

# 6887

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP  
Al. Jerozolimskie 202. 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Mechanicznej

074

A

Główny wykonawca doc.dr inż. Tadeusz Gałązka *lu*

Wykonawcy Tadeusz Gałązka, Marian Siwik,  
Andrzej Staszewski

Konsultant

Nr zlecenia  
S 1314

Optymalizacja parametrów regulatorów  
różnicy ciśnień dla automatyzacji  
węzłów ciepłowniczych.

Etap 1. Zebranie i analiza rozwiązań  
podstawowych zespołów regulatorów różnicy  
ciśnień, szkicowa dokumentacja rozwiązań.

Zleceniodawca Komitet Badań Naukowych

Pracę rozpoczęto dnia 20.07.1992

zakończono dnia 15.10.1992

Z-ca dyr.d/s Badań i  
Rozwojowych

Kierownik OAM

*J. Jórczak*  
mgr inż. J. Jórczak

*Jan Jabikowski*  
dr inż. Jan Jabikowski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 22

Egz. 1 BOINTE

rysunków 16

Egz. 2 OAM

fotografii

Egz. 3 OAM

tabel

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6887

1

## **Analiza deskryptorowa**

**Regulatory Bezpośredniego Działania + ciśnienia +  
różnicy ciśnień + zawory regulujące**

## **Analiza dokumentacyjna**

W opracowaniu zawarto omówienie podstawowych zespołów regulatorów różnicy ciśnień. Zebrano i przedstawiono rozwiązania reprezentatywnych rozwiązań dla uszczelnień suwniowych, omówiono sprawę membran. Wykonano dokumentację konstrukcyjną zmodyfikowanego rozwiązania nowej odmiany regulatora RPD oznaczonego jako RPD-U.

**Tytuły poprzednich sprawozdań**

**Nie było**

**UKD**

PIAP 41/88 10000

### Spis treści

	str.
1. Wstęp . . . . .	3
2. Podstawa opracowania . . . . .	3
3. Przedmiot opracowania . . . . .	4
4. Rozwiązania węzłów uszczelnień suwliwych dla regulatorów różnicy ciśnień . . . . .	4
5. Rozwiązanie membrany napędu, przesłony zaworu i sprężyny nastaw wartości zadanej regulatorów różnicy ciśnień . . . . .	7
6. Unifikacja rozwiązań regulatora RPD zmodyfikowany regulator RPD-U . . . . .	8

## 1. Wstęp

Opracowane w PIAP regulatory różnicy ciśnień RPD i ciśnienia RPR były kontynuacją jako dalszy rozwój regulatorów o bezpośrednim działaniu ciągłym odpowiednio typu BRU 2A; BRU-3; BRU-3A i BRU-3B regulatorów różnicy ciśnień i BRU-4; BRU-4A regulatorów ciśnienia. Opracowane w PIAP regulatory BRU były produkowane w Zakładach Automatyki MERA POLNA w Przemyślu.

Opracowanie regulatorów RPD i RPR było realizowane w dwóch okresach do opracowania modeli i po paroletniej przerwie zakończenie opracowania poczynając od opracowania prototypów do uzyskania świadectwa stosowania w budownictwie z przeprowadzeniem badań pełnych.

Ponieważ cykl opracowania trwał od marca do grudnia w jednym roku badania eksploatacyjne nie mogły trwać wystarczająco długo /minimum jeden sezon grzewczy/, w związku z czym koniecznym stało się dokonanie analizy obejmującej:

- sprawdzenie regulatorów po okresie normalnej eksploatacji. Przyjęto minimum rok pracy; co zagwarantowano stosownie umową z przeprowadzającym badania prototypów na obiekcie,
- przeanalizowanie rozwiązań i pracy podstawowych węzłów konstrukcyjnych decydujących o walorach techniczno użytkowych i znalezienie optymalnych ich rozwiązań,
- przeanalizowane możliwości rozszerzenia funkcji regulatora do wprowadzanych w ciepłownictwie urządzeń regulacyjnych i pomiarowych oraz rozwiązań układowych.

Wymienione zadania stanowią przedmiot zlecenia p.t.:  
„Optymalizacja parametrów regulatorów różnicy ciśnień dla automatyzacji węzłów ciepłowniczych”.

## 2. Podstawa opracowania

Formalną podstawą opracowania jest karta otwarcia zlecenia Nr S 1314 p.t. „Optymalizacja parametrów regulatorów różnicy ciśnień dla automatyzacji węzłów ciepłowniczych”. Zlecenie obejmuje dwa etapy. Niniejsze sprawozdanie dotyczy etapu 1 p.t. „Zebranie i analiza rozwiązań podstawowych zespołów regulatorów różnicy ciśnień, szkicowa dokumentacja rozwiązań”.

4

### 3. Przedmiot opracowania

W ramach etapu 1 zlecenia S 1314 zebrano po analizie uznane za reprezentatywne rozwiązanie, głównych węzłów konstrukcyjnych decydujących o walorach techniczno użytkowych regulatorów różnicy ciśnień.

Za najważniejsze dla przedmiotu opracowania uznano poniżej podane ze względu na ich decydujący wpływ na walory użytkowo-eksploatacyjne. Do takich zaliczono:

- węzły uszczelnień suwliwych przy napędzie i zaworze,
- rozwiązanie membrany napędu, przesłony zaworu i sprężynę nastaw wartości zadanej.

Ponadto w oparciu o analizę zastosowań regulatorów o bezpośrednim działaniu ciągłym i już istniejącą (dla zastosowań) unifikację rozwiązań regulatorów różnicy ciśnień typu RPD, pojawiła się jej dalsza możliwość-zwiększenia realizowanych funkcji, a więc optymalnego rozwiązania całego regulatora w zakresie możliwości jego stosowania.

### 4. Rozwiązania węzłów uszczelnień suwliwych dla regulatorów różnicy ciśnień

Regulatory o bezpośrednim działaniu ciągłym do jakich należą regulatory różnicy ciśnień posiadają uszczelnienia suwliwe zabezpieczające przed przeciekami zewnętrznym korpus siłownika membranowego napędu oraz zewnętrznym korpus zaworu. Doświadczenia zebrane z wieloletniej eksploatacji regulatorów typu BRU na węzłach cieplnych wykazały, że stosowane w nich uszczelnienia nie spełniały stawianych im wymagań. Już praktycznie w ciągu sezonu grzewczego /trwającego od października do maja/ pojawiały się nieszczelności pogarszające parametry regulatorów i narzekania użytkowników. W oparciu o te doświadczenia w regulatorach różnicy ciśnień typu RPD zastosowano inne rozwiązania niż w regulatorach BRU uszczelnień suwliwych. Nie posiadano jednak wystarczających doświadczeń i sprawdzeń czy przyjęte rozwiązanie jest optymalne w warunkach eksploatacji na węzłach cieplnych w naszym kraju, które są znacznie trudniejsze niż np. w krajach zachodnich ze względu na zanieczyszczenia i agresywność wody oraz stan zanieczyszczeń

rurociągów przemysłowych. W związku z powyższym dokonano przeglądu różnorodnych rozwiązań stosowanych w:

- regulatorach o bezpośrednim działaniu ciągłym renomowanych firm produkujących omawiane regulatory dla automatyzacji węzłów ciepłowniczych,
- siłownikach membranowych i napędach pneumatycznych oraz hydraulicznych i dla zaworów regulacyjnych.

