddziaływania fizycznego siła, działa na materię ożywioną oraz pozwala na kontrolowanie wzrostu biomasy. Obecność złoza magnetycznego pozwala na sterowanie przepływem medium zawierającego materię ożywioną oraz na prowadzenie procesów związanych z immobilizacją mikroorganizmów na cząstkach stałych lub procesów z zastosowaniem separacji magnetycznej. Znany z opisu patentowego PL 219386 mieszalnik magnetyczny zawiera zbiornik, zewnętrzne trójfazowe uzwojenie elektryczne generujące wirujące pole magnetyczne, łopatki, elementy mocujące oraz wewnętrzne uzwojenia elektryczne usytuowane na dyfuzorach magnetycznych zamontowanych współosiowo w zbiorniku oraz pionowe przegrody umieszczone przy ścianie zbiornika, które wyposażono w turbinki. Z opisu polskiego zgłoszenia patentowego P.412174 znany jest dwukomorowy reaktor do magnetycznego wspomaganie procesów chemicznych, w których mogą brać udział gazy, ciecze i ciała stałe oraz reakcji chemicznych lub biochemicznych prowadzonych z zastosowaniem mikroorganizmów, wyposażony w dwie komory mieszania, generator wirującego pola magnetycznego, obudowę, pokrywę i dno z króćcami. Reaktor ten wyróżnia się tym, że ma centralną cylindryczną przegrodę, która tworzy wewnątrz reaktora dwie komory cylindryczną i pierścieniową, przymocowaną do stożkowego dna. Reaktor ma zewnętrzną cylindryczną obudowę, w której jest generator wirującego pola magnetycznego, umieszczoną pomiędzy pokrywą a stożkowym dnem. Zewnętrzna cylindryczna obudowa ma króciec wlotowy i króciec wylotowy czynnika termicznego. Stożkowe dno ma centralny króciec wylotowy. Pokrywa ma króciec wlotowy, służący do doprowadzania dodatkowych substancji chemicznych do wnętrza reaktora. Reaktor, pod generatorem ma co najmniej jeden króciec wlotowy na medium reakcyjne.

W powyższych rozwiązaniach generowane pole magnetyczne cechuje się silną niejednorodnością oraz zmiennością w czasie i/lub przestrzeni. Wpływa to niekorzystnie na realizację reakcji chemicznych lub biochemicznych, z uwagi na występowanie w objętości roboczej obszarów o obniżonej wartości natężenia pola magnetycznego, co może prowadzić do generowania stref martwych w poddawanych oddziaływaniom zewnętrznego pola magnetycznego płynie. Jest to szczególnie niekorzystne w przypadkach, gdy obecność produktów reakcji może niekorzystnie wpływać na stopień przereagowania. Obecność tych stref wpływa również na jakość

otrzymywanego produktu lub bioproduktu oraz znacząco obniża efektywność procesu technologicznego.

Opisane powyżej rozwiązania konstrukcyjne nie uwzględniają również faktu, że często efektem ubocznym stosowania pola magnetycznego jest wydzielanie energii cieplnej, której nadmiar powinien być odprowadzony z układu reakcyjnego. Problemy te można rozwiązać wprowadzając do wnętrza wspomaganego magnetycznie reaktora przepływowego rozwiązanie konstrukcyjne, umożliwiające minimalizację obecnego w tego typu aparatach gradientu natężenia pola magnetycznego oraz zapewnienie stabilizacji temperaturowej dla przepływającego przez reaktor medium reakcyjnego.

