

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 246597 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **444640**

(22) Data zgłoszenia: **2023.04.27**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.10.28 BUP 44/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.02.17 WUP 07/2025**

(51) MKP:

B65H 55/00 (2006.01)

B29D 23/00 (2006.01)

B65H 81/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**GSG INDUSTRIA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Szczecin, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

MARCIN BAJKOWSKI, Warszawa, PL

ROMAN GRYGORUK, Dubicze Osoczne, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Michał Jędrzejewski, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Rura kanalizacyjna, sposób oraz urządzenie do jej wytworzenia

PL 246597 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest rura kanalizacyjna z programowalnym naciągiem warstw zależnie od średnicy nawoju, sposób oraz urządzenie do jej wytworzenia. Rura przeznaczona jest do budowy i renowacji bezwykopowych sieci kanalizacyjnych i wodociągowych, powstała w procesie nawojowego nakładania warstw o sterowanym naciągu poszczególnych nawojów realizowanych przy użyciu dodatkowego hamulca sterowanego polem magnetycznym.

Nawijanie taśmy lub drutu z kontrolowanym naciągiem występuje w różnych dziedzinach techniki, jak np. elektrotechnika, włókiennictwo, przetwórstwo tworzyw sztucznych, poligrafia, budowa maszyn. Jednakże nie stwierdzono wykorzystania technologii z kontrolowanym i zmiennym dla warstw naciągiem taśm w produkcji rur wytwarzanych nawojowo. Szczególnym obszarem zastosowania tej technologii jest produkcja komór ciśnieniowych, w których cylinder lub zwora są wzmacniane nawojem taśmy lub drutu. Technologia ta jest znana, a jej różne odmiany stosowano w produkcji luf i zbiorników ciśnieniowych. Np. w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku firma ASEA wykorzystwała to rozwiązanie w komorach ciśnieniowych pras izostatycznych serii Quintus zaś dziesięć lat później, Groenboek [Groenboek J.: Application of stripwound tools to large reduction coldforging processes, NAMRC-X, Hamilton, Canada, 1982 oraz Groenboek J.: Stripwound tools for cold forging, Wire World International, vol. 27, 11/12 1985] użył tej technologii w matrycach do wyciskania na zimno. Prace w tym obszarze były prowadzone także w Polsce w zakresie wytwarzania zbiorników ciśnieniowych a nie rur np. GRP. Znajduje to odzwierciedlenie w następującej literaturze Radomski M., Roś Z.: Design of HP Vessels Used in CIP and HIP Technologies, High Pressure and Biotechnology ed. Hayashi R., Heremans K., Masson P., Colloque INSERM Vol. 224, pp. 541–543, Libbey, Montrouge 1992, czy też Radomski M., Roś Z.: Zagadnienie bezpieczeństwa w konstrukcji i eksploatacji urządzeń do prasowania izostatycznego, Mat. XVI Sympozjonu PKM, Referaty, s. 294–299, IMiK PW, Warszawa 1993 jak i Radomski M.: Cylinder wzmocniony nawojem taśmy o kontrolowanym naciągu obciążony ciśnieniem wewnętrznym, Mat. XIX Sympozjonu PKM-99, Świnoujście 13–17.09.1999, t. 2, s. 277–282. Znane jest jedynie w zakresie wytwarzania zbiorników ciśnieniowych zaproponowanie metody wstępnego ustalania wymiarów cylindra komory ciśnieniowej, gdy podstawowym kryterium jest niskocyklowa wytrzymałość zmęczeniowa materiału. Zauważono przy tym, że czynnikiem mającym istotny wpływ na wytrzymałość zmęczeniową cylindra ma naciąg nawijanej taśmy. Zatem nawijarka taśmy powinna być zbudowana w taki sposób, aby operacja nawijania przebiegała z wymaganą i w pełni kontrolowaną siłą naciągu taśmy. Postulat ten dotyczy oczywiście nie tylko stanu ustalonego, lecz także stanów przejściowych – rozruchu i hamowania. W żadnym z rozwiązań nie stosowano układu naciągu regulowanego za pomocą układów hamujących magnetoreologicznych, gdzie możliwym jest płynne i ciągłe (jak również odłączalne jeśli tego proces wymaga) programowanie naciągu taśmy.

Jedynie znane są rozwiązania wzmacniania konstrukcji zbiorników poprzez użycie w komorach ciśnieniowych pras izostatycznych i zastosowanie jej w matrycach do wyciskania na zimno (prace J. Grönbeka).

Moduł magnetoreologiczny maszyny nawojowej (i/lub dwóch maszyn skonfigurowanych w jednej linii sterowanych jednym hamulcem) sterowania nawojem taśmy w pełnym zakresie zmian promienia nawojowanej rury i technologia wytwarzania rur poprzez sterowany nawój oraz rura wytwarzana w procesie sterowanym charakteryzują się cechami nie znajdującymi odpowiedników.