Należy zwrócić uwagę, że dobór i zastosowanie właściwych uszczelnień jest bardzo ważne. Powinny one bowiem zapewnić całkowitą trwałą szczelność przy małych oporach ruchu. Dla przypomnienia służby ciepłownicze raz w roku przeprowadzają przeglądy m np. w obwodach ciepłej wody użytkowej. Poza wymienioną przerwą praca regulatorów trwa nieprzerwanie praktycznie bez nadzoru i opinie o regulatorach kształtuje skutek powstały przez dłuższy czas nawet przy małych <sup>nośnościach</sup> /nieszczel- / dających się skutecznie usunąć.

Opory ruchu w sposób istotny rzutują na parametry regulacyjne a więc np. ingerencja użytkowników w poszczególnych domach czy spółdzielniach nie jest wskazana, ingerencja bowiem może nawet w skrajnych przypadkach doprowadzić do pozbawienia omawianego regulatora funkcji, które ma spełniać.

W związku z tym dla regulatorów różnicy ciśnień dąży się do wyeliminowania rozwiązań typu dławikowego. Uszczelnienia typu dławikowego złożone zazwyczaj z pakietu uszczelek dociskanych dławikiem są rozwiązaniami powszechnie stosowanymi w zaworach regulacyjnych i napędach pneumatycznych i hydraulicznych i spełniają swoją rolę jeśli siła przemieszczająca uszczelniany ruchomy trzpień jest taka, że zapewni z nadmiarem przewyższenie niejednoznacznie zadawanego przy dociskaniu uszczelnienia zwiększenia oporów ruchu. W omawianych regulatorach siła rozwijana przez napęd nie tylko jest w większym stopniu ograniczona ale również zależy nam na utrzymaniu wartości oporów w ściśle określonym przedziale, gdyż tylko wtedy możliwe jest utrzymanie parametrów regulacyjnych.

Poniżej przedstawiono reprezentatywne rozwiązania uszczelnień suwliwych dla regulatorów o bezpośrednim działaniu ciągłym renomowanych firm produkujących je na potrzeby ciepłownictwa.

Na rys. 1, przedstawiono rozwiązanie stosowane przez firmy: SAMSON-Mess-und Regeltechnik, MERTIK Regeltechnik GmbH oraz IWK Regler und Kompensatoren GmbH Niemcy dla zaworów regulatorów głównie temperatury z odciążeniem mieszkowym.

Ze względu na koszt rozwiązania i trudności związane z technologią wykonania nie były w Polsce tego typu rozwiązania stosowane dla wyrobów produkowanych dla ciepłownictwa a ich opanowanie w obecnych warunkach byłoby nieefektywne.

Na rys. 2 przedstawiono rozwiązanie stosowane przez firmę IWK, na rys. 4 przez firmę SAMSON a na rys. 6 przez firmę DANFOSS.

Cechą wspólną pokazanych na rys. 4 i 6 rozwiązań wymienionych firm dla regulatorów różnicy ciśnień oraz ciśnienia jest zastosowanie uszczelnień typu O preferowanych szczególnie przez firmę IWK i SAMSON do uszczelnienia suwliwego napędu. Natomiast na rys. 3 przedstawiono preferowane rozwiązanie firmy SAMSON a na rys. 5 firmy DANFOSS stosowane w regulatorach różnicy ciśnień oraz ciśnienia do uszczelnienia suwliwego zaworów tych regulatorów. Cechą wspólną zastosowanych rozwiązań jest uszczelnienie pakietami uszczelki z oddziaływaniem docisku za pomocą sprężyny.

Reprezentatywne rozwiązania uszczelnień suwliwych stosowanych w hydraulice olejowej i napędach pneumatycznych przedstawiono na wymienionych poniżej rysunkach.

Są to uszczelnienia typu O /z wykorzystaniem pierścieni typu oring/, rys. 7, rys. 8 uszczelnienia labiryntowo-tulejowe z pierścieniami typu O, rys. 9 i rys. 10 uszczelnienia typu dławikowego stosowane głównie dla zaworów regulacyjnych i elementów nastawczych, wykonawczych urządzeń automatyki. Na rys. 11 przedstawiono rozwiązanie z uszczelnieniem ze szczeliska z sznura azbestowo-tarflenowego POLFALON bez sprężyny.

Na rys. 12 uszczelnienie ze sznurem torflenowym i dociskiem sprężyną.

Na rys. 13 przedstawiono rozwiązanie uszczelnienia formowanego z tarflenu modyfikowanego a na rys. 14 powierzchnie stosowane w zaworach regulacyjnych, rozwiązanie ze szczelivem ze sznura azbestowo-tarflenowego POLFALON.

Porównanie rozwiązań i wybór optymalnego rozwiązania zgodnie z harmonogramem, zostanie dokonany w Etapie 2 po przeprowadzeniu badań wybranych rozwiązań.

Z przedstawionych na początku tego rozdziału sprawozdania kryteriów wyjściowych i z odniesienia do rozwiązań stosowanych przez renomowane firmy produkujące regulatory o bezpośrednim działaniu ciągłym, na potrzeby ciepłownictwa wynika, że optymalne rozwiązanie bazuje na uszczelnieniach typu O dla napędów i smodyfikowanych uszczelnieniach mieszanych lub typu o dla zaworów.

Sprawdzenie wniosków wysuniętych z analizy sposobu rozwiązania konstrukcyjnego przeprowadzane będzie na stanowisku symulującym rzeczywiste warunki pracy. Schemat takiego stanowiska pokazano na rys. 15. Jest to w pełni rozbudowane rozwiązanie możliwe do modyfikacji.

##### 5. Rozwiązanie membrany napędu, przesłony zaworu i sprężyny nastaw wartości zadanej regulatorów różnicy ciśnień.

Wymienione w tytule węzły odgrywają decydującą rolę w uzyskaniu przez regulatory o bezpośrednim działaniu ciągłym parametrów technicznych uznanych za optymalne i w dużej części już znormalizowanych. W związku z powyższymi rozwiązaniami tych węzłów były analizowane i optymalizowane przy powstawaniu prototypów. Pozwoliło to spełnić znormalizowane w skali międzynarodowej wymagania dla regulatorów różnicy ciśnień i ciśnienia.