Wspomagany magnetycznie reaktor przepływowy, według wynalazku, zawierający zewnętrzną obudowę z umieszczonym współosiowo wewnętrznym przewodem o przekroju kołowym z dnem i pokrywą, komorę na płyn posiadający właściwości magnetyczne, uzwojenie umieszczone pomiędzy zewnętrzną obudową z wewnętrznym przewodem, wyposażony w króćce, charakteryzuje się tym, że ma w wewnętrznym przewodzie komorę na płyn posiadający właściwości magnetyczne, na której ma orurowanie dla czynnika stabilizującego temperaturę i ma bełkotkę poniżej komory. Ciecz wykazująca właściwości magnetyczne w komorze stosuje się w celu ujednorodnienia gradientu natężenia pola magnetycznego w przestrzeni, przez którą przepływa płyn reakcyjny. Komora i orurowanie osadzone są na centralnej rurze, która wyprowadzona jest z reaktora centralnymi króćcami odpowiednio w pokrywie i dnie. Orurowanie do stabilizacji temperatury składa się z centralnej rury oraz przewodów rozgałęziających się, które to zwiększają powierzchnię wymiany ciepła. Czynnikiem stabilizującym temperaturę wpływa centralna rura, następnie strumień rozdziela się pomiędzy orurowanie i centralną rurę, ostatecznie wypływając z reaktora centralną rurą. Oś centralnej rury powinna przebiegać w osi wewnętrznego przewodu. W pokrywie przewodu umieszczono pierwszy króciec (do wprowadzania albo wyprowadzania zawartości reaktora w zależności od reżimu pracy) i króciec doprowadzający dodatkowe substancje chemiczne do przestrzeni reakcyjnej. W dnie jest drugi króciec (do wprowadzania albo wyprowadzania zawartości reaktora w zależności od reżimu pracy), a także króciec służący do wprowadzenia bełkotki. Doprowadzenie gazów procesowych odbywa się poprzez bełkotkę do objętości reakcyjnej, poddawanej oddziaływaniom

zewnątrznie zastosowanego pola magnetycznego, umożliwi również zintensyfikowanie procesu wymiany masy na granicy gaz-medium reakcyjne.

Przepływający przez uzwojenia prąd elektryczny powoduje generowanie pola magnetycznego. Nawinięte uzwojenia na wewnętrzny cylindryczny przewód, wywołują wewnątrz tego przewodu pole magnetyczne znacznie większe od ziemskiego pola magnetycznego. Przez uzwojenie, nawinięte na wewnętrznym przewodzie, przepływa prąd jednofazowy, wywołując w przestrzeni reakcyjnej pulsacyjne pole magnetyczne lub prąd trójfazowy, wywołując w przestrzeni reakcyjnej wirujące pole magnetyczne.

Korzystnie orurowanie ma postać czterech rurek rozmieszczonych w równych odległościach od siebie, rozgałęziających się z centralnej rury i oplatających komorę. W wyniku zastosowania tego typu rozwiązania otrzymuje się pięć strumieni czynnika (rura centralna plus rurki), służącego do stabilizacji temperatury we wnętrzu aparatu.

Korzystnie komora ma postać graniastosłupa o podstawie czworoboku, zwłaszcza kwadratu, o ściętych narożnikach i wklęsłych bokach, tak że graniastosłup ma wklęsłe powierzchnie boczne (boki) i ścięte pionowe krawędzie- narożniki na swojej wysokości. Korzystnie komora i orurowanie są skręcone w osi podłużnej reaktora o kąt 120°. Graniastosłup jest skręcony w ten sposób, aby jego cztery ścięte krawędzie tworzyły linie śrubowe. Skręcenie komory umożliwia nadanie przepływającemu płynowi ruchu wirowego oraz ukierunkowanie go w stronę ścianki wewnętrznej przewodu rurowego w strefę oddziaływania pola magnetycznego.

Korzystnie wklęsłe boczne powierzchnie komory są karbowane. Korzystnie karbowania wklęsłych bocznych powierzchni komory tworzą linie śrubowe równoległe do ściętych pionowych krawędzi. Rozwiązanie takie pozwala na efektywniejszy odbiór ciepła z medium reakcyjnego poprzez wytworzenie dodatkowej burzliwości płynu wynikającej z nierówności na bocznych powierzchniach graniastosłupa.

Korzystnie wysokość orurowania odpowiada wysokości uzwojenia i rozmieszczone są na tej samej wysokości w reaktorze.

