

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 42087

Kl. 21 g, 21/10

André Huet

Paryż, Francja

Mechaniczny układ sterowania położeniami prętów paliwowych reaktora jądrowego

Patent trwa od dnia 18 stycznia 1958 r.

Pierwszeństwo: 14 lutego 1957 r. dla zastrz. 1 i 2;

11 kwietnia 1957 r. dla zastrz. 3 i 4;

17 kwietnia 1957 r. dla zastrz. 5 i 6 (Francja).

W reaktorach jądrowych koniecznym jest posiadanie odpowiedniego sposobu wzajemnego mechanicznego oddalania lub zbliżania się z dużą dokładnością różnych prętów paliwowych oraz ewentualnie prętów spowalniaczy.

Przedmiotem wynalazku są proste mechanizmy, pozwalające na dokładne i szybkie uzyskiwanie najróżniejszych wzajemnych położenia tych prętów.

W pierwszym sposobie wykonania, mechanizm składa się zasadniczo z układu czworoboków przegubowych, wiążących wzajemnie pręty tego samego rzędu w ten sposób, że pociągając lub popychając jeden koniec układu, zmienia się dowolnie wzajemne rozstawienie prętów danego rzędu, a odległość jaka dzieli

kolejne pręty może pozostawać w każdym ułożeniu jednakowa dla wszystkich prętów rzędu lub zmieniać się według każdego z góry ustalonego prawa. Każdy rząd jest zmontowany na belce podtrzymującej, która jest również sterowana. Wzajemne odległości rzędów, uzyskuje się za pomocą takiego samego układu czworoboków przegubowych, umieszczonych pod kątem 90° do poprzednich.

W odmianie układu, układ czworoboków przegubowych zastąpiono układem nakrętek.

Pręty, zmontowane w sposób, który pozwala na ich przesuwanie w dwóch kierunkach prostopadłych, stanowią jedną całość z nakrętkami, w które są wkręcone śruby pociągowe o skoku zmieniającym się od nakrętki do na-

krętki, w taki sposób, że przesuwanie kolejnych nakrętek zmienia się tak, że oddalają się one coraz bardziej od punktu stałego.

W innej odmianie układu sterowania wykorzystuje się układ śrub teleskopowych. Przesuwanie prętów może odbywać się również za pomocą układu dźwigni, których stosunek długości ramion stopniowo zwiększa się w celu uzyskania zwiększającej się amplitudy przesuwania prętów.

Poza tym układ sterowania może zawierać mechanizm, zapewniający w każdym dowolnym punkcie między rzędami prętów paliwowych odległość wystarczająco dużą, nawet przy maksymalnym zbliżeniu prętów, aby można było wsunąć w nią płytę reflektora, oddzielającą dwie części reaktora.

Podany opis jest przykładem wykonania reaktora jądrowego według wynalazku.

Fig. 1 przedstawia w widoku z boku jeden rząd prętów paliwowych z układem czworoboków przegubowych, umożliwiających ich przesuwanie, fig. 2 — rzut szczegółu przekroju wzdłuż linii II — II na fig. 1, fig. 3 — rysunek perspektywiczny kilku równoległych rzędów prętów reaktora z mechanizmem przegubowym, umożliwiającym wzajemne zbliżenie rzędów, fig. 4 i 5 przedstawiają schematycznie w widoku z góry różne położenia, jakie można nadać prętom reaktora, fig. 6 przedstawia schematycznie wykonanie wynalazku, umożliwiające przesuwanie prętów paliwowych, z nakrętkami przesuwającymi się po śrubie pociągowej, fig. 7 — schematycznie odmianę układu, w której sterowanie wykonuje się za pomocą dźwigni, fig. 8 — schematycznie urządzenie do przesuwania prętów za pomocą czworoboków z fig. 1, których boki mają różną długość, fig. 9 — schematycznie mechanizm według fig. 8 po przesunięciu prętów, fig. 10 — odmianę czworobocznego urządzenia przegubowego o równych bokach z mechanizmem, umożliwiającym zachowywanie minimalnej odległości między dwoma prętami lub dwoma rzędami prętów, fig. 11 — mechanizm według fig. 10 z prętami najbardziej zbliżonymi przy pozostawieniu minimalnej odległości między dwoma rzędami prętów, a fig. 12 i 13 przedstawiają w większej podziałce widok z przodu i przekrój szczegółu mechanizmu, zachowującego pewną odległość między dwoma rzędami prętów.