Znane rozwiązania obejmują przykładowo urządzenie do nawijania warstwy materiału izolacyjnego na rdzeniu w celu utworzenia rynny zsykowej, zawierające ruchomą taśmę bez końca przystosowaną do nawinięcia jej wokół rdzenia na czas nawijania tak, aby warstwa materiału izolacyjnego mogła zostać nawinięta na rdzeniu pomiędzy nim i taśmą. Nawijanie warstw z materiału izolacyjnego często stanowi część procesu wytwarzania zsykowych rynien izolacyjnych, w którym rdzenie z nawiniętym na nie materiałem izolacyjnym są utwardzane. Utwardzona izolacja jest ewentualnie powlekana na przykład folią aluminiową, izolacja jest odcinana i rynny są usuwane z rdzeni, po czym puste rdzenie powracają do stanu nawijania. W ogólności rdzenie są przenoszone przez przenośnik bez końca. W znanych urządzeniach prowadzi się nawijanie przy rdzeniu umieszczonym na przenośniku. Poprzednio ruchy dźwigni wymagane do wygięcia taśmy elementów nawijających wokół rdzenia były długie i wymagały dużo przestrzeni. Zmiana średnicy rynny zsykowej była możliwa jedynie w zakresie bardzo ograniczonym zakresie i nie jest możliwe sterowanie naciągiem taśm nawojowych w trakcie całego procesu na budowy warstw.

Istnieją ponadto znane rozwiązania dotyczące wytwarzania rur, pali i masztów z tworzywa zespolonego, poddane ścisłaniu osiowemu lub naprężeniom zginającym, wytworzonym przez dostosowane nawijanie niewyważonej tkaniny wątkowej tak, że główna część wzmacniających włókien umieszczona jest równolegle do osi wzdłużnej konstrukcji. Rury, pale i maszty wytwarzane są poprzez nawijanie na ściśliwy trzpień tak, że rury nie podlegają naprężeniom lub mikropęknięciom, gdy następuje wyciąganie czopa trzpienia. W rozwiązaniu tym również nie jest możliwe sterowanie naciągiem taśm nawojowych w trakcie całego procesu nabudowy warstw. Dodatkowo należy stwierdzić, że nie istnieją rozwiązania wykorzystujące w procesach nawojowego wytwarzania profili rurowych sterowane hamulce magneto-reologiczne, które są w stanie pracować stale w sposób niemalże ciągły przy jednoczesnym programowalnym i kontrolowanym polu magnetycznym sterującym naprężaniem poszczególnych taśm w zależności od narastania średnicy profilu (nabudowy kolejnych warstw).

Powszechnie stosowane ciecz magneto-reologiczne mają dużą lepkość, a co za tym idzie nawet po zdjęciu do wartości zerowej prądu sterowania ruch jest związany z koniecznością przewyciężenia wewnętrznych oporów hamulca wynikających z lepkości cieczy. Cecha ta jest zdecydowanym minusem klasycznych konstrukcji zwłaszcza w odniesieniu do zastosowania w układach mechanicznych, co wymusza konieczność zapewnienia wstępnego naprężenia wstęg nawojowych dla pierwszej warstwy nawijanej za pomocą klasycznych układów niesterowanych napinania np. grawitacyjnych, sprężynowych. Jednocześnie w trakcie nawijania pierwszej warstwy niezbędne jest uruchomienie hamulca MR na biegu jałowym (bez wpływu na napięcie wstęgi) aby został on uruchomiony i nastąpiło wymieszanie równomierne cieczy MR w przestrzeniach roboczych. Tego typu rozwiązanie może być osiągane poprzez np. sprzęgło załączane po pierwszym nawoju warstwowym i/lub poprzez dostawienie automatyczne i/lub manualne zespołu hamulca MR do układu prowadzenia taśm/wstęg po pierwszej warstwie nawoju. Przepływ magneto-reologicznej cieczy roboczej odbywa się w przestrzeni roboczej hamulca, która jest chłodzona np. poprzez zastosowanie płaszcza wodnego.

Proces sterowanego nawojowego wytwarzania rur z uwzględnieniem zmiennego naciągu taśm regulowanego dzięki płynnej zmianie charakterystyki hamulca magneto-reologicznego (MR) pozwala na uzyskanie rur o ścianie jednorodnej i o sterowanym stopniu napięcia poszczególnych warstw co ma swoje korzystne cechy w uzyskiwanych parametrach wytrzymałościowych. Powyższe ważne jest zwłaszcza w kontekście rur o dużych przekrojach (powyżej 500 mm) i przekrojach niekołowych.

Powyższe problemy nieoczekiwanie rozwiązują rura kanalizacyjna, sposób oraz urządzenie do jej wytworzenia, według wynalazku.

W pierwszym aspekcie przedmiotem wynalazku jest rura kanalizacyjna zawierająca rurę rdzeniową, przy czym na rurę rdzeniową nałożony jest nawój taśmy złożony z co najmniej jednej warstwy, przy czym naprężenia w ścianie rury kanalizacyjnej są złożeniem (superpozycją) programowalnego naciągu nawoju taśmowego i potencjalnie mogącego wystąpić ciśnienia (obciążenie) roboczego wynikającego z oddziaływania czynnika transportowanego rurą.