Osiągnięto to poprzez analizę wzajemnej współpracy wymienionych w tytule elementów regulatora, opracowanie rozwiązań wariantowych, ich przebadanie i wybór rozwiązań o najlepszych charakterystykach dla rozwiązania całego regulatora. Zarówno badania pełne regulatorów jak i dotychczasowe wyniki badań eksploatacyjnych potwierdzają wprowadzone rozwiązania uznane za optymalne.



## 6. Unifikacja rozwiązań regulatora RPD

Nowe wymagania i wprowadzone elementy w ciepłownictwie spowodowały potrzebę analizy możliwości rozszerzenia funkcji regulatora RPD dla ich spełnienia.

Zwrócić należy uwagę, że koncepcja dostosowanych do podstawowych funkcji regulatora RPD rozwiązań konstrukcyjnych powstała ok. 10 lat temu i w pełni wyczerpywała wymagania utrzymywane do chwili obecnej.

Ciepłownictwo w ostatnim roku wprowadziło poprzez przepisy lub zalecenia dla nowych rozwiązań węzłów cieplnych uwzględnienie regulatorów przygrzejnikowych oraz pomp obiegowych, co jest warunkiem uzyskania zatwierdzenia.

Wprowadzenie regulatorów przygrzejnikowych poprawiając komfort użytkowników dla obiegu objętego węzłem cieplnym prowadzi do zmiany warunków pracy tego węzła ze względu na zmienne oporności zadawane losowo przez użytkowników. Natomiast pompy obiegowe wymagają zabezpieczenia przed zmiennymi warunkami pracy.

Uwzględnienie podanych powyżej wymogów nie jest możliwe do spełnienia bez wprowadzenia modyfikacji, zarówno przez regulator różnicy ciśnień RPD jak i jego odmianę, regulator ciśnienia np. typu RPD<sub>2</sub>. W związku z powyższym powstała konieczność wprowadzenia nowej modyfikacji, dla stworzenia regulatora różnicy ciśnień - upustowego. W stosunku do regulatora RPD posiada on zawór normalnie zamknięty; podłączenia końcówek impulsowych „+” na zasilaniu i „-” na powrocie w ściśle określonym obwodzie CO za pompą obiegową i zaworze montowanym pomiędzy zasilaniem i powrotem.

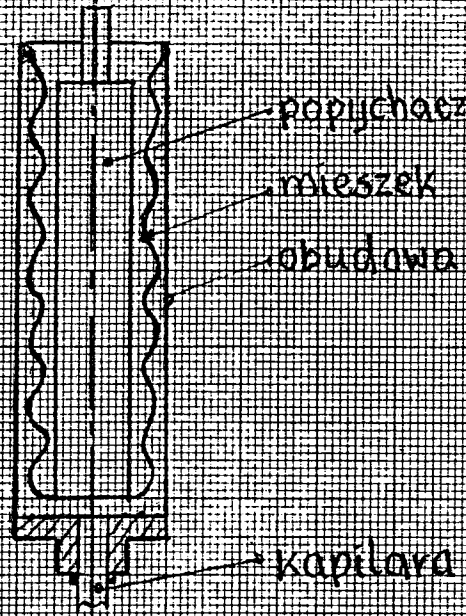
Przy zmiennych oporach w sieci, zawór pozostaje normalnie zamknięty, natomiast w stanach granicznych /powyżej wartości zadanej/ otwiera się zawór tworząc upust utrzymujący na powrocie stały przepływ wynikający z charakterystyki wewnętrznej zaworu i wartości zadanej.

Następuje w związku z tym stabilizacja pracy pompy utrzymując jej płynną pracę, tym samym zwiększenie jej żywotności z właściwymi parametrami wynikającymi z charakterystyki pompy.

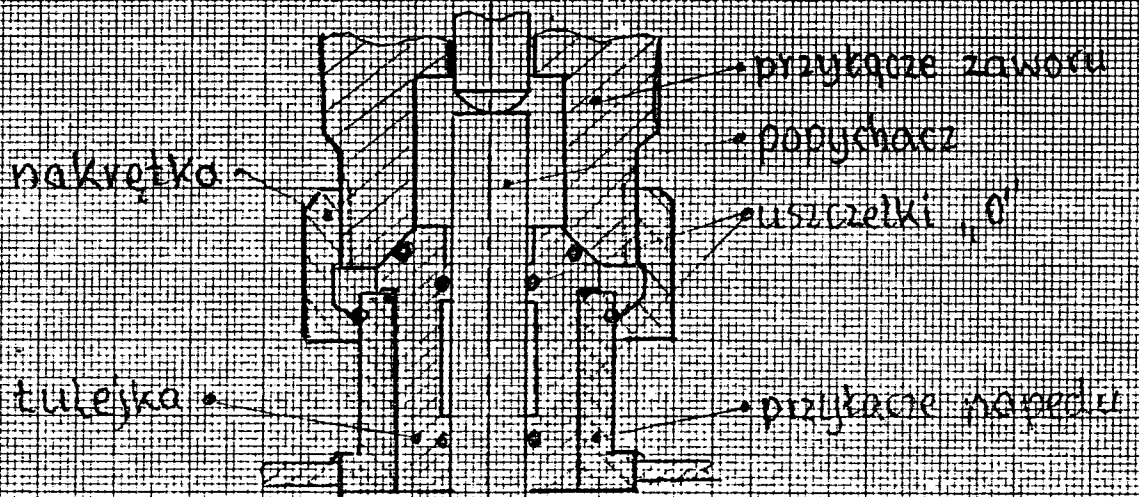
Schemat układu zmodyfikowanego regulatora RPD pokazano na rys. 15.

Zmodyfikowane rozwiązanie oznaczono jako RPD-U. Jest one zunifikowane z rozwiązaniem regulatora RPD.

Wykonano dokumentację konstrukcyjną zmodyfikowanej wersji regulatora. Samo zaś wprowadzone rozwiązanie optymalizuje ilość funkcji dostosowujących go do różnorodnych warunków pracy zautomatyzowanego węzła cieplnego.

