



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 20.VII.1967 (P 121 821)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 18.V.1970

Kl. 39 a⁵, 7/00

MKP B 29 g, 7/00



Współtwórcy wynalazku: prof. dr inż. Jerzy Doerffer, mgr inż. Jan Ko-
złowski

Właściciel patentu: Politechnika Gdańska (Katedra Technologii Okrętów)
Gdańsk (Polska)

Sposób układania i utwardzania laminatów ze zbrojeń wstępnie impregnowanych i urządzenie do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób układania i utwardzania laminatów ze zbrojeń wstępnie impregnowanych i urządzenie do stosowania tego sposobu.

Przez zbrojenia wstępnie impregnowane rozumie się wstęgę nośnika z włókna zbrojeniowego impregnowaną w maszynie (w wyspecjalizowanej wytwórni) żywicą termoutwardzalną posiadającą przez określony okres czasu w temperaturze pokojowej konsystencję półstałą, plastyczno-gumową. Wstęgi takie dostarczane są w zwojach przełożonych folią rozdzielczą zapobiegającą sklejaniu się i noszą potoczną nazwę prepregów.

Zbrojenia wstępnie impregnowane stosowane są obecnie wyłącznie przy wytwarzaniu niewielkich wyrobów w dużych seriach przy zastosowaniu formowania ciśnieniowego od 2 do 20 atn w podwyższonej temperaturze 130° + 150°C, w bardzo sztywnych formach dwustronnych, rzadziej w oprzyrządowaniu jednostronnie sztywnym metodą worka ciśnieniowego (stempla elastycznego) lub autoklawową.

Metoda worka próżniowego, przy której ciśnienie nie przekracza 0,9 atn nie zapewnia racjonalnego formowania zbrojeń wstępnie impregnowanych.

Stosowane obecnie metody przerobu zbrojeń wstępnie impregnowanych są nieprzydatne dla większych ustrojów konstrukcyjnych, dla których jednak własności mechaniczne laminatu ze zbro-

2

jeń wstępnie impregnowanych mogą być szczególnie korzystne i pożądane.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu wykorzystania zbrojeń wstępnie impregnowanych w budowie dużych, nieskomplikowanych ustrojów, zwłaszcza w budownictwie lądowym i okrętowym. Cel ten został osiągnięty przez wielokrotne kolejne układanie i późniejsze utwardzanie strefowe laminatu ze zbrojeń wstępnie impregnowanych za pomocą urządzenia według wynalazku przesuwanego wzdłuż formy.

Sposób układania i utwardzania laminatu ze zbrojeń wstępnie impregnowanych przebiega następująco: wstęga impregnowana odwijana zostaje ze zwoju i układana z określonym dociskiem na formie metodą dachówkową, schodkową lub inną dającą całą grubość wyrobu. Ułożone wstęgi na formie poddawane są polimeryzacji strefowej, w temperaturze i ciśnieniu zapewnionych przez układ utwardzania urządzenia. Układanie i utwardzanie przebiegają w kolejnych, powtarzających się taktach, z których każdy trwa tak długo jak tego wymaga utwardzenie termiczne.

Szerokość strefy ciśnienia wywieranego przez układ utwardzania musi być większa od szerokości pasa materiału układanego w jednym takcie, w wyniku czego kolejne strefy zachodzą na siebie, natomiast strefa ogrzewania jest węższa od strefy ciśnienia, aby upłynnienie żywicy nie sięgało brzegów strefy ciśnienia. Ciśnienie wywie-

