

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 243097 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **432519**

(22) Data zgłoszenia: **2020.01.08**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.03.08 BUP 05/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.06.26 WUP 26/2023**

(51) MKP:

E21B 49/00 (2006.01)

E21C 39/00 (2006.01)

G01N 15/08 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA,
Katowice, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

SYLWESTER RAJWA, Ruda Śląska, PL

MAREK ROTKEGEL, Katowice, PL

ANDRZEJ WALENTEK, Piekary Śląskie, PL

TYMOTEUSZ JUZEK, Rybnik, PL

(74) Pełnomocnik:

Monika Błaszczyk, Katowice, PL

(54) Tytuł:

Urządzenie do oceny spękania górotworu

PL 243097 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem zgłoszenia jest urządzenie do oceny spękania górotworu wokół wyrobiska.

Wykonanie wyrobiska w górotworze, powoduje przemieszczenie skał w kierunku urobionej przestrzeni. W jego otoczeniu skały ulegają spękanom i następuje ich odprężenie. Ocena zasięgu tych spękań ma kluczowe znaczenie dla bezpiecznej eksploatacji w podziemnych zakładach górniczych.

W warunkach *in situ* badania szczelinowatości górotworu można wykonać za pomocą kamery introskopowej, sondy ABS, penetrometru wielkośrednicowego lub sondy aerometrycznej.

Znane jest przykładowo urządzenie, wyposażone w zbiornik ciśnieniowy połączony układem węży z zaworami i manometrami do kołnierzy aerometrycznej sondy otworowej i jej przestrzeni pomiarowej. Zbiornik ciśnieniowy jest połączony ze sprężarką, napędzającą go sprężonym powietrzem do ściśle określonej wartości ciśnienia, na przykład 0,5 MPa. Aerometryczną sondę umieszcza się w otworze wiertniczym wykonanym w górotworze i po uszczelnieniu kołnierzami jej przestrzeni pomiarowej, wtłacza do górotworu sprężone powietrze z ciśnieniowego zbiornika, mierząc czas spadku ciśnienia w zbiorniku również do określonej ściśle wartości, na przykład 0,2 MPa. Uzyskane czasy odpowiadają sumarycznym powierzchniom spękań w górotworze. Dla określenia zasięgu strefy spękań pomiary powtarza się, przemieszczając sondę w otworze wiertniczym.

Niedogodnością powyższego rozwiązania jest to, że przeprowadzenie każdego pomiaru wymaga napełnienia zbiornika ciśnieniowego sprężonym powietrzem, co powoduje, że czas pojedynczego pomiaru wydłuża się do kilku minut. Ponadto zbiornik wypełniony sprężonym powietrzem o wysokim ciśnieniu, pomimo zabezpieczeń w postaci zaworu bezpieczeństwa, stanowi potencjalne zagrożenie dla obsługi urządzenia. Urządzenie ma przy tym dość znaczne gabaryty, a mianowicie jego długość dochodzi do 1,0 m, wysokość do 0,6 m i szerokość do 0,3 m oraz dość znaczny ciężar sięgający 40 kg. Powoduje to utrudnienia w transporcie urządzenia do miejsca badań.

W opisie wynalazku **PL173612** ujawniono urządzenie do określania zasięgu strefy i sumarycznej powierzchni spękań w górotworze, ukazane na **Rys. 1**. Urządzenie to ma sprężarkę, umieszczoną w obudowie na podstawie. Sprężarka jest zaopatrzona w zawór bezpieczeństwa oraz połączona bezpośrednio z wężem doprowadzającym sprężone powietrze do kołnierzy aerometrycznej sondy otworowej i wężem doprowadzającym sprężone powietrze do przestrzeni pomiarowej tej sondy. Na wężach są zabudowane odpowiednio zawory z manometrami. Za zaworem z manometrem na wężu doprowadzającym sprężone powietrze do przestrzeni pomiarowej aerometrycznej sondy otworowej jest zamocowany rozłącznie rurowy kalibrator, z szeregiem otworów o narastających średnicach. Dla określenia zasięgu strefy i sumarycznej powierzchni spękań w górotworze łączy się sprężarkę poprzez sprzęgło z wiertarką górniczą oraz z wężem, do którego za zaworem z manometrem jest dołączony rurowy kalibrator. Następnie odsłania się kolejne otwory rurowego kalibratora i mierzy ustabilizowane ciśnienie sprężonego powietrza przy przepływie przez te otwory, odpowiadające sumarycznej powierzchni spękań w górotworze. Po takim wycechowaniu urządzenia łączy się sprężarkę wężami z aerometryczną sondą otworową, którą umieszcza się na końcu metrowego otworu wiertniczego wykonanego w górotworze. Sprężone powietrze ze sprężarki napełnia kołnierze sondy otworowej poprzez wąż, zawór i manometr, który wskazuje ciśnienie w tych kołnierzach. Przy zamkniętym zaworze i otwartym zaworze sprężone powietrze jest przesyłane do wyizolowanej za pomocą rozpartych kołnierzy przestrzeni pomiarowej aerometrycznej sondy otworowej, poprzez wąż, zawór i manometr. Manometrem mierzy się ustabilizowane ciśnienie sprężonego powietrza, a tym samym sumaryczną powierzchnię spękań w górotworze. Pomiary powtarza się, wycofując aerometryczną sondę co 25 cm w otworze wiertniczym i określa zasięg strefy spękań w górotworze.

