

Opublikowano dnia 18 kwietnia 1959 r.



9091 23/16
Urząd Patentowy
Patentowy Urząd Patentowy

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ OPIS PATENTOWY

Nr 41864

Kl. 42 n, 11/50

Alois Polanský

Praga, Czechosłowacja

Mirko Hrubý

Brno, Czechosłowacja

Model hydromechaniczny układu cieplnego

Patent trwa od dnia 12 czerwca 1957 r.

Pierwszeństwo: 15. czerwca 1956 r. (Czechosłowacja).

Przedmiotem wynalazku jest model hydromechaniczny układu cieplnego, który działając na zasadzie analogii hydraulicznej służy do rozwiązywania zagadnień nieustalonego przepływu ciepła w płaskich i cylindrycznych ściankach w sposób stosunkowo prosty i poglądowy.

Badaną ściankę można sobie wyobrazić jako rozłożoną na n różnych części. Na ośiach poszczególnych części przyjmuje się fikcyjną właściwą pojemność cieplną, której w technice modelowej odpowiada rurka pojemnościowa o określonej swobodnej powierzchni cieczy. Opór cieplny poszczególnych części ścianki jest zastąpiony w technice modelowej elementem oporowym, za pomocą którego może być nastawiony dowolny opór przepływu cieczy w sposób ciągły i w szerokich granicach. W technice modelowej wysokośćom słupków cieczy w rurkach pojemnościowych odpowiadają różnice temperatur w poszczególnych warstwach badanych ścianek.

Graniczne warunki temperatury środowiska wewnętrznego i zewnętrznego mogą być dowolnie odtworzone na modelu za pomocą naczyń przelewowych, znajdujących się na stronie wejściowej i wyjściowej modelu.

Na podstawie ustalonej analogii między rzeczywistością i modelem istnieje możliwość odniesienia dowolnych przypadków nieustalonego jednowymiarowego przewodnictwa cieplnego na zasadzie znanych wielkości fizycznych do techniki modelowej, a wyniki mogą być przeliczone i z powrotem przeniesione do warunków rzeczywistych.

Za pomocą redukcji czasu trwania procesów istnieje możliwość skrócenia procesów, trwających dość długo, do okresu, którego czas trwania jest dostatecznie krótki.

Podobne modele, pracujące na zasadzie analogii hydraulicznej, są rozwiązywane konstrukcyjnie w ten sposób, że jako elementy oporowe stosuje

się rurki (kapilary) o określonej średnicy i długości, które dają określony ~~z~~góry opór. Zmianę oporu przeprowadza się w tym przypadku przez wymianę rurki lub wprowadzenie wkładek cylindrycznych. W tym sposobie wykonania nie ma możliwości dowolnej wymiany oporu, a manipulacja podczas procesu mierzenia jest utrudniona oraz przedłuża czas pomiaru i zmniejsza jego dokładność. Pojemność cieplną poszczególnych elementarnych warstw ścianki zastępuje się przez rurki pojemnościowe o różnej średnicy. Przy każdej zmianie pojemności cieplnej jest wymagana wymiana rurki. Przy określonym nastawieniu opornika lub pojemności cieplnej jej ciągła zmiana jest niemożliwa. Inną wadą tego modelu jest trudność osadzenia większej liczby kapilar i rurek.

Wynalazek usuwa te wady w ten sposób, że model hydromechaniczny według nowej konstrukcji skutecznie ciągłą regulację oporu hydraulicznego za pomocą regulacji elementów oporowych, wskutek czego chwilowe zmiany oporu hydraulicznego zmienia się podczas pomiaru (bez przerwy) do wymaganych wartości odpowiednio do wielkości rzeczywistych procesów. Zaletą modelu hydromechanicznego według wynalazku polega na możliwości nastawienia oporu hydraulicznego w szerokiej skali za pomocą regulowanych elementów oporowych. Zamiast wody stosuje się w tym modelu jako ciecz roboczą olej transformatorowy, który zapewnia laminarny przepływ w regulacyjnym elemencie oporowym, co należy traktować jako podstawowe założenie analogii hydraulicznej modelu.

Jako inną zaletę ulepszanego modelu hydromechanicznego wymienić należy nową konstrukcję przegubu z rurką pojemnościową. Częściowo przez nachylenie, a częściowo przez wprowadzenie wkładek cylindrycznych do rurki pojemnościowej osiągnięto możliwość ciągłej zmiany w najszerszym zakresie pojemności cieplnej w poszczególnych elementarnych warstwach ścianki. Dla ciągłej zmiany pojemności cieplnej wymiary wkładek cylindrycznych są takie, iż rurka pojemnościowa w maksymalnie nachylonym położeniu z wkładką o średnicy większej o jeden stopień zapewnia taką samą powierzchnię cieczy, jaką ma ta sama rurka w położeniu pionowym z wkładką cylindryczną o średnicy mniejszej o jeden stopień. Dla ciągłej zmiany pojemności w zakresie 7—10% wystarczy zastosować tylko 12 wkładek cylindrycznych.

Dla ustalenia warunków granicznych temperatury model hydromechaniczny jest zaopatrzo-

ny na obu stronach w naczynia przelewowe, których wysokość daje się nastawić w zależności od wymaganego przebiegu temperatury. Dla wykonania programowej zmiany temperatury stosuje się układ wzorników.

Czujnik odbiorczy, nastawnika elektrycznego, odtwarzający kształty wzornika dzięki przewodnicy i mechanizmowi dźwigniowemu powoduje włączenie i wyłączenie styków pomocniczych na tablicy rozdzielczej. W ten sposób zostają włączone poszczególne obwody układu przekąźnikowego, służące do uruchomienia silników elektrycznych. Nastawienie wysokości naczynia przelewowego jest w określonym stosunku do wysokości nastawnika. Zmianę prędkości nastawiania wzornika powoduje trzystopniowa przekładnia zmienna.