rane przez układ utwardzania musi być tak zrównoważone, aby minimum siły przenoszone było przez konstrukcje formy, przy czym siły równoważące te ciśnienia przejmować ma w zasadzie konstrukcja przestawnego urządzenia.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładach wykonania, przedstawionych na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ideowy dowolnego urządzenia, fig. 2 przedstawia urządzenie do układania wahadłowo-dachówkowego wstępami wyłącznie poprzecznymi o zbrojeniu ortotropowym lub poprzecznie izotropowym, zaś fig. 3 i 4 przedstawiają urządzenie do układania schodkowo-krzyżowego wstępami zarówno poprzecznymi jak i wzdłużnymi (na płaskiej płycie o stałej szerokości) trzech par warstw zbrojeń, przy czym każda para składa się z warstwy wstęp wzdłużnych i warstwy wstęp poprzecznych. Fig. 2 zawiera przekroje pionowe przez urządzenie do układania (strona lewa) i przez urządzenie do utwardzania ogrzewane elektrycznie (strona prawa).

Urządzenie do zmechanizowanego układania przedstawione na fig. 2 służyć może zarówno dla zbrojeń jednorodnych jak i dwuwarstwowych tak zwanych kompleksów czyli mato-tkanin, jak również po niewielkiej zmianie kinematyki do układania schodkowego. Fig. 4 przedstawia cztery kolejne fazy I, II, III i IV pracy urządzenia jak na fig. 3 w przekroju pionowym wzdłużnym, przy czym fazy I, II, III składają się na pełny takt układania a IV jest wstępną fazą następnego, po przedstawieniu urządzenia w nowe położenie, po przestawieniu urządzenia w nowe położenie, taktu pracy. Układ utwardzania ogrzewany jest tu gorącą cieczą. Komplet zwojów zbrojenia wstępnie impregnowanego 1 cyklicznie odnawiany z zestawu rezerwowego 2 odwijany jest przez napęd 3 za pomocą wałków 4 dociskających układane wstęgi do formy.

Układ utwardzania w tym samym czasie działa na poprzednio ułożony na formie materiał ciśnieniem z pomocą przeponowych komór 5 obustronnie rozmieszczonych nad i pod formą. Komory zawierają na części swej powierzchni roboczej elementy grzejne 6 przy czym zasilanie medium sprężonym i energią cieplną odbywa się przez stabilizatory-nastawniki 8 i 9. Mechanizm przemieszczania urządzenia wzdłuż formy posiada napęd 7. Całość sterowania i automatyzacji nastawnej układów i mechanizmów skoncentrowana jest na pulpicie manewrowym 10.

Na fig. 2 pokazano urządzenie na bramownicy 11, którą zastąpić można pomostem sztywno związanym z odpowiednio przystosowaną suwnicą, która przesuwa się wzdłuż formy wyrobu (ustroju konstrukcyjnego) o zmiennym przekroju poprzecznym, z zabezpieczeniem 12 przeciwko podniesieniu ponad tory. Urządzenie zaopatrzone jest w następujące układy półautomatyczne:

— Układ zasilania zbrojeniem wstępnie impregnowanym i układania (laminowania), przedstawiony względem bramownicy 11 w ustalonym porządku dostosowanym do struktury wyrobu. Na układ ten składa się wahadłowa dźwignia ramo-

wa 13 wyposażona w szpule zbrojenia impregnowanego 14 na przykład jedną aktualnie odwijaną i drugą przygotowaną do jej zastąpienia (po wy-czerpaniu), w obrotnicę 15 poruszającą się wahadłowo wraz z dźwignią 13, w parę rolek 16 gromadzących folię oddzielczą zbrojenia i kolejno dociskających tę wstęgę podczas układania, w przecinak dźwigniowy 17 o długości ostrza większej od szerokości przecinanej wstęgi oraz w systemie poruszania (napędu) 18 dźwigni 13 (za pomocą na przykład, cięgieł obiegowych) ruchem wahadłowym przerywanym w skrajnych położeniach. Przebieg tego ruchu oraz przecinanie wstęgi i obracanie układu (lub jego części) w skrajnych położeniach kontrolowane są ewentualnie obsługiwane ręcznie z pomostu 19 należącego do bramownicy 11.