W drugim aspekcie przedmiotem wynalazku jest urządzenie do wytwarzania profili rurowych, w szczególności rur kanalizacyjnych, które wyposażone jest w hamulec magneto-reologiczny, połączony poprzez sprzęgło z walcem nawijającym, przy czym hamulec magneto-reologiczny posiada stały wałek i obrotową obudowę zewnętrzną z chłodzeniem, przy czym hamulec wykonany jest w kształcie bębna z walcową cewką, przy czym cewka osadzona jest na wałku, który jest mocowany w uchwycie, przy czym centralną część hamulca stanowi karkas z nawiniętą cewką osadzony z pomocą wpustów na wałku obracający się w tulei z żelaza ARMCO, przy czym tuleja ARMCO zintegrowana jest z obudową zewnętrzną poprzez układ wpustów, przy czym ruch karkasu ograniczony jest przez pierścienie osadzone uniemożliwiające jego osiowe przesunięcie, wymagane to jest z uwagi na ułożenie przewodów elektrycznych cewki, przy czym przewody elektryczne wprowadzone w kanał wałka chronione są dodatkową specjalną podkładką, która poprzez możliwość dopasowania jej grubości pełni rolę dystansującą, kasującą luz przy zamknięciu karkasu pierścieniami osadczymi na wałku.

W trzecim aspekcie przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania profili rurowych, w szczególności rur kanalizacyjnych z wykorzystaniem nawoju taśmy, znamieny tym, że po pierwszym pełnym cyklu nawinięcia pierwszej warstwie nawojowej łączy się hamulec magneto-reologiczny o stałym wałku i obrotowej obudowie, który umożliwia programowania rozkładu naprężeń w ścianie rury, a co za tym idzie możliwość optymalizacji konstrukcji pod kątem jej masy, wytrzymałości zmęczeniowej oraz innych właściwości, przy czym podczas pracy hamulca magneto-reologicznego z zasprężanym lub łączanym co najmniej jednym walcem naciągu następuje zmiana charakterystyki hamulca magneto-reologicznego wymuszana przez pole magnetyczne co przekłada się na zmienny naciąg prowadzonej wstęgi nawojowej

opiętej na walcu co najmniej na kącie opasania wynoszącym od 30 do 360 stopni co powoduje sam naciąg taśmy/wstęgi składającej się z pęku taśm, przy czym warunkiem poprawnej pracy modułu sterowania naciąganiem jest podpięcie do układu sterownia prądu v przepływającego w cewce hamulca generującej pole magnetyczne w zakresie szczeliny roboczej przy pełnym pokryciu polem magnetycznym szczeliny roboczej.

Proces sterowanego nawojowego wytwarzania rur z uwzględnieniem zmiennego naciągu taśm regulowanego dzięki płynnej zmianie charakterystyki hamulca magnetoreologicznego (MR) pozwala na uzyskanie rur o ścianie jednorodnej i o sterowanym stopniu napięcia poszczególnych warstw co ma swoje korzystne cechy w uzyskiwanych parametrach wytrzymałościowych. Powyższe ważne jest zwłaszcza w kontekście rur o dużych przekrojach (powyżej 500 mm) i przekrojach niekołowych.

Przykład wykonania wynalazku został przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat sposobu oraz urządzenia według wynalazku, fig. 2 – schematyczną budowę rury według wynalazku, fig. 3 – schematyczny rysunek naciągu nawoju taśmy, zaś fig. 4 – schematyczny przekrój naciągu nawoju taśmy.

Fig. 1 przedstawia następujące elementy: 1 – rdzeń modułowy; 2 – programowalny hamulec magnetoreologiczny; 3 – sprzęgło rozłączania hamulca; 4 – walec przewijający; 5 – układ podawania lepiszcza (żywicy); 6 – taśma nawojowa; 7 – opcjonalna rolka dociskowa.

Do standardowego toru nawojowego wytwarzania profili rurowych, w szczególności rur kanalizacyjnych, wprowadzony został załączany po pierwszej warstwie nawojowej hamulec magnetoreologiczny dający możliwość programowania rozkładu naprężeń w ścianie rury, a co za tym idzie możliwość optymalizacji konstrukcji pod kątem jej masy, wytrzymałości zmęczeniowej, itp. oraz większe bezpieczeństwo eksploatacji dzięki większej wytrzymałości i mniejszemu prawdopodobieństwu wystąpienia defektów strukturalnych w cienkiej taśmie, niż w grubościenniej rurze np. ekstrudowanej i/lub wytwarzanej w technologii niesterowanej naciąganiem taśmy, oraz dzięki utrudnionej propagacja pęknięcia w obszarze nawoju.

Zmienny w czasie naciąg taśmy nawojowej realizowany jest przez dedykowany hamulec magnetoreologiczny 2 z możliwym do zastosowania z płaszczem wodnym zapewniającym chłodzenie.

Zastosowanie rozwiązania pozwala na:

- 1) programowanie/kontrolę rozkładu naprężeń w ścianie rury, a co za tym idzie możliwość optymalizacji konstrukcji pod kątem jej masy, wytrzymałości zmęczeniowej, jednorodności itp.;
- 2) większe bezpieczeństwo eksploatacji dzięki większej wytrzymałości i mniejszemu prawdopodobieństwu wystąpienia defektów strukturalnych w ścianie powstałej w procesie sterowanego magnetoreologicznym układem nawojowania, niż w standardowej rurze gdzie proces nawijania jest regulowany poprzez skokowe regulacje naciągu lub też naciąg stały (np. grawitacyjny) lub też za pomocą hamulców klasycznych bez możliwości niemalże bezczasowej zmiany charakterystyki jak to ma miejsce w przypadku układu magnetoreologicznego.