Model hydromechaniczny według wynalazku jest uwidoczniony na rysunku. Fig. 1 przedstawia model hydromechaniczny, fig. 2 — element regulacyjny, fig. 3 — przegub rurki pojemnościowej, fig. 4 — jej widok z boku, fig. 5 — nastawnik elektryczny i fig. 6 — układ elektryczny.

Na fig. 1 uwidoczniono konstrukcję modelu hydromechanicznego. Na stole dwudzielnym umocowana jest ramka z przegubami 1 rurek pojemnościowych.

Na przedniej stronie stołu jest przypawany wzdłuż kątownik, na którym są umocowane poszczególne regulowane elementy oporowe 2. Rurki pojemnościowe 3 są połączone z elementami oporowymi za pomocą rurek z chlorku poliwinylu. Pierwszy regulacyjny element oporowy jest połączony z przegubem połączeniowym od strony wejściowej 3a, ostatni zaś od strony wyjściowej 3b. Obydwa przeguby połączeniowe są zaopatrzone w zawory odcinające, za pomocą których może być przerwany dopływ cieczy roboczej do modelu. Naczynie przelewowe, przeguby połączeniowe wraz z rurkami połączeniowymi i przeguby przyłączone wraz z zaworami odcinającymi służą do odtworzenia tzw. warunków granicznych, które ustala się na bocznych wieżyczkach na obu końcach modelu.

Układ do odtwarzania warunków granicznych po stronie wejściowej składa się z naczynia przelewowego 4a, przegubu 5 i przegubu przyłączeniowego 3a, natomiast układ do odtworzenia warunków granicznych po stronie wyjściowej składa się z naczynia przelewowego 4b, przegubu połączeniowego 5 i przegubu przyłączeniowego 3b. Układ taki daje równomierną zmianę wysokości naczyń przelewowych przy stałej objętości cieczy zamkniętej w układzie, jak również przy

stałym oporze hydraulicznym podczas przepływu cieczy roboczej przez układ do odtworzenia warunków granicznych w czasie zmiany wysokości naczyń przelewowych.

Pionową zmianę wysokości naczyń przelewowych umożliwiają silniki elektryczne 6a, 6b z osłonami 7a, 7b, zawierającymi po dwa napędy. Jeden z napędów jest połączony z wrzecionem napędowym naczyń przelewowych, drugi zaś napędza za pośrednictwem pędni kół stożkowych nakrętkę napędową dolnego łożyska nastawnika 8, 8'.

Nastawnik elektryczny 9a, 9b umożliwia za pomocą odpowiedniego układu obwodów elektrycznych włączanie silnika elektrycznego, który powoduje nastawienie naczynia przelewowego wedługżądanego programu.

Dla ustalenia programu temperatur stosuje się walcowy układ wzorników. Wzorniki obu warunków granicznych są umocowane każdy na wózku tocznym 10a, 10b, który jest napędzany za pomocą wrzeciona, przyłączonego do trzystopniowej pędni zmianowej 11.

Pędnia ta umożliwia uzyskanie trzech różnych prędkości wózka tocznego na torze jezdny 12a, 12b.

Prędkości ruchu obu wózków z wzornikami są jednakowe, jednak elektryczne nastawniki pracują niezależnie od siebie.

Tak samo obydwie pompy obiegowe 13a, 13b układu do odtworzenia warunków granicznych, które tłoczą ciecz roboczą do naczyń przelewowych, umieszczonych z obu stron, pracują niezależnie od siebie. Naczynia z cieczą roboczą są umieszczone na wagach 14, dzięki czemu przeprowadza się kontrolę ilości.

Regulacyjny element oporowy, uświadczniony na fig. 2, umożliwia ciągłą zmianę oporu hydraulicznego przy zachowaniu uwarstwionego przepływu cieczy roboczej. Oprócz tego przy zastosowaniu tego elementu otrzymuje się stale ten sam wynik pomiarowy, tzn. to samo nastawienie elementu odpowiada zawsze takim samym wartościom oporu hydraulicznego.

Najważniejszą częścią składową regulacyjnego elementu oporowego jest stożkowaty trzpień w osłonie stożkowej. Trzpień składa się z właściwego stożka 16 oraz z pręta przewodniczego przedniego 17 i tylnego 18. Na wyjściowej stronie osłony stożkowej trzpień jest prowadzony w tulei przewodniczej 19, a na stronie wyjściowej — w osłonie elementu 20. Przed przekręceniem trzpień jest zabezpieczony ramieniem przewodniczym 21, wpuszczonym do rowka w korpusie elementu 20. Na stronie wyjściowej zastosowane

jest dla uszczelnienia trzpienia przewodniczego 18 uszczelnienie pierścieniowe typu Guffero 22, umieszczone w pierścieniowym wyźłobieniu korpusu elementu 20. Po stronie wyjściowej pręt przewodniczy 18 jest połączony z drobnozwojową śrubą napędową 25 za pośrednictwem dwudzielnej podkładki 23 i śruby 24. Śruba napędowa 25, sięgająca do przedłużonej części kadłuba elementu 20, umożliwia przesunięcie trzpienia 16.