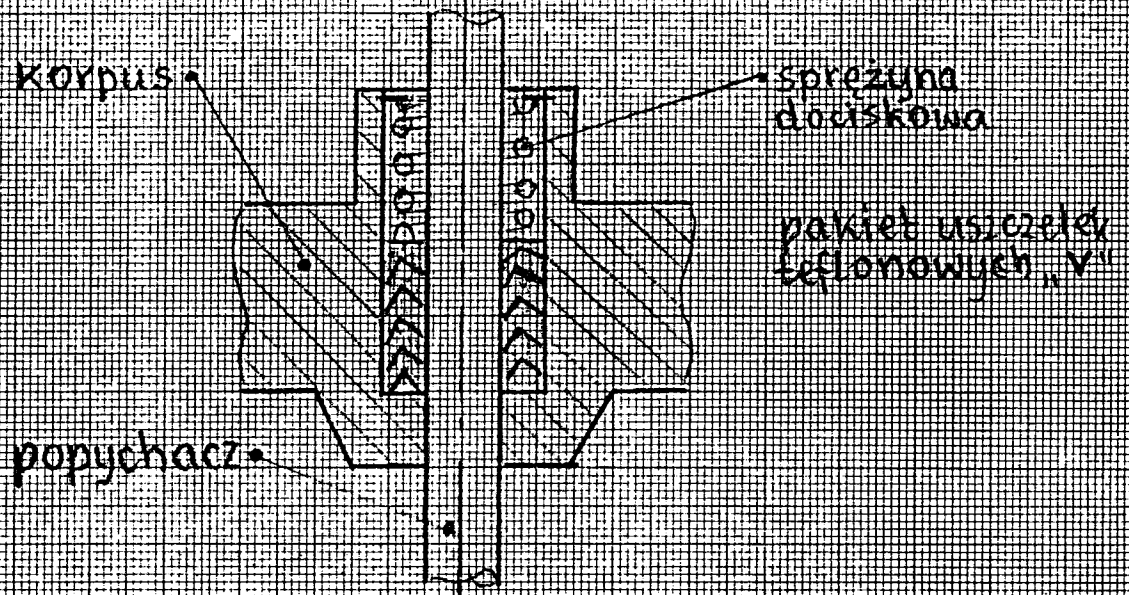


Rys 1 Uszczelnienie z odcieżnieniem  
typu z mieszkiem

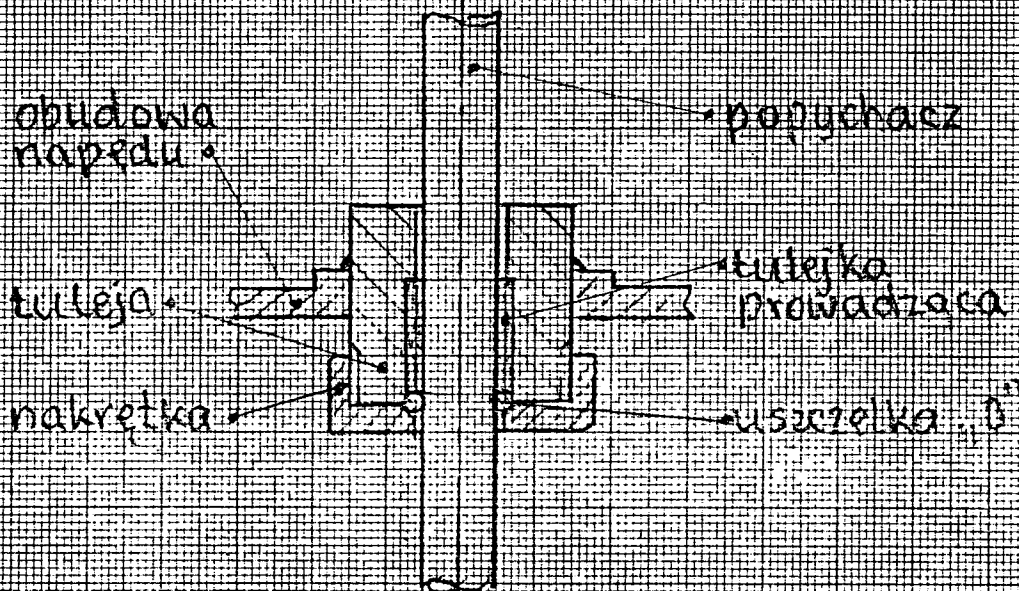


Rys 2 Uszczelnienia regulatorach stosowane  
przez firmę JTK

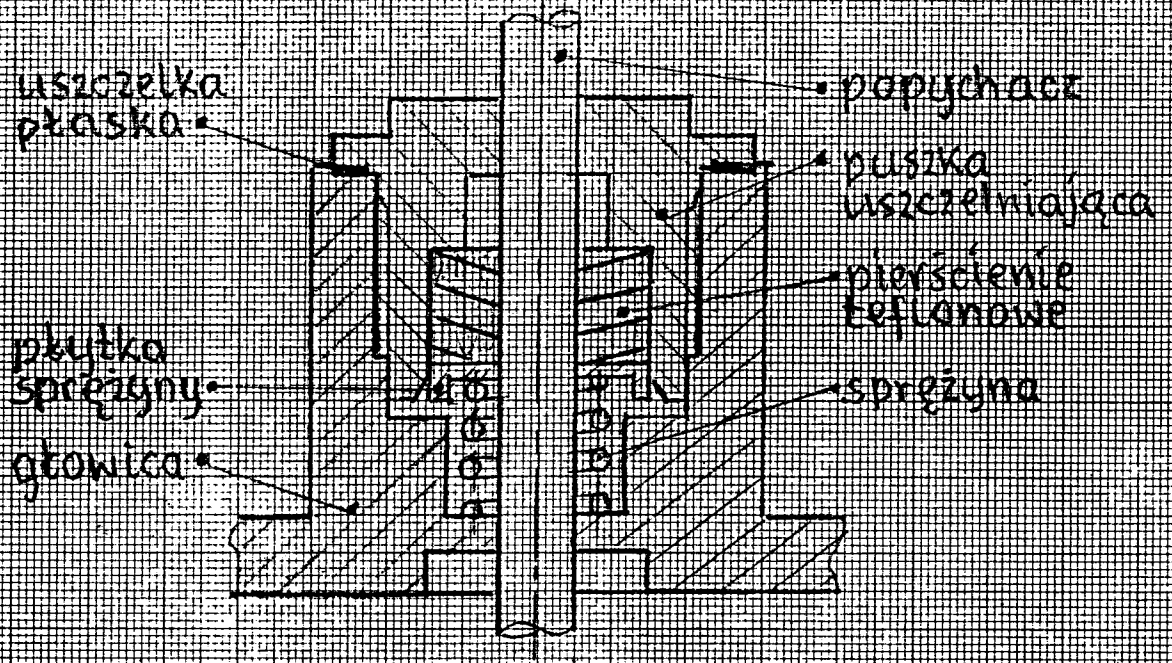
M



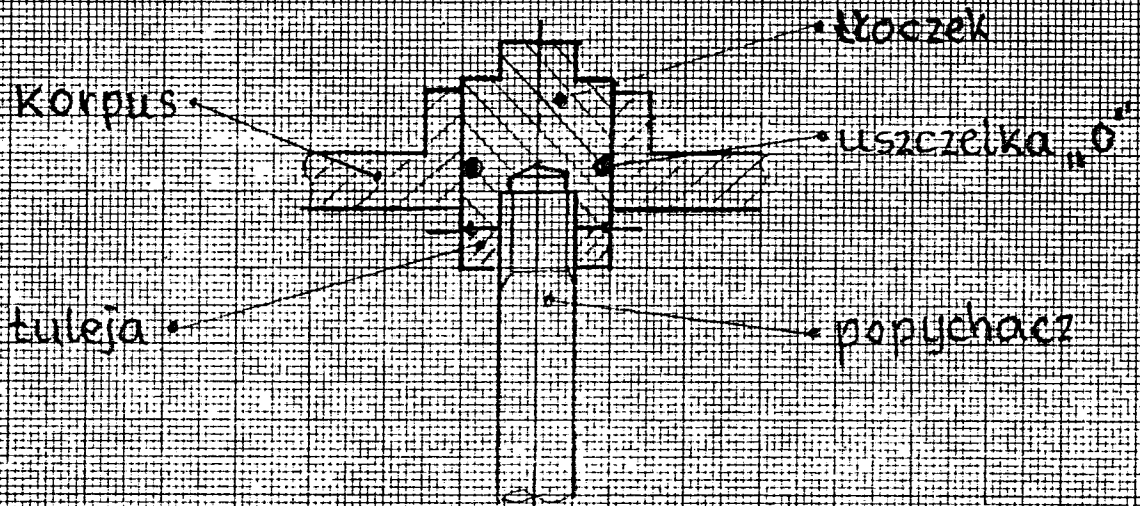
Rys 3 uszczelnienie w regulatorach sterowanych przez firmę SAMSON



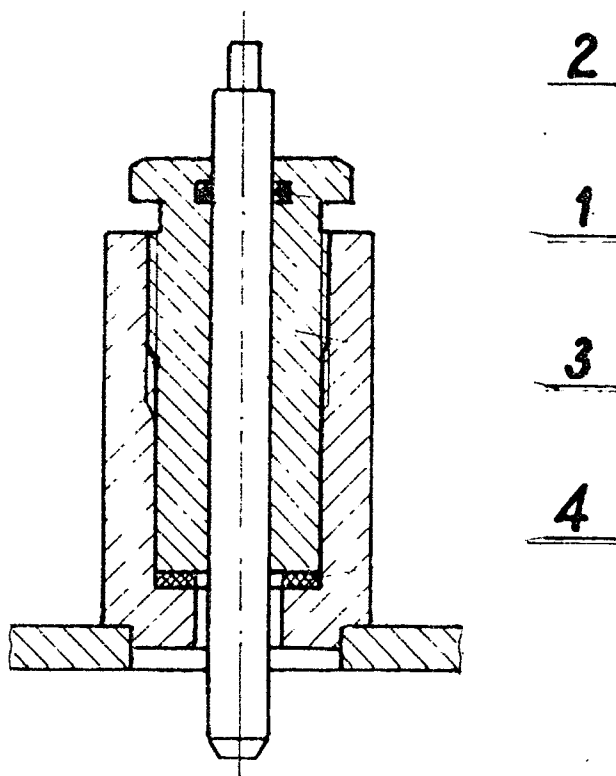