Reaktor magnetyczny może pracować w sposób okresowy lub ciągły. W procesie okresowym składniki doprowadzane są króćcami umieszczonymi w pokrywie. Gotowy produkt odprowadzany jest z objętości roboczej reaktora króćcem znajdującym się w dnie reaktora. Natomiast jeżeli reaktor jest przepływowy (praca ciągła) to ze względu na konieczność ciągłego odprowadzania gazu dostarczonego

bełkotką zawartość reaktora wprowadza się od dołu i wyprowadza górą. W przypadku pracy w reżimie ciągłym wyprofilowanie komory na płyn magnetyczny pozwala na zwiększenie czasu przebywania medium w komorze reakcyjnej, natomiast płyn odprowadzany i odprowadzany jest króćcami odwrotnie jak w procesie okresowym. Profil komory umożliwia również skierowanie przepływu w kierunku ścianek wewnętrznego przewodu cylindrycznego, gdzie oddziaływanie pola magnetycznego jest najsilniejsze. Obecność elementu mieszającego w postaci komory wypełnionej cieczą o właściwościach magnetycznych oraz zewnętrznego pola magnetycznego umożliwia oddziaływanie na przepływające medium reakcyjne ze zwiększoną intensywnością wpływając na realizowane w reaktorze procesy. Czas przebywania elementów płynu w przestrzeni reakcyjnej może być modyfikowany poprzez kontrolowanie źródeł zasilających uzwojenia elektryczne.

Reaktor według wynalazku w znaczący sposób poprawia efektywność realizowanych procesów zapewniając odpowiednią intensywność mieszania w całej objętości aparatu. Regulacja natężenia uzyskiwanych pól magnetycznych pozwala osiągnąć odpowiednią cyrkulację mieszanego medium oraz wymagany stopień burzliwości. Zapewnia to właściwy przebieg procesów kinetycznych, jak również otrzymanie produktu o żądanej jakości.

Wspomagany magnetycznie reaktor przepływowy według wynalazku przedstawiony jest w przykładach wykonania oraz na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia reaktor w przekroju osiowym, fig. 2 przedstawia reaktor w przekroju poprzecznym, fig. 3 przedstawia komorę na ciecz o właściwościach magnetycznych z orurowaniem do stabilizacji temperaturowej wsadu reaktora w widoku ogólnym, fig. 4 przedstawia komorę z orurowaniem w widoku z boku.

Przykład I

Wspomagany magnetycznie reaktor przepływowy zawierający zewnętrzną cylindryczną obudowę 1 z umieszczonym współosiowo wewnętrznym przewodem 2 o przekroju kołowym z dnem 3 i pokrywą 4, uzwojeniem 5 (z prądem trójfazowym, wywołując w przestrzeni reakcyjnej wirujące pole magnetyczne) umieszczonym pomiędzy zewnętrzną obudową 1 a wewnętrznym przewodem 2. Reaktor ma w wewnętrznym przewodzie 2 komorę 6 na płyn posiadający właściwości magnetyczne, na której ma orurowanie 7 dla czynnika stabilizującego temperaturę i ma bełkotkę 8

poniżej komory 6. Komora 6 i orurowanie 7 osadzone są na centralnej rurze 9, Orurowanie 7 ma postać czterech rurek rozgałęziających się od i do centralnej rury 9, na której osadzona jest komora 6. Komora 6 ma kształt graniastosłupa o podstawie kwadratu. Centralna rura 9 wyprowadzona jest z reaktora centralnym króćcem 10 w pokrywie 4 i centralnym króćcem 11 w dnie 3. W pokrywie 4 przewodu 2 umieszczono pierwszy króćciec 12, króćciec 13 doprowadzający dodatkowe substancje chemiczne do przestrzeni reakcyjnej. W dnie 3 reaktor ma drugi króćciec 14 i króćciec 15 służący do wyprowadzenia bełkotki 8. Pierwszy 12 i drugi 14 króćciec służą do wprowadzania i wyprowadzania cieczy z reaktora.

Przykład II

Reaktor jak w przykładzie I, z tym, że pomiędzy zewnętrzną obudową 1 i przewodem 2 znajduje się jednofazowe uzwojenie 5. Przepływający przez uzwojenie 5 jednofazowy prąd elektryczny powoduje generowanie pulsującego pola magnetycznego we wnętrzu przewodu 2. Komora 6 w kształcie graniastosłupa ma wklęsłe boczne powierzchnie i ścięte pionowe krawędzie. Zarówno komora 6 jak i orurowanie 7 są skrócone w osi podłużnej reaktora o kat 120° .

Przykład III

Reaktor jak w przykładzie I, z tym, że komora 6 na płyn posiadający właściwości magnetyczne posiada na ściankach karbowanie tworzące linie śrubowe równoległe do ściętych krawędzi.