Kontrolę nastawienia przeprowadza się za pomocą pierścienia nastawczego 26, zaopatrzonego w podziałkę mikrometryczną. Pierścień nastawczy jest nasunięty na pierścień przewodniczy 27. Pierścień przewodniczy 27 jest połączony na stałe ze śrubą napędową 25. Podczas wzorcowania określa się prawdziwe położenie trzpienia 16 w osłonie stożkowej 15 na drodze hydraulicznej i to położenie można ustawić na pierścieniu przewodniczym 27 przez nastawienie i zaciśnięcie pierścienia nastawczego 26.

Korpus elementu 20 jest połączony z osłoną stożkową 15 stożka 16 za pomocą nakrętki kołpakowej 28.

Uszczelnienie osiąga się za pomocą ściskanego pierścienia 29 z dławicą.

Na stronie wejściowej regulacyjnego elementu oporowego uskutecznia się połączenie między tym elementem i rurką poprzedzającą 101 przez nasadkę rurową 102 z nakrętką 103. Uszczelnienie uzyskuje się w tym przypadku przez dokręcenie pierścienia uszczelniającego między tuleją przewodniczą i nasadką rurową.

Na stronie wyjściowej do korpusu elementu 20 jest wpuszczony króciec 30, przymocowany twardym lutem. Połączenie strony wyjściowej elementu 20 z przewodem rurowym 104 jest dokonane za pomocą króćca rurowego, który za pomocą nakrętki kołpakowej 105 jest dociśnięty do króćca 30 za pośrednictwem pierścienia uszczelniającego. Główną część składową urządzenia do ciągłej zmiany pojemności stanowi przegub 1 rurki pojemnościowej, uświadcznionej na fig. 1, która tworzy połączenie hydrauliczne między rurką pojemnościową 35, przedstawioną na fig. 3, i elementem oporowym.

Przegub 1 rurki pojemnościowej umożliwia ciągłą zmianę pojemności w zakresie przepisowego minimum aż do maksimum.

Istnieje konstrukcyjna możliwość ciągłej zmiany pojemności z jednej strony przez częściowe nachylenie rurek pojemnościowych 33, wskutek czego zwierciadło cieczy roboczej w rurkach zmienia się w sposób ciągły w wąskim zakresie, a z drugiej strony przez wprowadzenie do rurek pojemnościowych wkładek cylindrycznych, wsku-

tek czego zmienia się w większym zakresie wielkość zwierciadła w sposób nieciągły.

Przegub 1 rurki pojemnościowej składa się z cylindrycznego korpusu 31 i głowicy 32, w której znajduje się rurka pojemnościowa 33. W cylindryczny korpus są wypuszczone dwa wydrążone czopy 34, 35, których strony czołowe są umocowane za pomocą łożysk dwudzielnych 36. Czop 35 jest zaopatrzony w króciec do zamocowania rurek wskaźnikowych 37 wysokości cieczy, a obydwie czopy są zaopatrzone każdy w dwa króćce rurowe 38, które są przymocowane do przewodu rurowego za pomocą nakrętki kolpakowej.

Uszczelnienie czopów w korpusie przegubowym 31 przy nachylaniu rurek pojemnościowych jest uzyskane za pomocą pierścieni uszczelniających typu Guffero 39. Na rurce pojemnościowej 33 znajduje się obejma 40, zaopatrzona w śrubę ustalającą 40', uwidocznioną na fig. 4. Zabezpieczenie czopów 34, 35 przed przekręceniem oraz ich dociskanie do korpusów przegubowych 31 zapewniają kliny przesuwne 41, przez które przechodzą śruby napędowe 42. Śruby napędowe 42 są umocowane w dolnej i górnej części łożyska 36 i są przesuwne w kierunku osiowym za pomocą pokrywki zabezpieczającej 43. Dolne i górne połówki łożyska wraz z pokrywką zabezpieczającą są połączone ze stołem modelowym za pomocą śrub mocujących.

Przez podciągnięcie klinów przesuwnych 41 są stopniowo zamocowywane poszczególne czopy przegubowe w kierunku osiowym i promieniowym.

Odchylenie rurek pojemnościowych o określony kąt z położenia pionowego przeprowadza się w sposób opisany poniżej. Najpierw obluźnia się nakrętkę 44 na śrubie 45, przymocowanej do podstawy modelu i przesuwa się swobodnie przez rowek ciągną 46, zaopatrzonego w podziałkę. Dzięki temu zostaje obluźnione zakleszczenie pręta pociągowego i można dokonać odchylenia. Przez całkowite dokręcenie nakrętki 44 rurkę ustala się w położeniu nastawionym.

Nastawnik elektryczny uwidoczniony na fig. 5 powoduje ciągłe i programowe nastawianie naczyń przelewowych odpowiednio do przepisanej zmiany temperatury. Suwak przewodniczy 47 nastawnika elektrycznego jest zaopatrzony w śrubę napędową 47'. Przez przekręcenie nakrętki napędowej 47" dolnego łożyska nastawnika przesuwa się pręt przewodniczy w kierunku osiowym w przewodniczy 48 stojaka.

Dźwignia stykowa 49 z trzpieniem odłączalnym 50 jest ruchoma na czopie 51, umocowa-

nym w dźwigni nośnej 52. Dźwignia nośna 52 jest przesuwana w kierunku osiowym w przęcie przewodniczym. Dźwignia stykowa 49 pracuje jako dźwignia podwójna utrzymywana za pomocą sprężyn śrubowych 53 w położeniu neutralnym. Pręt łącznikowy 54 przenosi wahania dźwigni i umożliwia włączenie styków szybkiego posuwu, tzw. styków rozporowych, w górę. Włączenie styków rozporowych odbywa się w obu kierunkach i zapobiega ewentualnemu odkształceniu trzpienia odbiorczego. Opór włączenia styków rozporowych jest regulowany zwartością sprężyn śrubowych.