Rys 4uszczelnienie w regulatorach sterowanych przez firmę SAMSON



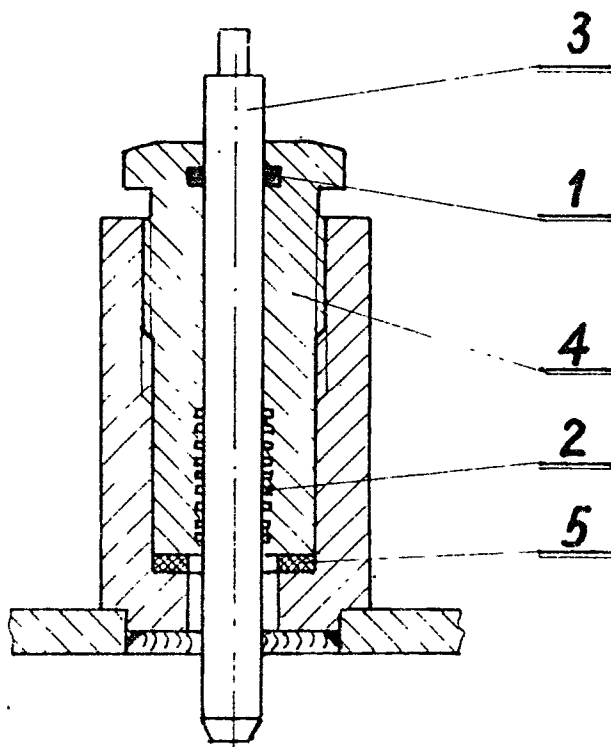
Rys 5 Uszczelnienia w regulatorach ciśnienia par przez firmę DANFOSS



Rys 6 Uszczelnienia w regulatorach ciśnienia par przez firmę DANFOSS

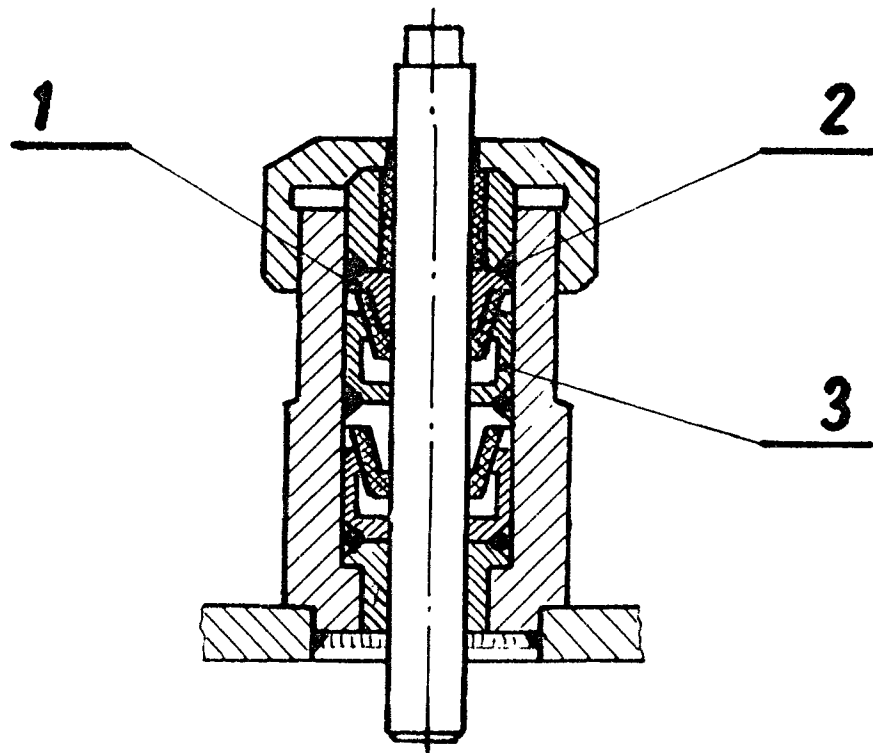


Rys. 7 Uszczelnienie z pierścieniem typu „O”  
1- pierścien typu „O”  
2- tizpien  
3- korpus uszczelnienia  
4- uszczelka klingerytowa