— Układ utwardzania ciśnieniowo-termicznego jest związany z bramownicą (suwnicą) i porusza się tylko w pionie. Składa się on z ramy z przestawnym według głębokości formy stażem przegubowym 20 równoważącym docisk komory sztywnością konstrukcji bramownicy, ewentualnie z podnośnika 21 do unoszenia całości na czas przesuwania bramownicy (suwnicy) oraz elastycznych komór, zespołu górnego 22 i dolnego 24, działających obustronnie na formę z ułożonymi (na pełną grubość) zbrojeniami wstępnie impregnowanymi ciśnieniem na przykład $2 \div 4$ atn. Górny zespół (lub oba zespoły) zawiera matę grzejną elektrooporową 23 na części szerokości.

Powierzchnie komór i ewentualnie maty grzejne mają własności rozdzielcze aby łatwo można je było zdjąć po zakończeniu taktu pracy. Jeśli okaże się to niewystarczające, na wierzch ułożonych zbrojeń wstępnie impregnowanych położona musi być folia rozdzielcza. Potrzebne do tego układy (niezależnie od pozostałych) nie są pokazane na rysunkach. Siły reakcji z dolnego zespołu 24 przejmują podłoga i konstrukcje podporowo-ograniczające 25. Na fig. 3 analogicznie jak na fig. 2 bramownica 11 przesuwa się wzdłuż formy z zabezpieczeniem 12 i zaopatrzona jest w następujące układy półautomatyczne:

— Układ zasilania wzdłużnymi wstępami zbrojenia wstępnie impregnowanego składa się z zestawów szpul 26, których sumaryczna szerokość co najmniej równa się szerokości płyty, zaś długość (na każdej szpuli) długości płyty.

Wstęgi spotykają się na formie na styk krawędzi, co dla zbrojenia jednokierunkowego jest najbardziej racjonalne. Liczba zestawów szpul 26 równa się liczbie warstw wzdłużnych w formowanej płycie. Dla lepszego podparcia każdy zestaw szpul posiada dwie równoległe osie oraz trzeci wałek 27, dla zbierania ze zbrojenia folii oddzielczej, ewentualnie z napędem lub naciąganiem sprężyną (nie pokazanymi).

— Układ zasilania poprzecznymi wstępami zbrojenia wstępnie impregnowanego składa się z zapasu (okresowo uzupełnianego) szpul luźnych 28, z których każda zawiera wstęgę długości równej co najmniej szerokości płyty. Szpule te grawitacyjnie dostają się do układu układania, gdzie są

zużywane i to w każdym takcie pracy tyle, ile jest warstw poprzecznych w wyrobie, a tym samym ile par przewodnic 29 jest zainstalowanych. Prowadnice 29 są przestawne względem bramownicy 11 w ustalonym porządku (związanym z metodą układania) jak obrazuje ciąg schematów na fig. 4.

Wraz z parami przewodnic 29 przesuwają się względem bramownicy zespół pomocniczy, na który składa się mechanizm napędowy 30 poruszający system śrub pociagowych 31 (lub inny równoważny) w przewodnicach 29 i rolka 32 gromadząca folię rozdzielczą ze szpul zbrojenia 28 podczas ich rozwijania.

Ażby rozwijanie połączone było z dociskiem zbrojenia do formy, prowadnice 29 przesuwają się po szynach o regulowanym (według grubości warstw) wzniesieniu ponad powierzchnię formy, zaś tor przesuwu osi szpul 28 jest pochylony wzdłuż drogi toczenia (pomiędzy parą przewodnic 29) stosownie do malejącej średnicy odwijanego zwoju.

— Układ utwardzania ciśnieniowo-termicznego jest bardzo podobny do urządzenia według fig. 2, jednak nie zawiera stelażu przegubowego 20, podnośnika 21 i maty grzejnej (elektrooporowej) 23, natomiast poszczególne komory części elastycznych zasilane są cieczą o różnych temperaturach jak na przykład wpisane na fig. 4 schemat I. Dolna część elastyczna jako cały zespół przesuwana jest pod formą na podwoziu 33 nadążając za bramownicą 11. Na czas obciążenia ciśnieniem, jego reakcję przejmuje układ sztywnych podpór 34 obciążających podwozie 33. Urządzenie według fig. 3 i 4 nie musi pracować na formie o przekroju poprzecznym ściśle prostoliniowym, ale bezwarunkowo stałym na całej długości wyrobu.