Zgodnie z wynalazkiem, pręty a jednego rzędu reaktora są zmontowane na tulejach b , śli-

zających się po belce podtrzymującej c , wspólnej dla całego rzędu. Na każdej tulei b są przegubowo osadzone węzły d układu rombów przegubowych. Ten układ rombów przegubowych jest utworzony według fig. 1 z prętów f, g , których część środkowa jest połączona przegubowo w punkcie d z tuleją b , podczas gdy na dwóch końcach dwóch prętów f, g , tzn. w punktach h (fig. 1) są połączone przegubowo końce stykających się prętów f, g rombu e . W pewnym miejscu rombu e , np. w środku, końce h są połączone przegubowo z tulejami i , które mogą ślizgać się po nieruchomym przecie poprzecznym j , stanowiącym, np. jedną całość z belką c .

W tych warunkach, jeżeli pociągnięto się lub popchnięto w kierunku strzałek A, B dowolny punkt rombu e , np. jego koniec, to spowoduje się ślizganie tulei b po przecie c w taki sposób, że pręty a będą ostatecznie więcej lub mniej wzajemnie oddalone lub zbliżone, natomiast odległość między dwoma prętami pozostaje w każdym położeniu taka sama dla wszystkich prętów jednego rzędu.

Reaktor zawiera wiele rzędów takich prętów, jak pręt a . Na fig. 3 uwidoczniono pewną liczbę takich równoległych rzędów, z których każdy pręt jest zmontowany w taki sposób, że może ślizgać się po belkach podtrzymujących c^1, c^2, c^3, c^4 . Końce belek podtrzymujących $c^1, \dots, c^4$ mogą ślizgać się po dwóch nieruchomych podtrzymujących belkach poprzecznych k^1, k^2 za pośrednictwem np. tulei l .

W płaszczyźnie poprzecznej względem układu belek $c^1, \dots, c^4$ montuje się mechanizm czworoboków przegubowych m , podobnych do mechanizmów e , opisanych wyżej. Jeden punkt układu m jest unieruchomiony za pośrednictwem pręta poprzecznego n , np. tworzącego jedną całość z belką k^1 , podczas gdy punkty o skrzyżowania prętów, tworzących układ przegubowy m , są zmontowane przegubowo na tulejach l . W ten sposób gdy tylko przesunie się koniec układu m w kierunku strzałek C, D powoduje to zbliżanie lub oddalanie belek $c^1, \dots, c^4$, tzn. że zmienia się rozstawienie rzędów prętów a .

Oprócz układu opisanego wyżej można zrealizować różne inne możliwe odmiany wzajemnego układu prętów a we wnętrzu reaktora. Jeżeli np. pręty a są rozstawione początkowo w sposób uwidoczniiony na przekroju według fig. 4 w obrębie kwadratu $EFGH$, to za pomocą niezależnych zespołów układów przegubowych e i układów m można spowodować sku-

pienie się prętów a w kwadracie podobnym do pierwszego, lecz o bokach dużo mniejszych, np. w najmniejszym kwadracie $IJKL$. Można również uzyskać rozłożenia prostokątne pośrednie między tymi dwoma położeniami skrajnymi, zmieniając w różny sposób zarówno odległości między rzędami $c^1 \dots c^4$, jak również i odległości między prętami a tego samego rzędu. Można np. uzyskać rozkład, w którym pręty są zgromadzone w prostokącie $MNOP$ lub w prostokącie $QRST$ albo w położeniach pośrednich.

Jeżeli rozstawienie początkowe prętów a jest takie, że w widoku z góry znajdują się one we wnętrzu koła U o środku p (fig. 5), to można w ten sam sposób zgromadzić wszystkie pręty a we wnętrzu koła współśrodkowego, lecz o promieniu dużo mniejszym i dojść na przykład do koła minimalnego V . Zmniejszając natomiast w różny sposób zespoły różnych układów e i zespoły układów m można uzyskać zgromadzenie prętów we wnętrzu elipsy lub owalu takiego jak W albo również elipsy lub owalu X , którego duża oś jest ułożona pod kątem 90° do osi elipsy W . Poza tym można uzyskać również wszystkie położenia pośrednie.