Wzornik umocowany na wózku przesuwa się pod czujnikiem odbiorczym, który odtwarza jego kształty i w zależności od charakteru stycznych cech wzornika bądź to opuszcza się wraz z dźwignią pod wpływem własnego ciężaru, bądź też jest wypychany w górę. Walcowata część dźwigni nośnej 52 przenosi ruch na dwuramienną dźwignię 56, obracaną na czopie 57 i umocowaną na tablicy rozdzielczej 58. Stosunek ramion dźwigni łącznikowej jest znaczny ze względu na czułość nastawnika. Dźwignia łącznikowa 56 posiada styki oddziaływujące na układ płaskich sprężynek 59 ze stykami, które są umieszczone na tablicy rozdzielczej 58. Obwód roboczy silnika elektrycznego jest sterowany za pomocą układu przekątnikowego przez wzajemne połączenie styków w określonym układzie. Silnik elektryczny kolektorowy z możliwością biegu wstecznego i zmiany obrotów za pomocą wspólnej skrzynki pędniowej napędza śrubę napędową naczyń przelewowych oraz dolne łożysko trzpienia odbiorczego. Przesuwanie naczyń przelewowych odbywa się w określonym stosunku do przesuwania czujnika odbiorczego. Niech np. na wzorniku znajduje się łagodnie wznoszący się odcinek. Czujnik odbiorczy jest wypychany w górę. Dźwignia łącznikowa włącza odpowiednie styki, główny silnik elektryczny odbiera impuls, a naczynie przelewowe porusza się jednocześnie z czujnikiem odbiorczym. Wskutek tego nacisk wzornika na trzpień odbiorczy ustaje, dźwignia łącznikowa przerywa połączenie styków dla przesuwu w górę i silnik elektryczny zatrzymuje się.

W przypadku stromej wzniesienia na wzorniku, gdzie zachodzi ewentualne niebezpieczeństwo odkształcenia czujnika odbiorczego, ciśnienie sprężyny przewycięża nacisk boczny, wywołany przez przesuwanie wzornika, a dźwignia odbiorcza odchyła się z położenia obojętnego i umożliwia połączenie styków rozporowych, dzięki czemu zostaje włączony szybki przesuw

naczyń przelewowych w górę. Odbywa się to dopóty, dopóki nie ustanie nacisk boczny wzornika na czujnik odbiorczy.

Układ elektryczny, uwidoczniiony na fig. 6, stanowi część programowego samoczynnego nastawiania warunków granicznych, które zmienia się w zależności od przepisanych temperatur w czasie. Na schemacie układu pomocniczego zaznaczone jest połączenie styków nastawnika. Przez różnorakie połączenie steruje się obwodem elektrycznym silnika, który dokonuje ruchu naczyń przelewowych określających warunki brzegowe w górę i w dół. Dla zmiany kierunku oraz liczby obrotów silnika przyjęto w przykładzie jednofazowy szeregowy silnik kolektorowy. Zmiany kierunku obrotu dokonuje się przez przełączenie szczotek kolektorowych. Układ roboczy jest zasilany z sieci o napięciu 220 V. Do przewodu prowadzącego do silnika włączony jest opornik 60, za pomocą którego można zmniejszać liczbę obrotów silnika elektrycznego. Opór można wyłączyć przez podłączenie styków 61 lub 62. Zmianę kierunku obrotu dokonuje się przez włączenie łącznikowe 63a i 63b albo 64a i 64b. Gdy wszystkie styki są wyłączone to silnik jest nieruchomy. Odpowiednie włączenie układu roboczego dokonuje się za pomocą przełącznika układu pomocniczego. Elektryczny nadajnik stykowy jest włączony do obwodu pomocniczego, a jego styki są oznaczone na schemacie liczbami 65, 66, 67, 68, 69 i 70. Obwód pomocniczy jest zasilany poprzez bezpiecznik 71 i wyłącznik główny 72 z sieci prądu stałego o napięciu 24 V. Przy samoczynnym wyłączeniu prąd płynie z sieci prądu stałego przez cewkę przekaźnika 73, 74 i główne uzwojenie prądowe przekaźnika 75 oraz jego wyłącznik 76. Równolegle do wyłącznika 76 jest włączona żarówka elektryczna 77. Przy bezpośrednim zwarcie wzbudza się przekaźnik 75, łącznik 76 zostaje wyłączony, a prąd płynie tylko przez żarówkę 77, która zapala się. Przy odbiorze poprzez styki mogą być następujące przypadki połączeń:

- | | |
|--------------|-----------------------------|
| 65 — 66 | ruch powolny-przesuw w dół |
| 65 — 66 — 69 | ruch szybki-przesuw w dół |
| 65 — 66 — 67 | zatrzymanie |
| 65 — 67 | ruch powolny-przesuw w górę |
| 65 — 67 — 68 | ruch szybki-przesuw w górę. |