W przypadku zastosowania przekroju krzywoliniowego podobnie zakrzywione muszą być prowadnice 29.

Działanie urządzenia według fig. 2 jest następujące:

Szybkość postępu bramownicy 11 koordynuje się z szybkością układania i czasem utwardzania tak, aby podczas jednego taktu przybywał pas laminatu węższy od strefy ciśnienia oraz aby strefa upłynięcia rozgrzanej w zbrojeniu wstępnie impregnowanym żywicy nie sięgała brzegu strefy ciśnienia (po stronie układania) co mogłoby powodować wyciśnięcie żywicy poza komorę. Czas trwania taktu pracy jest równy czasowi utwardzania zbrojeń, które następnie podlegają jeszcze wygrzaniu (dotwardzeniu) na tylnym skraju strefy grzania. Takt pracy w dowolnym (kolejnym) położeniu bramownicy 11 (lub pomostu suwnicy) rozpoczyna się od zakleszczenia (zamocowania) przyciętej wstęgi zbrojenia na krawędzi formy i włączenia napędu 18 dźwigni wahadłowej 13 i zasilania układu utwardzania ciśnieniem i energią (w elektrooporowej macie grzejnej).

Podczas jednego taktu ułożone zostaje kilka lub kilkanaście odcinków (poprzecznych) zbrojenia, przy czym po zakończeniu układania każdego z

nich następuje wyłączenie napędu dźwigni, przecięcie wstęgi i przestawienie na ruch w przeciwnym kierunku przez obrót pary rolek 16 (wokół ich wspólnej osi) o 90° w przypadku zbrojenia wstępnie impregnowanego jednorodnego lub przez obrót całej dźwigni 13 wewnątrz obrotnicy 15 o kąt 180° — w przypadku zbrojenia dwuwarstwowego, wymagającego skierowania ku formie zawsze tej samej strony wstęgi. Następnie układ układania zostaje przestawiony o stały odstęp (skok) i po zakleszczeniu zbrojenia na krawędzi formy ponownie uruchomiony.

W przypadku występowania dużych otworów (na przykład luków w pokładzie statku) na formie, można krawędzie takich otworów przystosować do przecinania i ponownego mocowania wstęgi zbrojenia by nie zakrywać otworu. Na zakończenie taktu pracy układ układania zostaje przestawiony do położenia wyjściowego a zasilanie układu utwardzania wyłączone i ewentualnie część elastyczna górna uniesiona podnośnikiem 21. Wówczas bramownica 11 (lub pomost suwnicy) przesuwają się do następnego położenia, powtarzając takie takt aż do chwili gdy układ utwardzania przejdzie całą długość formy. Wówczas wyrób jest w zasadzie gotowy i może być odformowany. Działanie urządzenia na fig. 3 i fig. 4 jest następujące.

Koordinacja szybkości laminowania i czasu kresu (cyklu) utwardzania jest analogiczna jak dla urządzenia według fig. 2. Takt pracy rozpoczyna się od uruchomienia skrajnej (od czoła) prowadnicy 29 układającej swą walcową częścią wstęgi wzdłużne pierwszej warstwy i od podniesienia ciśnienia i temperatury cieczy we wszystkich komorach. Przesuw prowadnicy wyłącza się automatycznie gdy zajmie ona położenie umożliwiające uruchomienie układania wstęgi poprzecznej, to jest wprowadzenie luźnej szpuli 28 w systemy ciągnące pierwszej współpracującej pary przewodnic. Następnie zakleszcza się brzeg zbrojenia ze szpuli 28 na krawędzi formy a brzegi folii oddzielającej na rolce gromadzącej 32 i włącza końcówki napędowe mechanizmu 30 do sprzęgieł śrub pociagowych w wyżej wymienionej pierwszej parze przewodnic 29 (I).