Można przewidzieć dwa układy przegubowe — takie jak m , działające na końce belek podtrzymujących $c^1 \dots c^4$ w celu zmodyfikowania ich rozsuwania, przy czym zmiany położenia tych dwóch układów byłyby sprzężone.

Również, tak jak to uwidoczniło na fig. 6, pręty paliwowe a mogą być osadzone każdy z osobna na obsadzie b w postaci nakrętki, która porusza się po śrubie pociągowej g . Punkt stały, odpowiadający punktowi stałemu na fig. 1, jest reprezentowany przez ściankę r , natomiast obrót śruby pociągowej g może być wykonany za pomocą chwytu s . Na drodze przesuwu kolejnych nakrętek b, b^1, b^2 , śruba q , jest nagwintowana z rosnącym stopniowo skokiem tak, że skok nakrętki b^1 jest dwukrotnie większy od skoku nakrętki b . Skok nakrętki b^2 jest trzykrotnie większy od skoku nakrętki b itd. Wynika z tego, że obracając śrubę q pierwszy pręt paliwowy a przesunie się o pewną odległość, następny pręt a^1 — o odległość podwójną, trzeci — o potrójną itd. Odległość między prętami będzie się więc zwiększała lub zmniejszała, ale rozstawienie prętów pozostanie to samo. Oczywiście taki sam mechanizm może być zastosowany, aby uzyskać w kierunku prostopadłym przesuwanie rzędów prętów paliwowych.

Jako inną odmianę można również zastosować układ śrub teleskopowych, wkręconych jedna w drugą, w ten sposób, że każda śruba jest nakrętką dla śruby poprzedniej.

W odmianie, schematycznie przedstawionej na fig. 7, przesuwanie prętów uzyskuje się za pomocą dźwigni t, t^1, t^2 itd., które są wszystkie przymocowane przegubowo w stałym punkcie u i sterowane za pomocą cięgna sterującego v , które może być przesuwane wzdłuż swej osi w kierunku strzałek F . Pręt sterujący v ma w równych odległościach występy w, w^1, w^2 , które wchodzą w wycięcia dźwigni t, t^1, t^2 itd.

W tych warunkach przesuwanie pręta sterującego v powoduje przesuwanie się obsad b na belce prowadzącej, przy czym odległość między dwoma kolejnymi prętami paliwowymi pozostaje ta sama, niezależnie od tego jaką byłaby ustalona ta odległość między dwoma prętami.

W odmianie uwidocznionej na fig. 8 — 10 pręty, połączone przegubowo w miejscach d na obsadach b^1, b^2, b^3 itd. mogą mieć, jak to wynika z fig. 8, nierówne ramiona, tzn. np. dla pręta a^1 , na którym są zamocowane w przegubie d dwa pręty, ramiona 1 i 2 tych prętów są krótsze niż ramiona 3 i 4. Końce prętów 1 — 4 i 2 — 3, jak opisane jest wyżej są połączone w przegubie h z prętami sąsiednich prętów paliwowych.

Również dla pręta paliwowego a^2 ramiona 5 i 6 są krótsze niż ramiona 7 i 8 itd. analogicznie dla prętów a^3 i a^4 . Zakładając, że pręt paliwowy a jest punktem stałym układu, to jeżeli oddziaływa się na układ przegubowy z zamiarem otwarcia go lub zamknięcia, wychodząc np. z położenia uwidocznionego na fig. 8, gdzie odległość między prętami paliwowymi a, a^1, a^2 itd. jest jednakowa, okaże się, że rozciągając mechanizm przegubowy otrzyma się, jak to wynika z fig. 9, zwiększające się odległości, między prętami paliwowymi. Te odległości, oznaczone odpowiednio na fig. 9 liczbami 10, 11, 12, 13, itd. zamiast pozostać wzajemnie jednakowymi zwiększają się w miarę oddalania się od punktu stałego, jakim jest pręt paliwowy a .