Przez połączenie styków 65, 66 wzbudza się przekaźnik 74 umieszczony tylko na schemacie połączeń, a przez przeciągnięcie kotwiczki zostają połączone w układzie roboczym łączniki 64a, 64b, przy czym opornik 60 zostaje włączony. W ten sposób zatrzymuje się powolny przesuw naczyń przelewowych w dół. Przy połączeniu sty-

ków 65, 66, 67 przekaźnik 74 pozostaje wzbudzony, a jednocześnie wzbudza się również przekaźnik 78, który zamyka łącznik 61, wskutek czego zostaje wyłączony opornik 60. Silnik elektryczny otrzymuje wówczas pełne napięcie, a jego liczba obrotów wzrasta. Przez połączenie styków 65, 66, 67 powstaje bezpośrednie zwarcie, tak iż przez przekaźniki 73, 74 prąd prawie wcale nie płynie, wskutek czego łączniki 63a, 63b, 64b zostają wyłączone, a silnik zatrzymuje się. Przy połączeniu styków 65—67 wzbudza się przekaźnik 73, dzięki czemu zostają włączone łączniki 63a, 63b, a silnik obraca się w kierunku przeciwnym do poprzedniego. Przy połączeniu styków 65, 67, 68 zostaje wyłączony opornik 60 na skutek wzbudzenia przekaźnika 79 i wówczas bieg silnika zostaje przyspieszony. Przez włączenie łącznika 70, co następuje przy nacisku wzornika na czujnik, wzbudza się przekaźnik 80. Na skutek przeciągnięcia kotwiczki przekaźnika 80 zostają włączone łączniki 81a, 81b, dzięki czemu wzbudzają się przekaźniki 73 i 79, a łącznik 82 zostaje wyłączony. Powoduje to szybki przesuw naczyń przelewowych w górę, co zapobiega niebezpiecznemu naciskowi wzornika.

Do ręcznego uruchomienia silnika warunków brzegowych służą wyłączniki 83, 84 i 85. Przez włączenie głównego wyłącznika obwodu ręcznego 83 zostaje wyłączony jednocześnie wyłącznik główny obwodu automatycznego 86, co jest możliwe tylko wtedy, gdy wzorniki nie są wsunięte. W ten sposób uskutecznia się wyłączenie obwodu automatycznego przy jednoczesnym włączeniu obwodu ręcznego. Przez włączenie wyłącznika 84 wzbudza się przekaźnik 87, który włącza i wyłącza styki 88a i 88b. W takim układzie prąd płynie tylko przez przekaźniki 73, 79, powodujące szybki przesuw naczyń przelewowych w górę. Przy włączeniu wyłącznika 85 przekaźnik 89 łączy styki 90a, 90b i zwalnia styk 90c. Podobnie jak w pierwszym przypadku wzbudzają się przekaźniki 74 i 78, wskutek czego zaczyna się szybki przesuw naczyń przelewowych w dół. Dla ograniczenia maksymalnego lub minimalnego przesuwu pionowego naczyń przelewowych zastosowano na górnym i dolnym końcu toru naczyń wyłączniki krańcowe 91a i 91b. W przypadku gdy naczynie przelewowe dotknie jednego z dwóch wyłączników następuje wyłączenie tego wyłącznika, wskutek czego zostaje również wyłączony obwód pomocniczy. Ponowne włączenie odbywa się za pomocą wyłącznika ręcznego 92, który powoduje ominięcie wyłącznego wyłącznika krańcowego 91a lub 91b. Przez przełączenie wyłącznika ręcznego 93 zapala się

żarówka 77, a silnik zatrzymuje się natychmiast. W ten sposób można używać wyłącznika 93 zarówno do kontroli dopływu prądu, jak i do całkowitego wyłączenia przekładników 73 i 74.

W rozwiązywaniu przypadków jednowymiarowego nieustalonego przewodnictwa cieplnego za pomocą modelu hydromechanicznego jest konieczna znajomość fizycznych właściwości zastosowanych materiałów konstrukcyjnych. Na podstawie analogii hydraulicznej między rzeczywistością i modelem wprowadzone wielkości fizyczne zostają przeliczone na odpowiedni opór hydrauliczny i pojemność poszczególnych części elementarnych. Po nastawieniu regulacyjnych elementów oporowych i rurek pojemnościowych na przeliczone wartości można przeprowadzić właściwe doświadczenia, przy czym jako punkt wyjściowy przyjmuje się albo stan ustalony temperatury, albo stan niby ustalony drgań temperatury. Według przepisanych zmian temperatury nastawia się warunki graniczne. Oprócz programowych zmian temperatury można przeprowadzić na modelu również badanie przypadków chłodzenia adiabatycznego przez włączenie odpowiednich warunków brzegowych. Podczas badania można stwierdzić zarówno zmiany poziomów cieczy roboczej w rurkach pojemnościowych, jak również zmiany ilości cieczy roboczej na wagach. Wykorzystywanie wyników pomiaru przeprowadza się w ten sposób, że ustala się na podstawie analogii hydraulicznej pole temperatur oraz przepływ ciepła w opisanej konstrukcji, a przez przekształcenie odwrotne przenosi się wyniki otrzymane na modelu do warunków rzeczywistych. Realizacja modelu hydromechanicznego umożliwia rozwiązanie równania różniczkowego cząstkowego Fouriera.

Główną zaletą opisaną konstrukcji modelu hydromechanicznego jest zastosowanie regulacyjnych elementów oporowych w najszerszym zakresie pomiaru przy ciągłej zmianie pojemności, co osiąga się z jednej strony przez nachylenie rurek pojemnościowych, a z drugiej — przez wprowadzenie wkładek cylindrycznych. Ciągła zmiana oporu hydraulicznego, jak i pojemności umożliwia zmianę wielkości fizycznych badanego ciała podczas badania, odpowiednio do procesów zachodzących w rzeczywistości (np. zmiany wilgotności ścian). Oprócz tego, za pomocą profilowanych wkładek w rurkach pojemnościowych można uzyskać dowolną zależność pojemności cieplnej od temperatury.