Zastosowanie sterowania nawojem w sposób ciągły i niemalże bezczasowy za pomocą hamulca magnetoreologicznego 2 pozwala uzyskać optymalną konstrukcję ścianki rury, gdy funkcją celu jest np. liczba cykli pracy czy też stopień jednorodności wypełnienia ścianki osnową i taśmą nawijaną.

Zastosowanie programowania naciągu taśmy nawojowej wykorzystujące konstrukcje oparte na cieczach magnetoreologicznych (MR) odpowiada współczesnym wymaganiom rynkowym stawianym przed tego typu konstrukcjami.

Schematyczną konstrukcję rury wytworzonej zgodnie z wynalazkiem z wykorzystaniem nawoju taśmy o programowalnym naciągu realizowanym przez układ magnetoreologiczny ilustruje fig. 2.

Naprężenia w ścianie rury są złożeniem (superpozycją) programowalnego naciągu i potencjalnie mogącego wystąpić ciśnienia (obciążenie) roboczego wynikającego z oddziaływania czynnika transportowanego rurą. Za pomijalne uznaje się: zginania taśmy w trakcie procesu jej nawijania i nierównomierność podawania wypełniacza np. żywicznego.

Jako kryterium wytrzymałościowe należy przyjmować hipotezę HMM. Stosunek grubości taśmy do promienia powierzchni owijanej jest mniejszy od 0,03 co jest cechą charakterystyczną dla rur o znacznych przekrojach. Pomija się wpływ nawijania taśmy wzdłuż linii śrubowej, gdyż przy znikomym skoku tej linii kąt jej wzniosu jest zbliżony do zera co wynika z małego stosunku szerokości taśmy do promienia powierzchni owijanej – nawet i zwłaszcza dla promienia wewnętrznego rury.

Urządzenie do wytwarzania profili rurowych, zawiera hamulec magnetoreologiczny 2, połączony poprzez sprzęgło 3 z walcem nawijającym 4. Hamulec magnetoreologiczny 2 o stałym wałku 23 i obrotowej obudowie 21 zewnętrznej. Hamulec 2 wykonany jest w kształcie bębna z walcową cewką 22, przy

czym cewka osadzona jest na wałku 23, który jest mocowany w uchwycie 24, przy czym centralną część hamulca stanowi karkas cewki 22 z nawiniętą cewką osadzony z pomocą wpustów 27 na wałku 23 obracający się w tulei 26 z żelaza ARMCO, przy czym tuleja 26 ARMCO zintegrowana jest z obudową 21 zewnętrzną poprzez układ wpustów 27, przy czym ruch karkasu cewki 22 ograniczony jest przez pierścienie osadcze 28 uniemożliwiające jego osiowe przesunięcie, wymagane to jest z uwagi na ułożenie przewodów elektrycznych 29 cewki 22, przy czym przewody elektryczne wprowadzone w kanał wałka 23 chronione są dodatkową specjalną podkładką 30, która poprzez możliwość dopasowania jej grubości pełni rolę dystansującą, kasującą luz przy zamknięciu karkasu cewki 22 pierścieniami osadczymi 28 na wałku 23.

Przewody 29 powinny być ustalone poprzez zalanie ich żywicą epoksydową chroniącą je przed działaniem cieczy magnetoreologicznej. Zewnętrzna część cewki 22 zabezpieczona jest dodatkową osłoną z blachy dopasowanej do średnicy nawoju cewki. Wałek 23 z karkasem cewki 22 został zmontowany. W dalszej kolejności następuje montaż obudowy 21 zewnętrznej. Możliwe jest to dwutorowo, na oddzielnym stanowisku poprzez osadzenie tulei 26 z żelaza ARMCO w walcowej obudowie 21 zewnętrznej lub jednocześnie z wałkiem 23 i karkasem cewki 22 już zmontowanym. Tuleja 26 osadzona jest w obudowie poprzez układ czterech wpustów 27 rozmieszczonych na obwodzie.

Tak spasowany układ wykazuje luz promieniowy w zakresie wielkości szczeliny przepływu cieczy magnetoreologicznej. W dalszej kolejności montowane są uszczelnienia i łożyskowanie wałka 23.

Zespół uszczelnienia dopasowany jest do charakteru pracy i medium, z jakim będą pracować jego elementy. Zastosowane zostało kombinowane uszczelnienie w postaci podwójnego zabezpieczenia łożyskowania przed przedostawaniem się cieczy magnetoreologicznej, dodatkowe uszczelnienie izoluje łożysko przed środowiskiem zewnętrznym.