Gdy system ciągnący odwinie szpulę 28 układając zbrojenie poprzeczne (z dociskiem) pusta szpula 28 zostaje uwolniona z przewodnic i usunięta poza urządzenie. Wówczas włącza się przesuw dwóch kolejnych (od czoła) przewodnic po jednej z pierwszej i drugiej pary. Prowadnica z pierwszej pary toczy się luźno zaś ta z drugiej pary odwija ze szpuli 26 wstęgi zbrojenia wstępnie impregnowanego trzeciej warstwy wzdłużnej układając je schodkowo do połowy szerokości poprzednio ułożonego pasa poprzecznego. Jednocześnie druga para przewodnic ustawia się w położeniu współpracy, a zespół napędowy 30 przesuwają się do niej by zasilić ją następną luźną szpulą 28, po czym jak wyżej powtarza się operację układania poprzecznego (II) czwartej warstwy.

W analogiczny sposób laminowane są dalsze warstwy, po czym ostatnia (tylna) prowadnica zo-

staje doprowadzona do pozostałych i takt pracy na tym się kończy. Równocześnie zostaje obniżone ciśnienie w układzie utwardzania i bramownica przesuwa się wraz z nadążającą za nią dolną częścią zespołu utwardzania do nowego położenia. W ruchu tym nie biorą udziału prowadnice 29 pozostające nieruchome do rozpoczęcia następnego taktu (IV). Podobne takty powtarzane są do chwili utwardzania całej płyty.

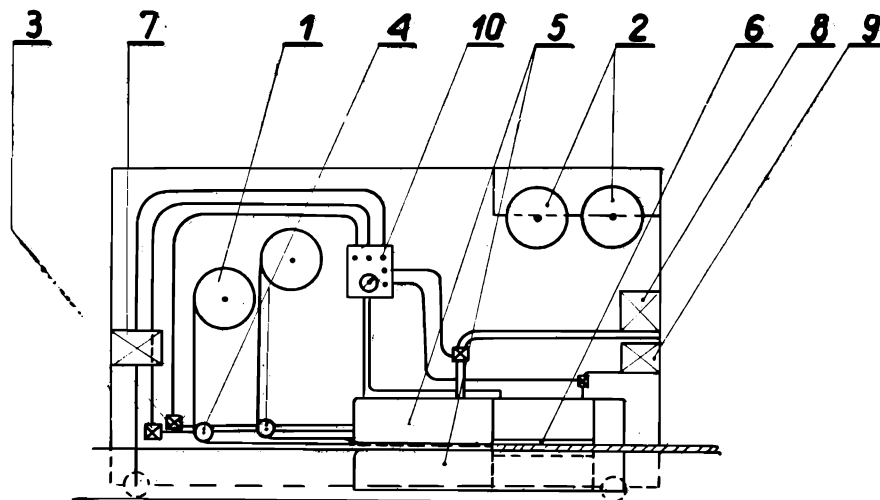
Korzyści techniczne wynikające ze stosowania wynalazku są następujące: posługiwanie się urządzeniem technologicznym w zasadniczej części uniwersalnym dla dużej grupy wyrobów (kształtów i gabarytów konstrukcji) i uniwersalnym standardowym materiałem w produkcji jednostkowej lub małoseryjnej; ograniczenie do absolutnego minimum operacji o charakterze chemicznym (tak zwanych brudnych) w przetwórstwie tworzyw sztucznych, również w produkcji wielkoseryjnej, w budownictwie i przemyśle maszynowym na przykład stoczniovym i tym podobnych; osiągnięcie wysokich i wyrównanych (powtarzalnych) wskaźników wytrzymałościowych typowych dla laminatu ze zbrojeń wstępnie impregnowanych w większych ustrojach formowanych na prostych i lekkich, niezbyt sztywnych, a więc i łatwych do wykonania formach, tym samym potencjonalne rozszerzenie zakresu stosowalności zbrojeń wstęp-