Model hydromechaniczny znajduje zastosowanie nie tylko do rozwiązywania przypadków nie ustalonych zmian temperatury w ściankach ma-

teriałów o dowolnej budowie, lecz również we wszystkich dziedzinach, w których ciepło występuje jako czynnik składowy procesu, jak np. przy przyspieszeniu twardnienia betonu i innych krzemianów wapnia za pomocą pary, przy betonowaniu w czasie mrozów, przy procesach oziębiania zapór wodnych, przy budowie pieców, kotłów, regeneratorów i urządzeń do suszenia, w wielu przypadkach izolacji przy obróbce cieplnej uszlachetniającej metali, przy chłodzeniu wlewów, odlewów itd.

Przez porównanie różnych metod, które prowadzą do rozwiązywania przypadków nie ustalonego przewodzenia ciepła stwierdza się, że sposób rozwiązania modelowego w przeciwieństwie do innych metod jest bardziej prosty, szybki i pogładowy, a przy tym zupełnie dokładny.

Inna zaleta modelu polega na tym, że za pomocą modelu można rozwiązywać skomplikowane przypadki nie ustalonego przewodzenia ciepła, kiedy metody matematyczne lub rachunkowo-graficzne są bardzo zawiłe albo zupełnie zawiodą.

Przy rozwiązywaniu przypadków przewodzenia nie ustalonego w ściankach wykonanych z kilku warstw (np. w płytach prefabrykowanych) staje się konieczne rozszerzenie modelu hydromechanicznego na kilka elementów, aby w ten sposób uzyskać wystarczającą dokładność wyników pomiaru.

Poniżej opisano przykład zastosowania modelu hydromechanicznego.

Przed wszystkim bada się jakie zmiany temperatury w czasie zachodzą w przekroju dwuczaszowej prefabrykowanej konstrukcji wewnętrznej podczas jej obróbki cieplnej w tunelu, w założeniu, że prefabrykat jest przepuszczany przez tunel o różnych temperaturach lokalnych. Oprócz pola temperatur należy wyznaczyć równocześnie przepływ ciepła.

Dla rozwiązania tego przykładu konieczna jest znajomość wyszczególnionych poniżej danych.

I. Właściwej budowy konstrukcji (wymiary poszczególnych warstw),

II. własności fizycznych zastosowanych materiałów jako to: ciężaru właściwego γ (kg/m^3), przewodnictwa cieplnego λ ($\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$), ciepła właściwego c ($\text{kcal/kg}^\circ\text{C}$),

III. przebiegu warunków brzegowych, tzn. przebiegu zmiany temperatury w czasie z obu stron badanego wyrobu,

IV. współczynnika przechodzenia ciepła z obu stron badanego wyrobu,

V. czasu trwania badania i zakresu temperatur.

Mając powyższe dane, przeprowadza się przeliczenie nastawienia modelu hydromechanicznego w sposób opisany poniżej.

A) Obiera się taki czas i temperaturę, jakie odpowiadają obranemu obszarowi.

B) Badaną ściankę rozkłada się na 12 warstw fikcyjnych i określa się pojemność cieplną tych poszczególnych warstw w przeliczeniu na m^2 . Odpowiednie wkładki w rurkach pojemnościowych, jak również nachylenie ich określa się w ten sposób, że swobodna powierzchnia cieczy zamkniętej w rurkach pojemnościowych odpowiada pojemności cieplnej poszczególnych warstw ścianki.

C) Oblicza się opór cieplny między osiami poszczególnych warstw i korzystając z krzywych wzorcowych określa się nastawienie elementów oporowych odpowiednio do otrzymanej temperatury oleju.

D) Określa się stałą przeliczenia ilości ciepła.

E) Stosując nastawienie automatyczne warunków brzkowych ustala się kształt wzorników odpowiednio do obranej z góry stałej czasu.

Przeprowadza się pomiar w sposób poniżej podany.

Stosownie do obliczeń nastawienia zaopatruje się rurki pojemnościowe w odpowiednie wkładki i pochyla się o przepisowy kąt. Jednocześnie przeprowadza się nastawienie elementów oporowych 2 za pomocą śruby mikrometrycznej. Następnie na wózku wzorników 10 umocowuje się wzorniki a naczynia brzegowe 4a i 4b nastawia się w położenie wyjściowe i wreszcie ostatecznie włącza się pompy tłoczne 13a i 13b.

Po osiągnięciu położenia wyjściowego słupków cieczy w rurkach pojemnościowych rozpoczyna się właściwy pomiar, tzn. włącza się napęd wózków wzorników 11 i odczytuje się stan na wadze 14 oraz poziomy cieczy we wszystkich rurkach pojemnościowych. Podczas pomiaru odczytuje się dane na wagach, jak również słupki cieczy w rurkach pojemnościowych w określonych obliczonych z góry odstępach czasu. Wszystkie wartości notuje się w protokole. Po dokonaniu pomiaru przeprowadza się liczbowe i graficzne opracowanie wyników przeprowadzając je w oparciu o współczynniki przeliczenia dla czasu, temperatury i ilości ciepła. Jako wynik otrzymuje się krzywe pola temperatur dla poszczególnych odstępów czasu oraz krzywe ilości ciepła w czasie, jaka przenika z obu stron do badanego wyrobu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Model hydromechaniczny układu cieplnego, służący do rozwiązywania nie ustalonych przebiegów cieplnych w przedmiotach metodą różnicową, znamieny tym, że posiada uszeregowane jedno za drugim i połączone wzajemnie regulowane elementy oporowe i rurki pojemnościowe, wpuszczone do przegubów obrotowych, przez które przepuszcza się ciecz roboczą o wymaganej lepkości z naczyń przelewowych, jako części składowych układu do odtworzenia warunków brzegowych modelu, które zapewniają programową zmianę poziomu słupków cieczy w naczyniach przelewowych według zadanego programu temperatur za pomocą wzorników i za pośrednictwem nastawnika elektrycznego.
2. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 1, znamieny tym, że jest wyposażony w śrubę mikrometryczną, która powoduje przesuw poosiowy trzpienia stożkowego w stożkowej osłonie oraz ciągłą zmianę oporu hydraulicznego, na skutek ciągłej zmiany nastawienia przekroju przepływu.
3. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 1, znamieny tym, że rurki pojemnościowe są nachylone i umocowane w przegubach, a profilowane wkładki do rurek pojemnościowych umożliwiają ciągłe nastawienie pojemności w najszerszym zakresie.
4. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 1, znamieny tym, że przegub jest połączony z rurką pojemnościową i osadzony obrotowo w dwóch czopach wydrążonych, które są umocowane na konstrukcji stołu i połączone z regulacyjnymi elementami oporowymi.
5. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 4, znamieny tym, że czopy wydrążone, są umocowane na konstrukcji modelu w korpusach przegubów i uszczelnione pierścieniami a ich docisk osiowy i wzajemne ustalenie uskutecznione jest za pomocą klinów dociskowych.
6. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 4 i 5, znamieny tym, że posiada rurki wskaźnikowe, które są przyłączone zarówno do korpusu przegubu jak i do czopów przegubowych, dzięki czemu rur-