Flansza uszczelniacza pełni rolę ściany bocznej zbiornika cieczy magnetoreologicznej z dodatkowym uszczelnieniem wargowym wałka. W dalszej kolejności montowane jest łożysko kulkowe zwykłe. Łożysko osadzone jest na wałku 23 i we flanszy łożyskowej, która jednocześnie odpowiedzialna jest za centrowanie karkasu cewki 22 w tulei 26 i obudowie 21. Układ flansz i uszczelniaczy jest symetryczny i procedura montażowa obowiązuje stroną przeciwną hamulca 2. Należy zwrócić uwagę na położenie otworów pod śruby zamykające.

Ostatnim etapem montowania jest założenie pokrywki zamykającej łożysko z dodatkowym pierścieniem uszczelniającym układ przed wpływem środowiska zewnętrznego.

Wkręcenie wszystkich śrub powoduje uzyskanie kompletnego układu obrotowego hamowania w oparciu o tłumienie magnetoreologiczne. W tej postaci hamulec 2 stanowi podstawę do zamontowania go w inny zewnętrzny układ typu koło pasowe czy też inne, które wskaże miejsce i kierunek odbioru siły hamowania.

W przypadku pracy hamulca 2 jako niezależnego zewnętrznego układu konieczne są dodatkowe elementy ustalające miejsce odbioru momentu hamowania. Funkcja docelowa hamulca wskazuje, że jego ustalenie odbywać się będzie poprzez zablokowanie wałka 23 w zewnętrznym uchwycie 24 ustalonym w podłożu, a odbiór momentu hamowania odbywać się będzie poprzez obudowę 21. Układ dodatkowy z wałkiem 31 przekazuje moment z obudowy 21 na sprzęgło 3 poprzez wpust pryzmatyczny. Dodatkowy montaż nie wymaga ingerencji w układ hamulca 2. Przebrojenie może odbyć się w dowolnym czasie na odpowiednim stanowisku.

Proces montażu dodatkowego układu odbierającego moment hamowania z obudowy hamulca polega na zmianie długości śrub mocujących flanszę łożyskową z uwagi na dodatkową flanszę układu odbioru momentu. Zgodnie z przeznaczeniem hamulca został projektowy uchwyt spawany dla ustalenia hamulca w przestrzeni urządzenia odpowiadającego za naciąg taśmy nawoju. Tuleja montażu wałka pełni dodatkowo rolę przewodniczącego przewodów elektrycznych.

Urządzenie oraz sposób według wynalazku nawijania wpisują się w układy, gdzie wymagana jest stała korekta napięcia taśmy nawojowej w trakcie procesu wytwarzania profili rurowych – rur kanalizacyjnych i wodociagowych.

Dla osiągnięcia założonego pola naprężeń w rurze, zmiany naciągu taśmy dla kolejno nawijanych jej warstw nie mają istotnego wpływu na rozkład naprężenia w nawoju. Tak więc w zastosowaniach praktycznych proces nawijania można prowadzić z takim samym naciągiem dla każdej warstwy. Istotne znaczenie ma natomiast wartość tego naciągu w miarę zmiany średnicy. Dla małych wartości naciągu, naprężenia zredukowane w nawoju przyjmują największe wartości w pierwszej warstwie ułożonej na rurze rdzeniowej, zaś dla dużych – w ostatniej warstwie zewnętrznej. Ponadto istnieje pewna graniczna wartość naciągu, dla której naprężenia zredukowane w nawoju są w przybliżeniu takie same

w każdej warstwie taśmy. Możliwe jest ustalenie i zaprogramowanie wartości naciągu tak, aby zachowanie się części rury w przypadku utraty spójności w pewnym zakresie (brak ciągłości w warstwie) zostało uwzględnione w dalszym procesie nawijania przy jednoczesnym utrzymaniu stałych wartości wytrzymałościowych całej ścianki (jednostkowa nieciągłość w procesie wynikająca z np. niestałości wstęgi nawojowej). Szczególne znaczenie ma w tym obszarze modelowanie dynamiki procesu nawijania. Wykonanie nawoju z kontrolowanym naciągiem na rurze rdzeniowej o znacznych wymiarach (masa kilka ton) wymaga uwzględnienia w systemie sterowania urządzeniem do nawijania okresów przejściowych, to jest: rozruchu i hamowania. Duże gabaryty rur kanalizacyjnych sprawiają, że procesy przejściowe charakteryzują się stosunkowo długim czasem, ze względu na inercję układu mechanicznego. Kontrolowanie ciągłe przebiegów w czasie prędkości kątowych i przyspieszeń poszczególnych części analizowanego układu mechanicznego jest bowiem niezbędne do prawidłowego zaprojektowania samego urządzenia do nawijania, jak również algorytmu jego sterowania.

Zastosowanie wynalazku jest wskazane zwłaszcza w układach gdzie mamy do czynienia z wieloma powtórzeniami warstwowymi (powyżej 50 warstw w ściance). Do takich układów należą wszelkiego rodzaju rury kanalizacyjne i wodociągowe niezależnie do średnic i przekrojów o ile są one możliwe do wykonania jako nawój na rdzeń.

Jednocześnie konstrukcja hamulca 2 magnetoreologicznego będącego przedmiotem wynalazku znajduje swoje zastosowanie jako sterowany i programowalny samodzielny (po pierwszym nawoju warstwy) regulator naciągu taśm nawojowych.