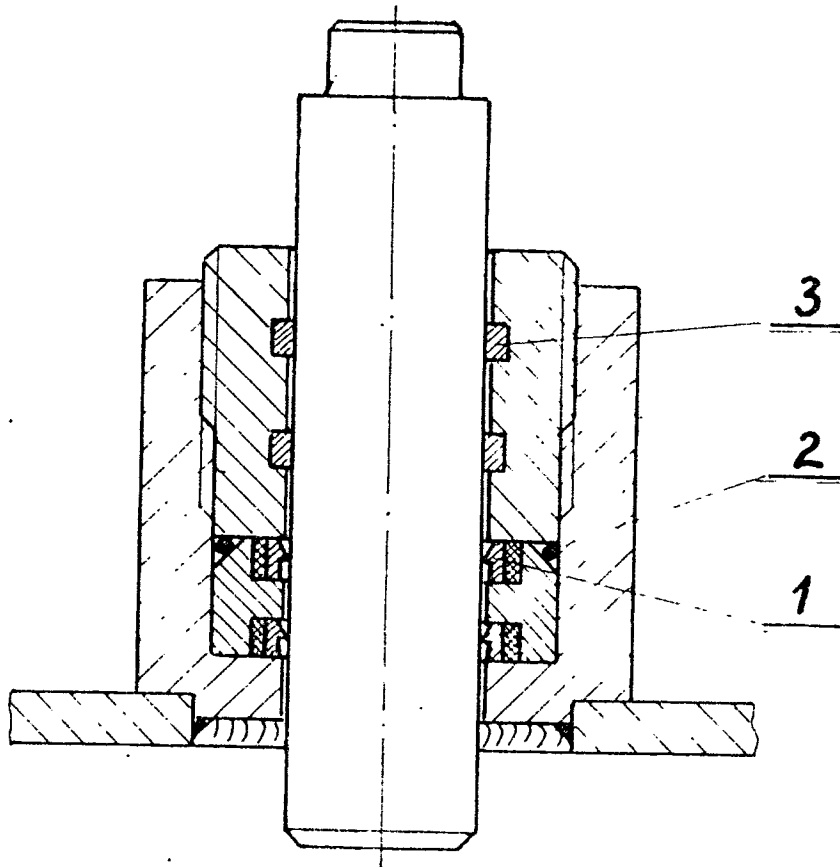
Rys 8 Uszczelnienie z pierścieniem typu „O” z kanałkami odciążającymi

- 1- pierścień uszczelniający typ „O”
- 2- kanałki odciążające
- 3- trzpień
- 4- korpus uszczelnienia
- 5- uszczelka klingerytowa

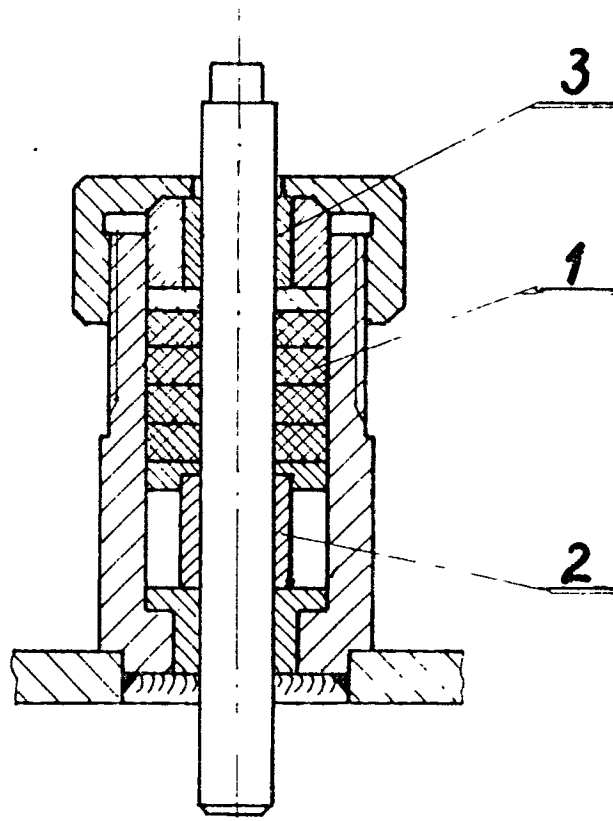


Rys 9 Uszczelnienie labiryntowo - tulejowe  
1- zespół uszczelniający  
2- pierścień uszczelniający typu O  
3- tuleja zewnętrzna