Wybierając odpowiedni stosunek ramion 1 — 4 każdego prętu przegubowego, będzie można zmienić w dowolny sposób odległości między prętami paliwowymi jednego rzędu. W przypadku, gdy sterowanie prętów paliwowych $a^1 \dots a^4$ uzyskuje się za pomocą śruby, po której przesuwają się nakrętki, odpowiedni dobór ko-

lejších skoków gwintu na śrubie pociągowej pozwoli urzeczywistnić wszystkie wymagane zmiany kolejnych odległości, oddzielających dwa pręty paliwowe.

Te same środki można zastosować do sterowania przesuwaniem prętów w kierunku prostopadłym.

Można również przygotować taką odległość między dwoma rzędami prętów paliwowych, że w położeniu maksymalnego zbliżenia prętów paliwowych wsuwa się w tę przestrzeń płytę reflektora, która rozdzieli na dwie części reaktor jądrowy.

W celu stworzenia mechanizmu, pozwalającego uzyskać taki układ w przypadku czworoboków przegubowych o równych bokach, uwidocznionych na fig. 1 — 3, przewiduje się umieszczenie mechanizmu rozporowego 20 w sterowaniu przegubowym, przedstawionym na fig. 10. Element 20 jest osadzony na jednym z prętów paliwowych, np. na przecie a^3 , natomiast boki 21, 22 przegubowego czworoboku na przecie paliwowym a^3 zamiast przedłużać się poza przegub d , kończą się na tym przegubie. Następny przegub boków 23 i 24 jest wykonany w pewnej odległości w miejscu d' na mechanizmie 20. Ponieważ ruch obrotowy boków 21 lub 22 odbywa się po tej samej stronie elementu 20, więc winien on posiadać np. powiązanie obrotowe z bokami 22 i 24. W tym celu na ramieniu 22 jest osadzone koło zębate 25 zazębiające się z kołem zębatym 26, stanowiącym jedną całość z ramieniem 24. W ten sposób ramię 22 zmienia położenie w kierunku strzałki M , a koło zębate 25 obraca się w kierunku strzałki N i zmusza do obrotu koło zębate 26 w kierunku strzałki O , a to z kolei powoduje zmianę położenia ramienia 24 w kierunku strzałki P , zapewniając w ten sposób przekazywanie ruchu za pomocą mechanizmu rozporowego 20.

Dzięki temu mechanizmowi w położeniu największego złożenia układu odpowiadającemu największemu zbliżeniu prętów paliwowych a^1 , a^2 , a^3 , a^4 uwidocznionemu na fig. 11 istnieje między rzędami prętów paliwowych a^3 , a^4 ... przerwa Q , w którą można wsunąć płytę reflektora.

Wszystkie opisane tu mechanizmy sterowania prętami paliwowymi, które dotyczą układu prętów przegubowych, układu dźwigni lub

układu nakrętek są przeważnie wykonane z invaru, który zapewnia całkowite bezpieczeństwo działania, który tylko nieznacznie rozszerza się pod wpływem ciepła i nie utlenia się.

Poza tym łatwość z jaką można rozsuwać pręty paliwowe za pomocą tych urządzeń umożliwia szybsze usunięcie prętów sterujących lub prętów spowalniaczy w jakie zaopatrzone jest reaktor jądrowy. W rzeczywistości przez dostatecznie duże rozstawienie prętów paliwowych zapewnia się zwolnienie lub zatrzymanie działania reaktora. Uzyskuje się w ten sposób uproszczenie konstrukcji i zmniejszenie objętości reaktora, jak również sterowanie układu w sposób bardziej równomierny, niż przez jednostronne wprowadzenie więcej lub mniej pobudzających prętów sterujących.