Hamulec 2 magnetoreologiczny zgodnie z wynalazkiem znamieny jest tym, że poprzez zastosowanie podwójnego płaszcza zasprężanego lub blokowanego mechanicznie na korpusie obrotowym przy stałym wałku możliwym jest realizowanie procesu regulacji naciągu nawojowanej taśmy w procesie rowingu.

Podczas pracy hamulca 2 magnetoreologicznego o stałym wałku 23 i obrotowej obudowie 21 z zasprężanym lub załączanym dodatkowym walcem naciągu (lub dwoma walcami w przypadku obsługi równoległych dwóch nawijarek) następuje zmiana charakterystyki hamulca wymuszana przez pole magnetyczne co przekłada się na zmienny naciąg prowadzonej wstęgi nawojowej opiętej na walcu co najmniej na kącie opasania wynoszącym od 30 do 360 stopni co powoduje sam naciąg taśmy/wstęgi składającej się z pęku taśm. Warunkiem poprawnej pracy modułu sterowania naciągiem jest podpięcie do układu sterowania prądem przepływającym w cewce hamulca generującej pole magnetyczne w zakresie szczeliny roboczej przy pełnym pokryciu polem magnetycznym szczeliny roboczej.

Hamulec magnetoreologiczny poprzez zasprężany/załączany walec zewnętrzny umożliwia pracę układu z zerowym nawojem pomimo oporów własnych hamulca wynikających z lepkości cieczy magnetoreologicznej co przekłada się na umożliwienie pracy w postaci biegu niehamowanego/jałowego układu nawojowego. Walec zewnętrzny musi posiadać zewnętrzną powierzchnię chropowatą w zakresie wymaganym przez materiał taśmy/wstęgi celem uniemożliwienia całkowitego i niekontrolowanego poślizgu taśmy/wstęgi po walcu napinającym.

Układ programowanego naciągu tworzy mobilny zespół modułu naciągu wraz z układem sterowania prądem cewki hamulca.

Sterowanie właściwościami cieczy magnetoreologicznej realizowane jest w konstrukcji poprzez generowanie pola magnetycznego za pomocą cewki (lub cewek) w obszarze szczeliny roboczej o stałej geometrii wynikającej z konstrukcji karkasu i cylindra zamykającego pole magnetyczne w obszarze roboczym szczeliny, gdzie znamienne jest to, że zastosowanie zewnętrznego walca zasprężanego/załączanego umożliwia pracę na nawet zerowym naciągu co jest niemożliwe w hamulcach magnetoreologicznych.

Hamulec magnetoreologiczny posiada nieruchomy wałek, ruchomą obudowę z chłodzeniem umożliwiającym długotrwałą pracę pod obciążeniem bez zmiany temperatury cieczy ponad zakres 140 stopni Celsjusza uznawany za graniczną wartość prawidłowego działania cieczy magnetoreologicznych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Rura kanalizacyjna zawierająca rurę rdzeniową, **znamienna tym**, że na rurę rdzeniową nałożony jest nawój taśmy złożony z co najmniej jednej warstwy, przy czym naprężenia w ściance rury kanalizacyjnej są złożeniem (superpozycją) programowalnego naciągu nawoju taśmowego

- i potencjalnie mogącego wystąpić ciśnienia (obciążenie) roboczego wynikającego z oddziaływania czynnika transportowanego rurą.
2. Urządzenie do wytwarzania profili rurowych, w szczególności rur kanalizacyjnych, **znamiennie tym**, że wyposażone jest w hamulec magnetoreologiczny 2, połączony poprzez sprzęgło 3 z walcem nawijającym 4, przy czym hamulec magnetoreologiczny 2 posiada stały wałek 23 i obrotową obudowę 21 zewnętrzną z chłodzeniem, przy czym hamulec 2 wykonany jest w kształcie bębna z walcową cewką 22, przy czym cewka osadzona jest na wałku 23, który jest mocowany w uchwycie 24, przy czym centralną część hamulca stanowi karkas cewki 22 z nawiniętą cewką osadzony z pomocą wpustów 27 na wałku 23 obracający się w tulei 26 z żelaza ARMCO, przy czym tuleja 26 ARMCO zintegrowana jest z obudową 21 zewnętrzną poprzez układ wpustów 27, przy czym ruch karkasu cewki 22 ograniczony jest przez pierścienie osadzone 28 uniemożliwiające jego osiowe przesunięcie, wymagane to jest z uwagi na ułożenie przewodów elektrycznych 29 cewki 22, przy czym przewody elektryczne wprowadzone w kanał wałka 23 chronione są dodatkową specjalną podkładką 30, która poprzez możliwość dopasowania jej grubości pełni rolę dystansującą, kasującą luz przy zamknięciu karkasu cewki 22 pierścieniami osadczymi 28 na wałku 23.
 3. Sposób wytwarzania profili rurowych, w szczególności rur kanalizacyjnych z wykorzystaniem nawoju taśmy, **znamienny tym**, że po pierwszym pełnym cyklu nawinięcia pierwszej warstwy warstwie nawojowej łączy się hamulec magnetoreologiczny o stałym wałku i obrotowej obudowie, który umożliwia programowanie rozkładu naprężeń w ścianie rury, a co za tym idzie możliwość optymalizacji konstrukcji pod kątem jej masy, wytrzymałości zmęczeniowej oraz innych właściwości, przy czym podczas pracy hamulca magnetoreologicznego z zasprzęglanym lub łączanym co najmniej jednym walcem naciągu następuje zmiana charakterystyki hamulca magnetoreologicznego wymuszana przez pole magnetyczne co przekłada się na zmienny naciąg prowadzonej wstęgi nawojowej opiętej na walcu co najmniej na kącie opasania wynoszącym od 30 do 360 stopni co powoduje sam naciąg taśmy/wstęgi składającej się z pęku taśm, przy czym warunkiem poprawnej pracy modułu sterowania naciągiem jest podpięcie do układu sterownia prądu przepływającego w cewce hamulca generującej pole magnetyczne w zakresie szczeliny roboczej przy pełnym pokryciu polem magnetycznym szczeliny roboczej.