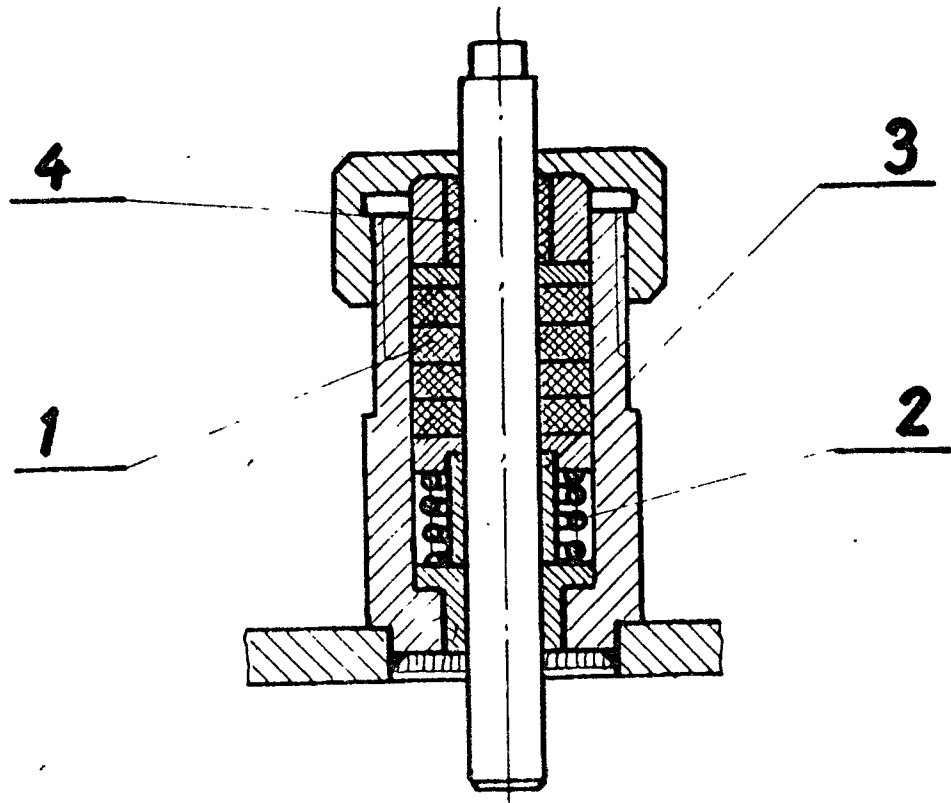


Rys. 10 Uszczelnienie typu STEPSEAL f-my duiisk  
1- pierścień uszczelniający STEPSEAL  
2- pierścień uszczelniający typ „D”  
3- pierścień prowadzący



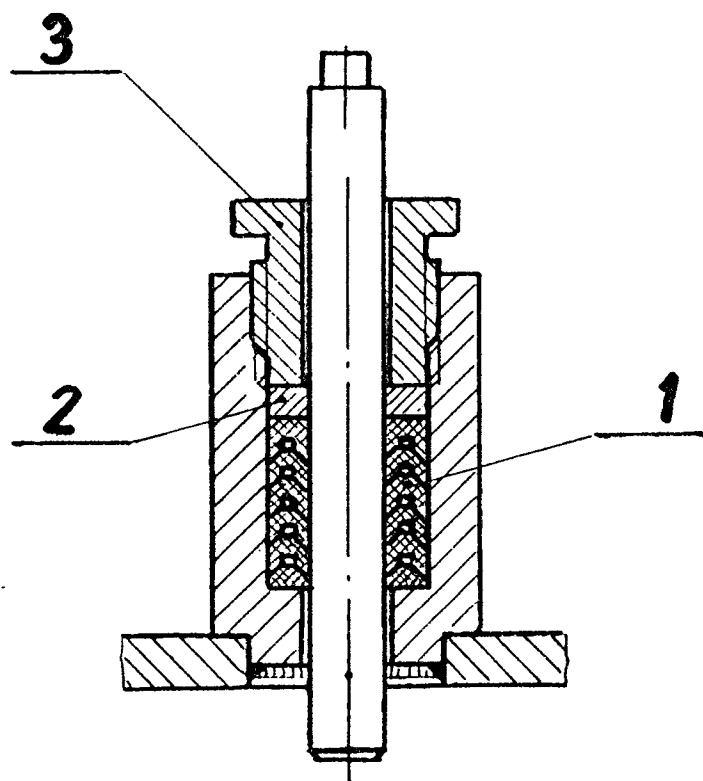
Rys. 11 Uszczelnienie ze szczeliwem ze sznurka teflonowego bez sprężyny

- 1- sznur teflonowy
- 2- tulejka dystansowy
- 3- tulejka teflonowa

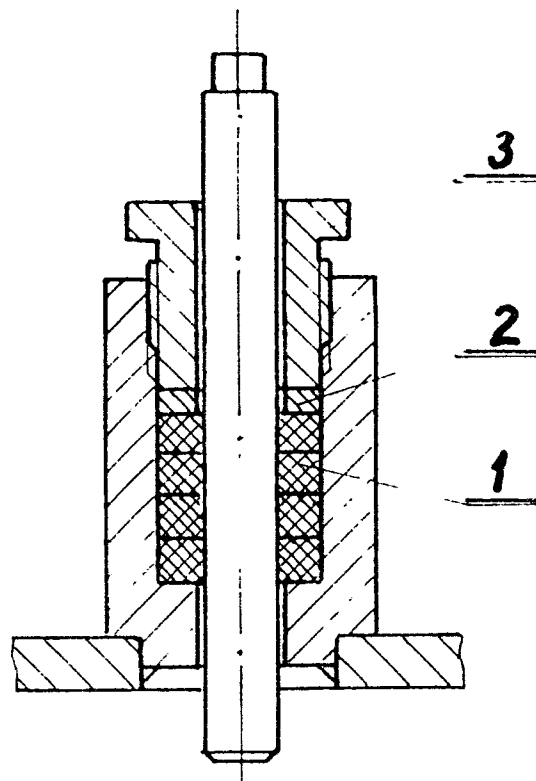


Rys.12 Uszczelnienie ze sznura torflenowego z dociskiem sprężyna.

- 1 - sznur torflenowy
- 2 - sprężyna dociskowa
- 3 - tulejka dystansowa
- 4 - tulejka torflenowa