ki wskaźnikowe mogą być pochylane wraz z rurkami pojemnościowymi lub też mogą pozostawać stale w położeniu pionowym.

7. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 1, znamienny tym, że jest wyposażony w naczynia przelewowe, przyłączone za pomocą rur z połączeniami przegubowymi do brzegowych elementów oporowych, które zapewniają stałość objętości zamkniętej cieczy przy zachowaniu stałego oporu hydraulicznego i służą do odtworzenia warunków brzegowych.
8. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 1, znamienny tym, że nastawniki elektryczne dokonują nastawienia układu do odtworzenia warunków brzegowych i umożliwiają przepisana zmianę temperatury według wzorników, przy czym ruch warunków brzegowych jest przenoszony z wzorników za pomocą serwomechanizmu na naczynia przelewowe.
9. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 1, znamienny tym, że zawiera nastawne i elastycznie podparte styki pomocnicze na tablicy rozdzielczej nastawnika, które za pomocą urządzenia dźwigniowego w czasie pionowego ruchu suwaka prowadniczego dokonują odpowiednich połączeń.
10. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 1, znamienny tym, że posiada suwak połączony ze śrubą napędową, która jest zabezpieczona w górnym łożysku, przed przekręceniem i powoduje przez oddziaływanie wsteczne zatrzymanie napędowego silnika elektrycznego.
11. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 1, znamienny tym, że jest wyposażony w stykowy układ przekaźnikowy, który przenosi impulsy z elektrycznego nastawnika na silnik roboczy z obwodu pomocniczego 24 V na obwód roboczy 120/220 V.
12. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 11, znamienny tym, że zawiera wyłącznik (83), który służy do ręcznego obsługiwanie elektrycznego silnika roboczego oraz ścisłego odgraniczenia od układu automatycznego.
13. Model hydromechaniczny według zastrz. 11 i 12, znamienny tym, że zawiera dwa przekaźniki, które wytwarzają impulsy nawrotne silnika elektrycznego, natomiast dwa dalsze przekaźniki służą tylko do wyłączania oporu.
14. Model hydromechaniczny układu cieplnego według zastrz. 11—13, znamienny tym, że posiada przekaźnik (80), którego włączenie zachodzi przy nacisku wzornika na czujnik i który również umożliwia automatyczne wyłączenie wszelkiego ruchu naczyń przelewowych do chwili szybkiego przesunięcia ich w kierunku ku górze.
15. Odmiana układu hydromechanicznego według zastrz. 11—14, znamienny tym, że zamiast przekaźnika, który zaczyna działać w przypadku zwarcia, posiada opornik o określonej wielkości (żarówkę).