Rysunki

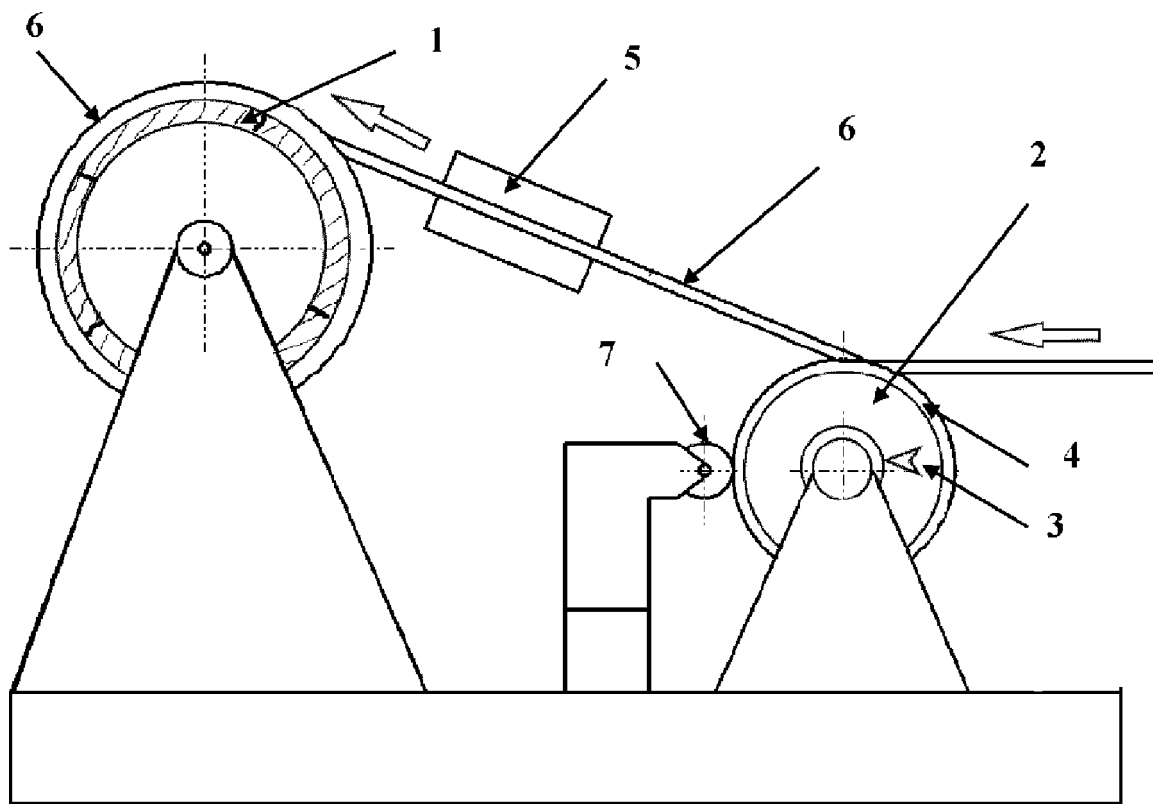


Fig. 1

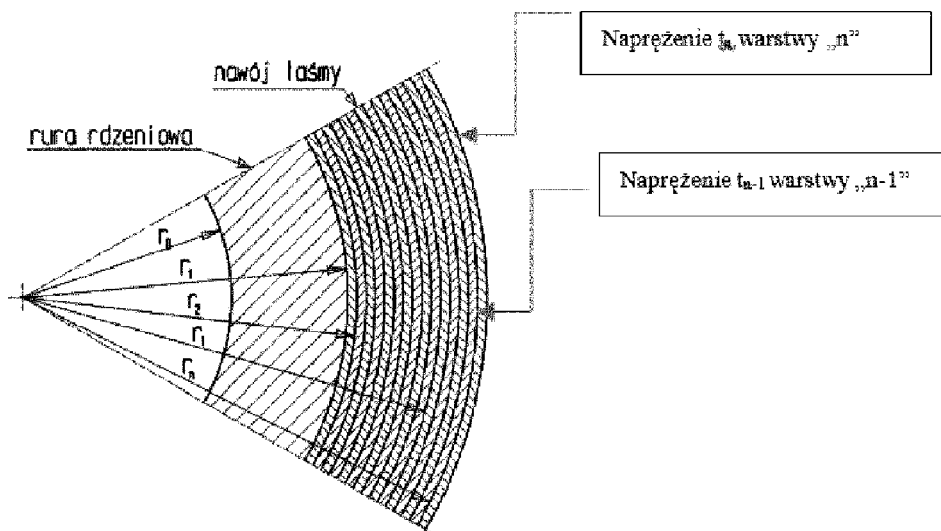