Zastrzeżenia patentowe

1. Mechaniczny układ sterowania położeniami prętów paliwowych reaktora jądrowego, rozmieszczonych w rzędach równoległych, znamienny tym, że pręty (a) tego samego rzędu są osadzone przesuwnie na belce podtrzymującej (c), wspólnej dla wszystkich prętów tego samego rzędu, przy czym urządzenie mechaniczne (e , f na fig. 1) łączy wsporniki (b) prętów (a) tego samego rzędu tak, aby można było przez przesuwanie na belce podtrzymującej (c) zmieniać odstęp między prętami (a), belka zaś podtrzymująca (c) każdego rzędu jest osadzona tak, aby mogła przesuwać się na dwóch krańcowych prętach (k^1 , k^2 na fig. 3) i na urządzeniu mechanicznym (m), podobnym do wyżej wymienionego, lecz umieszczonego poprzecznie pod kątem prostym, umożliwiającym przesuwanie prętów (c^1 , c^2 , c^3 , c^4) jednych w stosunku do drugich na krańcowych prętach poprzecznych (k^1 , k^2) tak, aby móc zmieniać rozstawienie rzędów prętów.
2. Mechaniczny układ sterowania według zastrz. 1, znamienny tym, że urządzenie mechaniczne, działające na pręty paliwowe (a) i na belki podtrzymujące (c), stanowią czworoboki przegubowe, których boki (f , g) są osadzone w ten sposób, aby mogły obracać się na wspornikach (b) prętów paliwowych (a) na belce (c), podczas gdy drugie końce tych boków czworoboku są przegubowo przymocowane do następnego czworoboku, przy czym w połączeniu przegubowym

- przewidziany jest jeden punkt nieruchomy (j) tak, iż~pociągnięcie lub popchnięcie, dokonane w jednym punkcie urządzenia przegubowego, zmienia odstęp między wszystkimi prętami (a) jednego rzędu albo odstęp między rzędami prętów (c^1, c^2, c^3, c^4).
3. Odmiana mechanicznego układu sterowania według zastrz. 1, znamienna tym, że pręty (a, a^1, a^2, a^3, a^4) są umieszczone na wspornikach (b, b^1, b^2, b^3, b^4) na fig. 6 w postaci nakrętek, w których jest osadzony nagwintowany pręt napędowy (q), przy czym skok gwintu pręta (q) zmienia się z każdego pręta (a) na pręt drugi tak, iż obrót pręta prowadniczego (q), np. za pomocą gałki (s) powoduje przesuwanie się prętów (a^1, a^2, a^3, a^4) na pręcie (q) w sposób dowolny.
 4. Odmiana mechanicznego układu sterowania według zastrz. 1, znamienna tym, że wsporniki (b, b^1, b^2, b^3, b^4) prętów paliwowych są sterowane za pomocą dźwigni przegubowych (t, t^1, t^2, t^3 na fig. 7), uruchamianych za pomocą wspólnego pręta sterującego (v), przy czym wszystkie dźwignie (t^1, t^2, t^3) są osadzone obrotowo dokoła nieruchomego punktu (u), a ponadto są przegubowo przymocowane na wspornikach (b, b^1).
 5. Odmiana mechanicznego układu sterowania według zastrz. 2, znamienna tym, że boki (1 — 8 na fig. 8) przegubowych czworoboków sterujących przesuwanie prętów (a, a^1, a^2, a^3, a^4) posiadają różną długość, dzięki czemu odstęp, uzyskiwane przez przesunięcie układu przegubowego dla prętów, zmieniają się w sposób z góry ustalony.
 6. Mechaniczny układ sterowania według zastrz. 2, znamienny tym, że w układzie przegubowych czworoboków (21, 22, 23, 24 na fig. 10) umieszczony jest mechanizm rozporowy (20), zaopatrzony w dwa narządy łączenia przegubowego (d, d^1) dla boków czworoboków (21, 22, 23, 24), przy czym na mechanizmie rozporowym (20) przewidziane są kółka zębate, stanowiące jedną całość z bokami (21 — 24), zazębiające się wzajemnie w celu przenoszenia ruchu oddalającego lub zbliżającego pręty (a, a^1, a^2, a^3, a^4) z pozostawieniem między prętem podtrzymowym (a^3) mechanizmu rozporowego (20) a sąsiednim prętem (a^1) odstęp (q na fig. 11) o określonej wielkości.