Alois Polansky

Mirko Hrubý

Zastępca: mgr Józef Kamiński
rzecznik patentowy

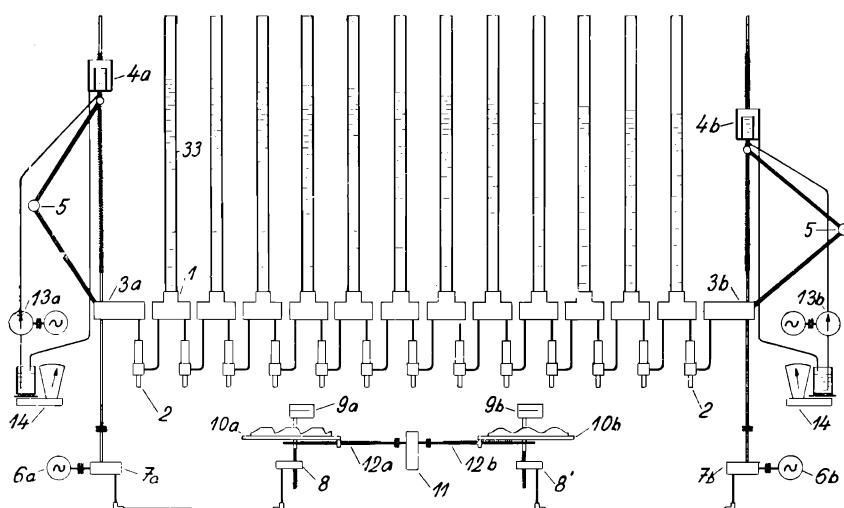


FIG 1

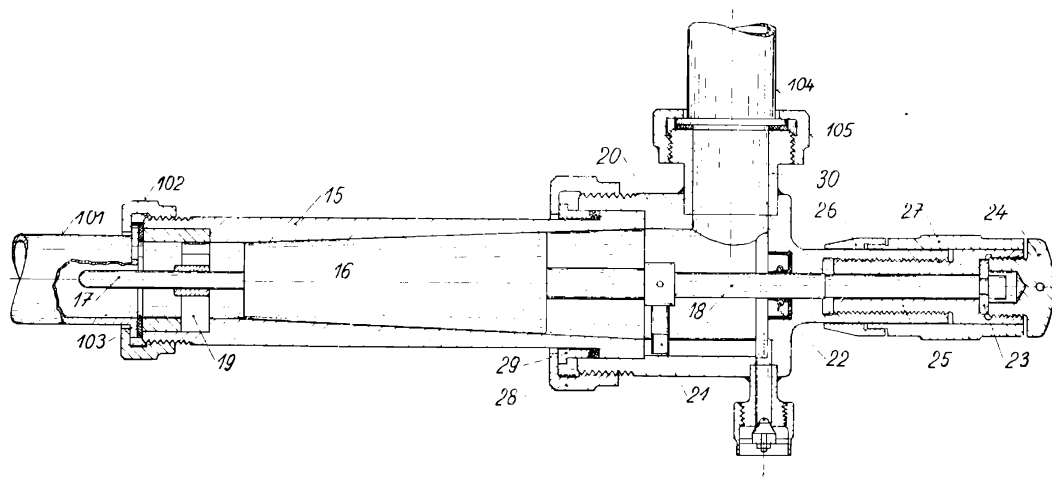


FIG 2

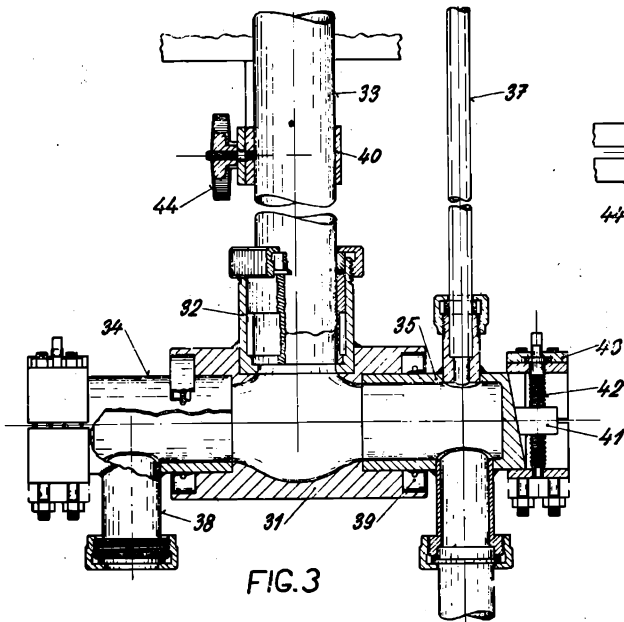


FIG. 3

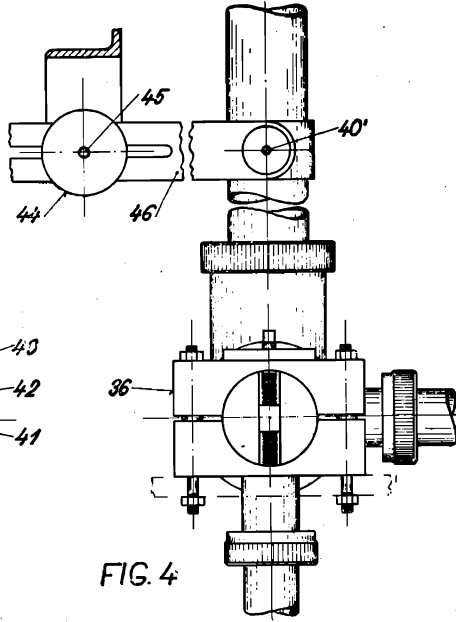


FIG. 4

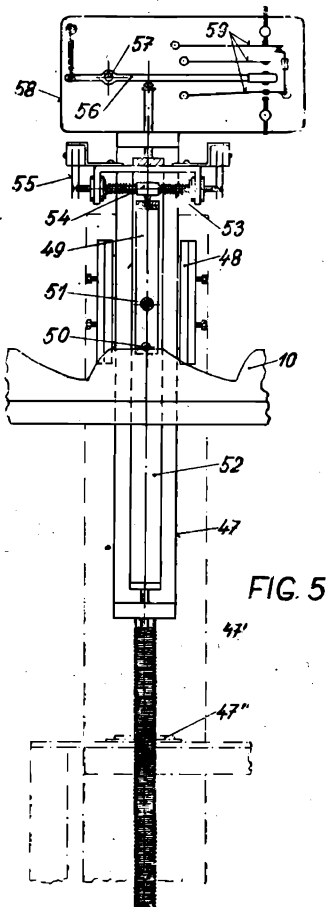


FIG. 5

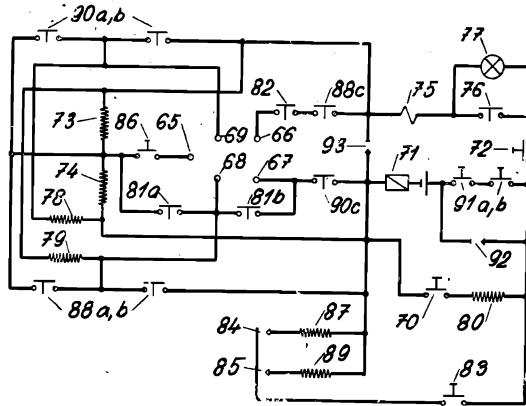


FIG. 6