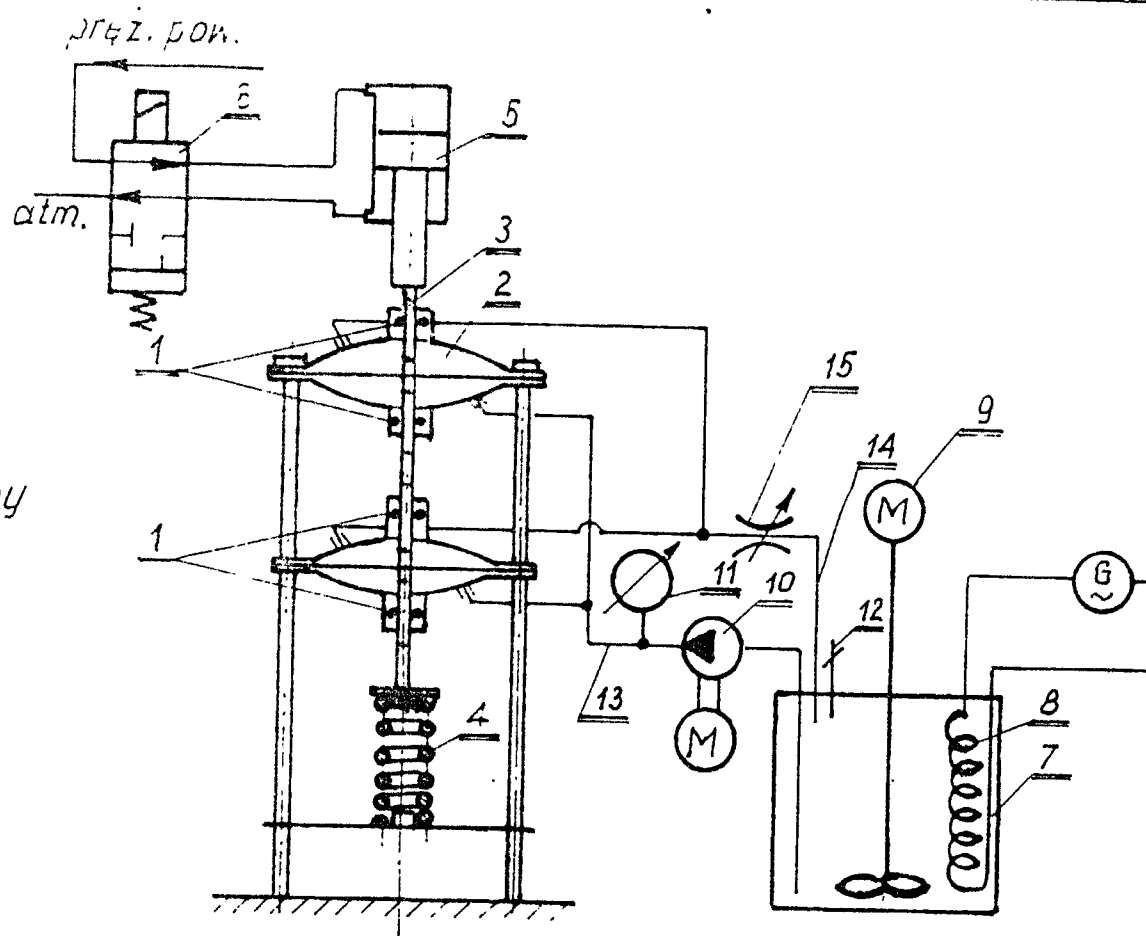
Rys.13 Uszczelki formowane z tarflenu  
modyfikowanego  
1- uszczelki formowane  
2- pierścien stalowy  
3- dtawik



Rys. 14 Uszczelnienie ze szczeliwem ze sznurka azbestowo-tarflonowego POLFALON

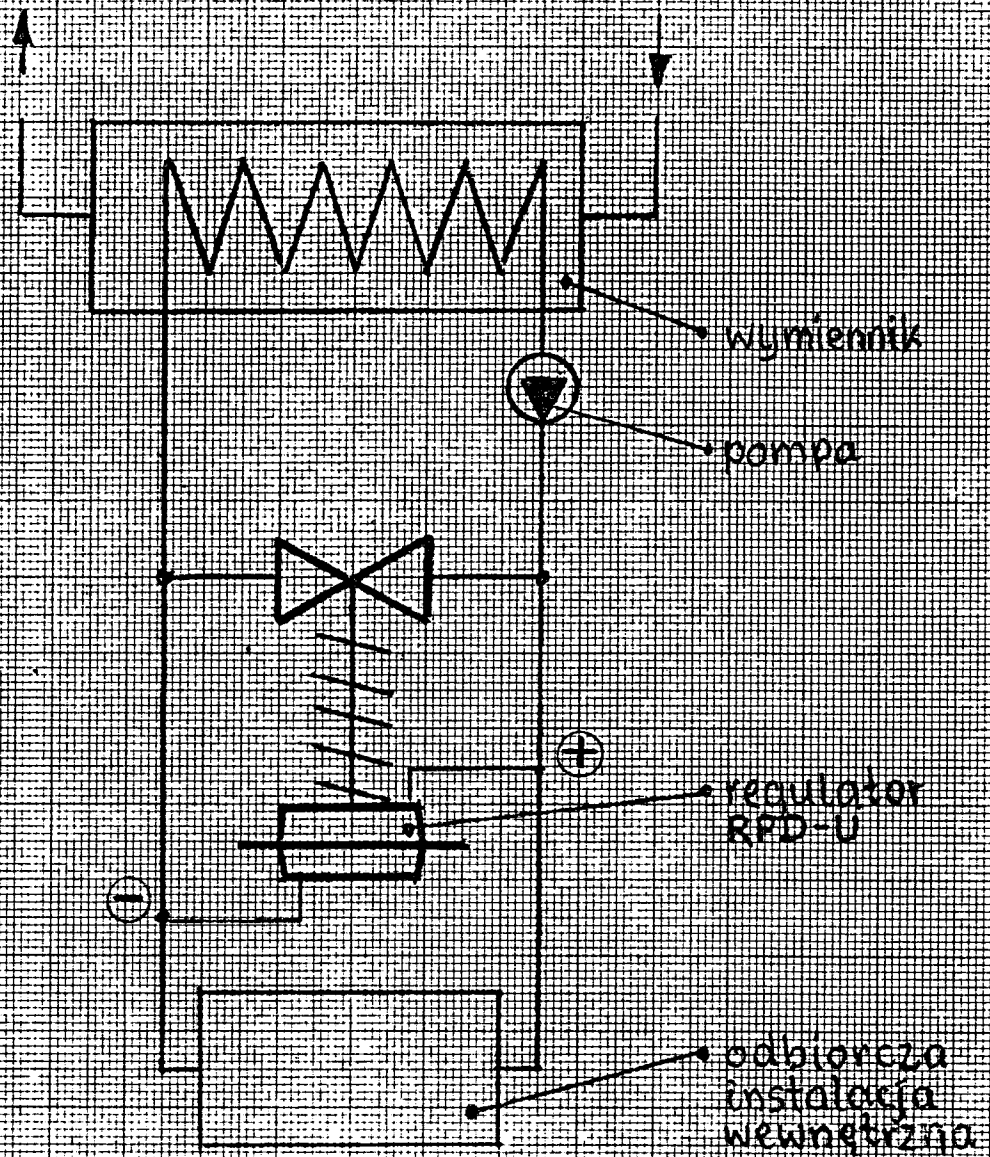
- 1- sznur azbestowo-tarflonowy
- 2- pierścień metalowy
- 3- dławik

- Oznaczenia:
- 1- badane uszczelnienia
  - 2- obudowa siłownika membran
  - 3- trzpień
  - 4- sprężyna zwrotna
  - 5- siłownik pneumatyczny
  - 6- rozdzielacz elektropneumatyczny
  - 7- ultratermostat
  - 8- grzałka
  - 9- mieszadło z napędem
  - 10- zespół pompa-silnik
  - 11- manometr
  - 12- termometr
  - 13- przewód tłoczny
  - 14- przewód spływowy
  - 15- dławik



Rys 15 Schemat stanowiska do badań długotrwałych uszczelnień

22



Rys. 16. Układ połączenia zmodyfikowanego regulatora RPD-U