André Huet

Zastępca: mgr inż. Adolf Towpik,
rzecznik patentowy

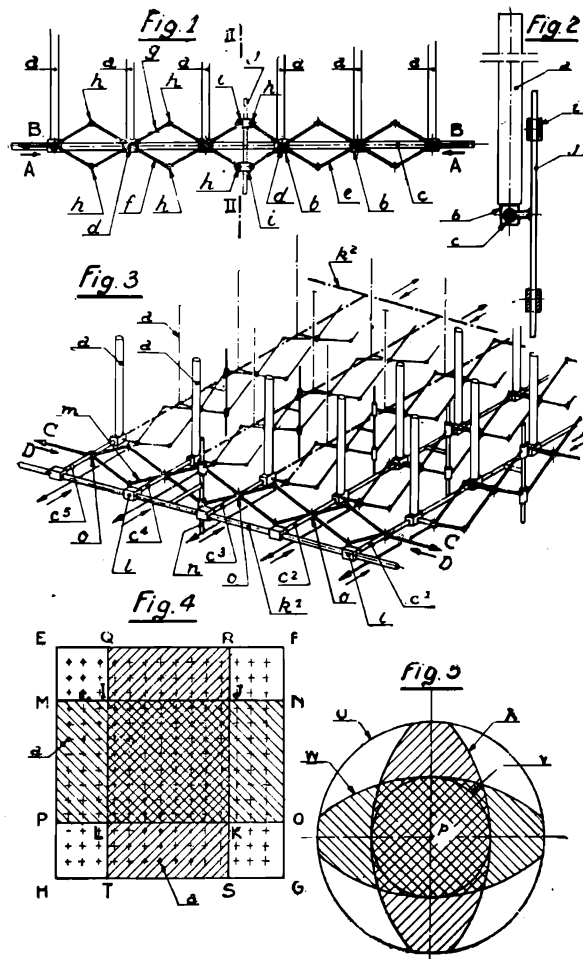


Fig. 6

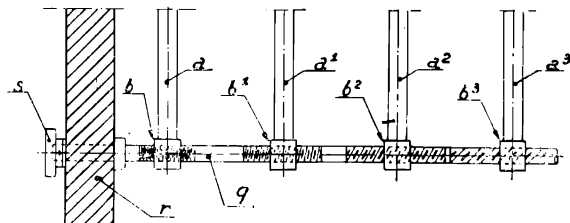


Fig. 7

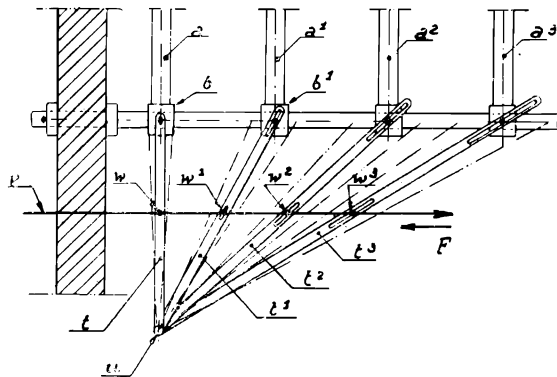


Fig. 8

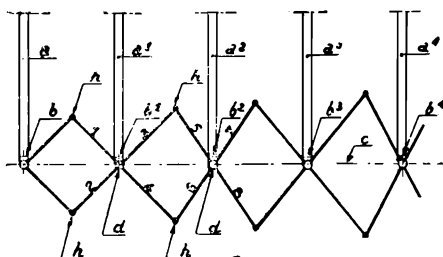


Fig. 9

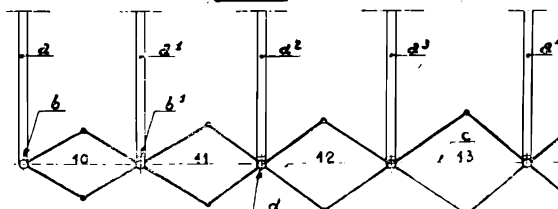


Fig. 10

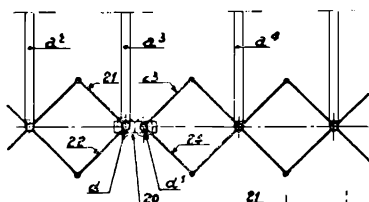


Fig. 11

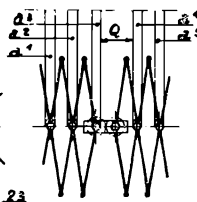


Fig. 13



Fig. 12