Fig. 2

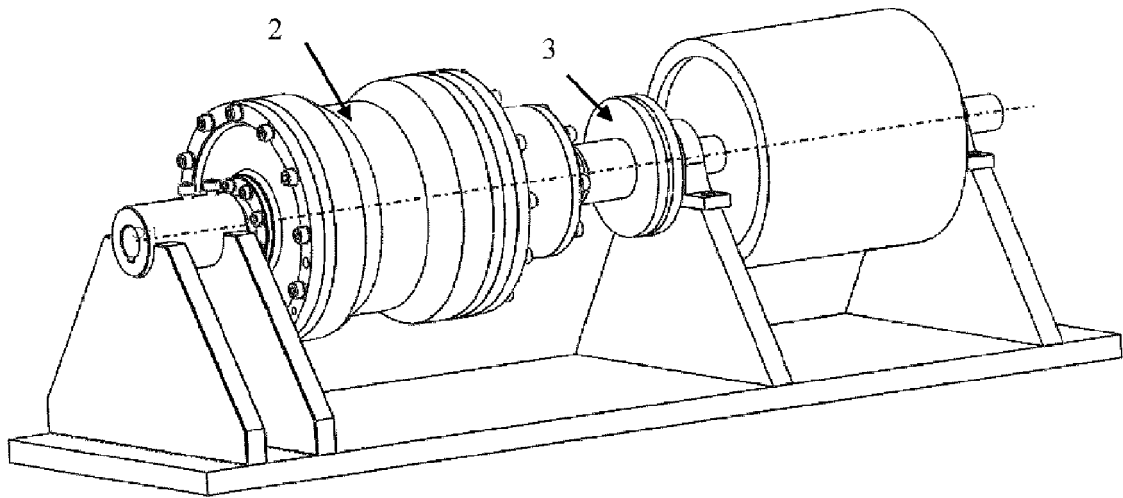


Fig. 3

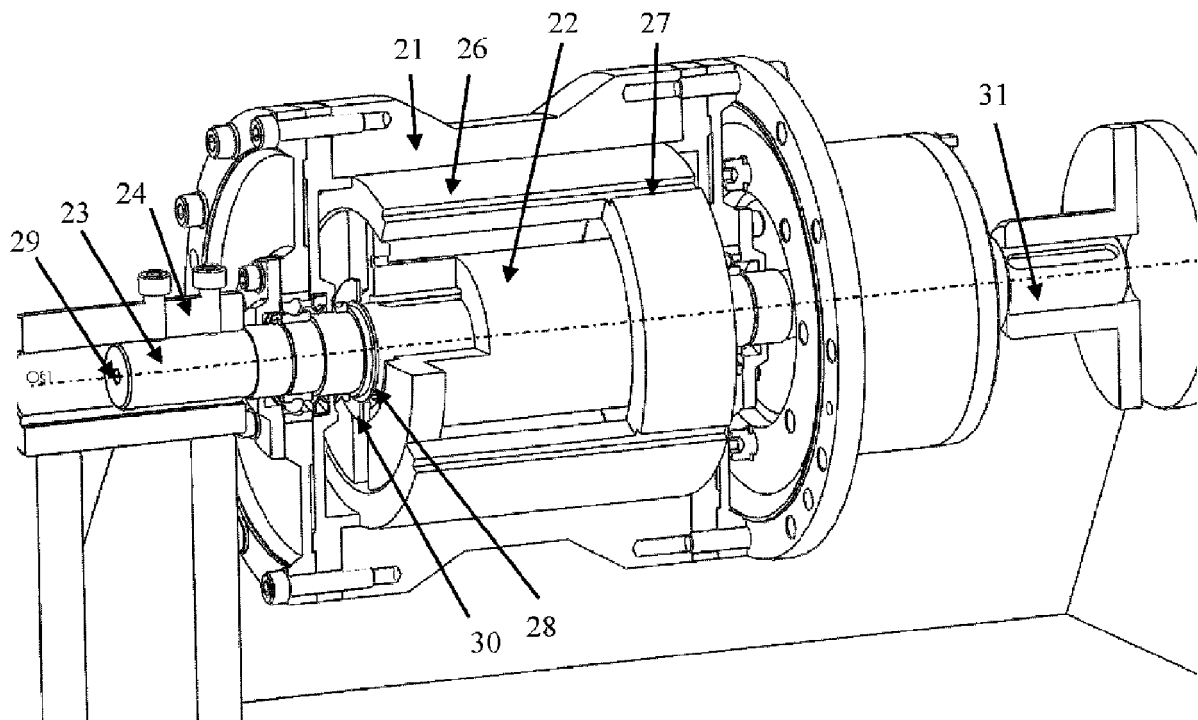


Fig. 4