nie impregnowanych w technicznie pożądanym kierunku; umożliwienie bieżącej kontroli w toku produkcji i ewentualnego jej zatrzymania i skorygowania, zwłaszcza odnośnie parametrów utwardzania, co wynika ze stopniowości operacji utwardzania układem przestawnym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób układania i utwardzania laminatów ze zbrojeń wstępnie impregnowanych, **znamienny tym**, że zbrojenie wstępnie impregnowane układa się na formie i w tym samym czasie utwardza się strefowo przy użyciu wspólnego urządzenia, przesuwanego cyklicznie wzdłuż formy.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że długość strefy, na którą wywiera się ciśnienie, jest większa od długości pasa materiału układanego w jednym takcie.
3. Sposób według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że na formę działa się ciśnieniem, wymaganym dla utwardzenia ułożonego na formę materiału, obustronnie równym.
4. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1—3, **znamiennie tym**, że posiada układ utwardzania składający się z przeponowych komór ciśnieniowych (5) i elementów grzejnych (6) wbudowanych w komory.

Fig 1



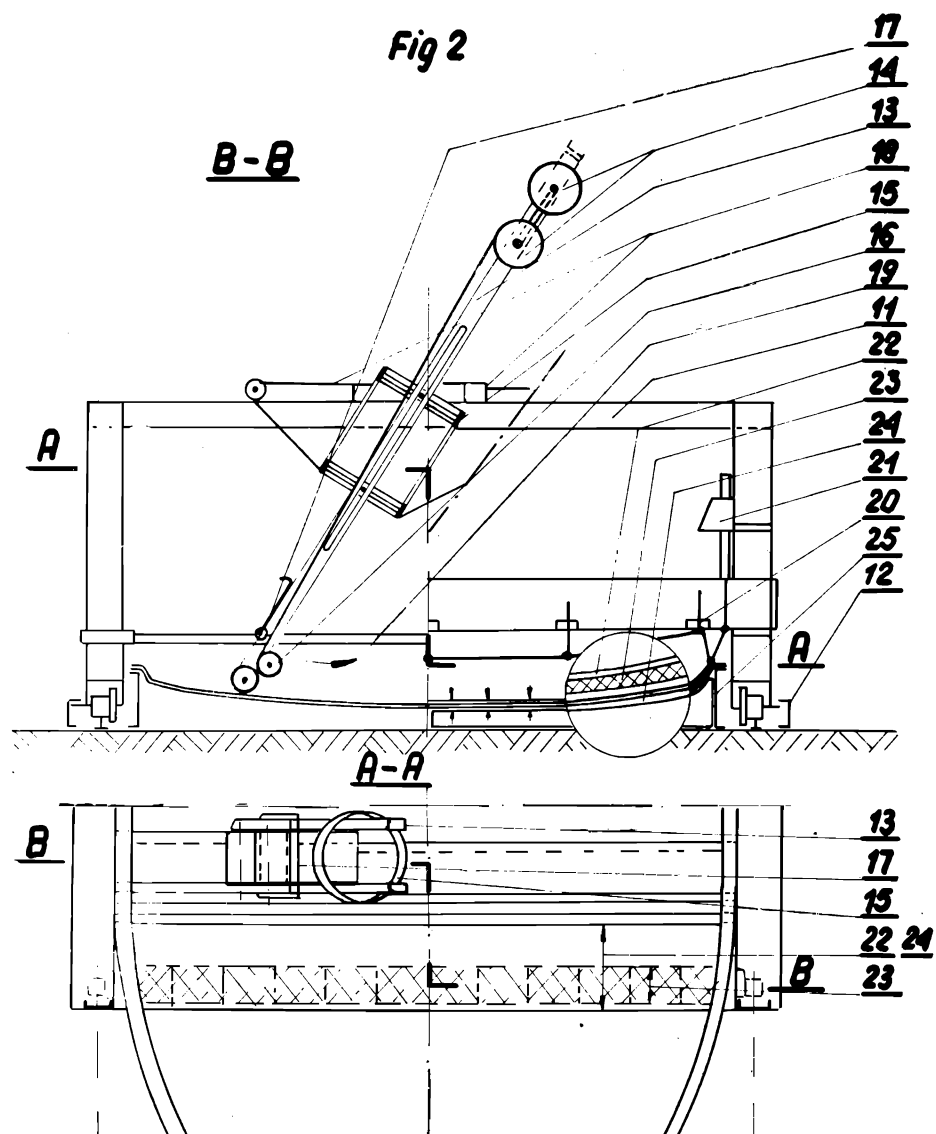
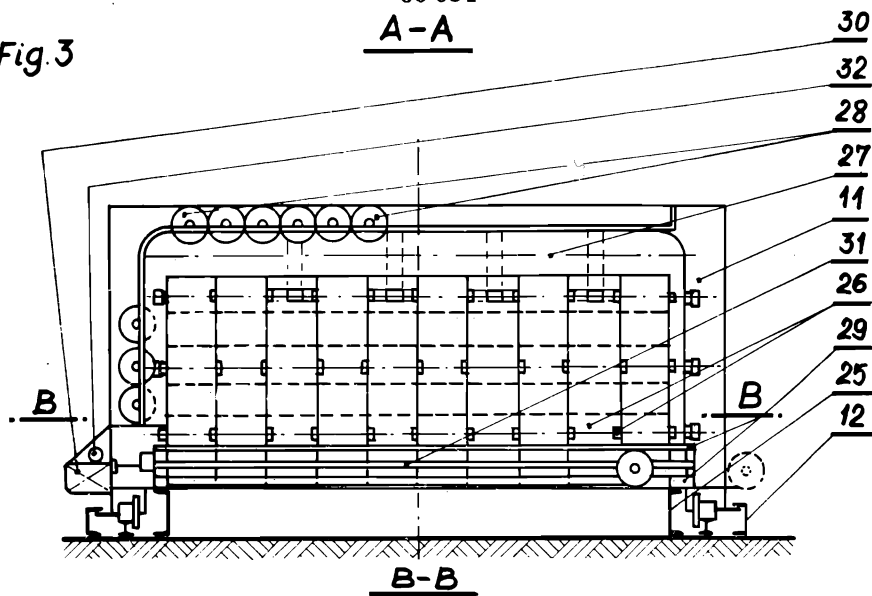


Fig. 3

A-A



B-B

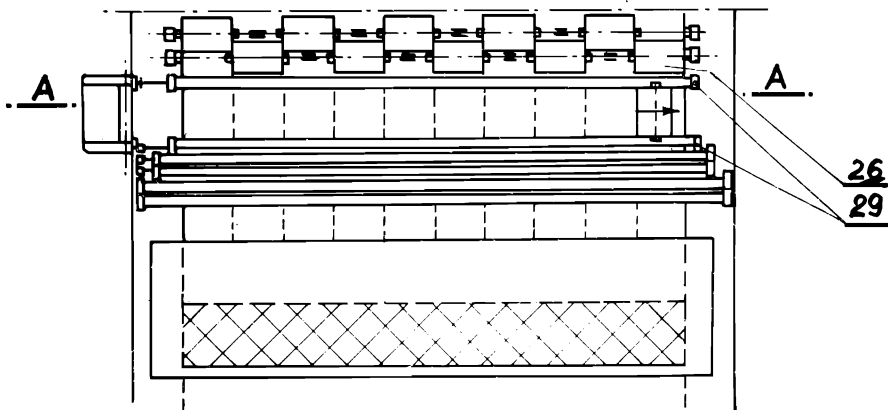


Fig. 4