Niedogodnością powyższego rozwiązania jest to, że w związku z gabarytami oraz masą opisanego urządzenia, badań nie można prowadzić w miejscach pozbawionych urządzeń transportu oraz ograniczonych z uwagi dość duże wymiary rzeczowego urządzenia.

Celem wynalazku jest opracowanie rozwiązania, które wyeliminuje niedogodności rozwiązań znanych ze stanu techniki.

Powyższy cel realizuje urządzenie do oceny spękania górotworu według wynalazku.

Istotą urządzenia do oceny spękania górotworu, zawierającego sondę aerometryczną oraz przewody z elementami dodatkowymi, doprowadzające sprężone powietrze do zbiorników rozprężonych sondy aerometrycznej i uszczelnionej przestrzeni pomiarowej pomiędzy tymi zbiornikami w otworze wiertniczym jest to, że ma przyłączyć do rurociągu magistrali sprężonego powietrza, połączone z sondą aerometryczną w sposób szeregowy przez układ kanałów, składający się z kanału

upustowego, kanału sterującego i kanału pomiarowego, połączonych ze sobą w sposób równoległy, przy tym kanał sterujący ma ciśnienie równe ciśnieniu w magistrali, a kanał pomiarowy ma reduktor stabilizujący ciśnienie powietrza.

Korzystnie przyłączy do rurociągu magistrali sprężonego powietrza ma zawór główny sterujący, a za nim dwa trójniki połączeń, które łączą przyłączy do magistrali sprężonego powietrza z kanałami: upustowym, sterującym i pomiarowym.

Korzystnie kanał upustowy ma zawór kanału upustowego.

Korzystnie kanał sterujący ma zawór kanału sterującego, za którym znajduje się złącze kanału sterującego, za którym znajduje się przewód elastyczny łączący kanał sterujący z sondą aerometryczną.

Korzystnie kanał pomiarowy ma zawór kanału pomiarowego, za którym znajduje się filtr powietrza, za którym znajduje się reduktor ciśnienia powietrza, za którym znajduje się manometr, za którym znajduje się przepływomierz elektroniczny, za którym znajduje się szybkozłącze kanału pomiarowego, za którym znajduje się przewód elastyczny łączący kanał sterujący z sondą aerometryczną.

Korzystnie sonda aerometryczna składa się z perforowanej rury, najlepiej stalowej, z wprowadzonymi do jej wnętrza przewodami sprężonego powietrza, to jest przewodem sprężonego powietrza z kanału sterującego i przewodem sprężonego powietrza z kanału pomiarowego, mającej zbiorniki rozprężne (kołnierze), rozprężające się pod wpływem wprowadzenia do nich sprężonego powietrza, a pomiędzy nimi odcinek, najlepiej na długości 0,25 m, zawierający dysze.

Korzystnie rura ma długość 1 m.

Korzystnie zbiorniki rozprężne stanowią zbiorniki wykonane z tworzywa sprężystego, najlepiej z gumy.

Korzystnie zbiorniki rozprężne są dwa.

Zaletą urządzenia do oceny spękania górotworu według wynalazku jest to, że jego konstrukcja pozwala wyeliminować konieczność stosowania zbiornika ciśnieniowego i sprężarki. Osiągnięto to wyposażając urządzenie w przyłączy do rurociągu magistrali sprężonego powietrza, połączone z sondą aerometryczną w sposób szeregowy przez układ kanałów, składający się z kanału upustowego, kanału sterującego i kanału pomiarowego, połączonych ze sobą w sposób równoległy. Zastosowane połączenie umożliwia dostarczenie stałego ciśnienia sprężonego powietrza z magistrali służącego do uszczelnienia otworu, z jednoczesnym podawaniem go poprzez reduktor ciśnienia i przepływomierz na kanał pomiarowy. Taka konstrukcja urządzenia umożliwiła zasilanie go w sprężone powietrze bez udziału zbiornika i sprężarki, dzięki czemu stało się ono urządzeniem o niewielkich wymiarach i niskiej wadze. Jego niewielkie wymiary oraz relatywnie niska waga umożliwiają przeprowadzenie badania praktycznie wszędzie. Wyniki otrzymywane można interpretować podczas odczytu i od razu podejmować konieczne działania wynikające z otrzymanych danych. Podczas badania spękań nie ma znaczenia zapylenie czy hałas. Ponadto eliminując z urządzenia zbiornik wypełniony sprężonym powietrzem o wysokim ciśnieniu, stanowiący potencjalne zagrożenie dla obsługi urządzenia, uzyskano efekty w zakresie poprawy bezpieczeństwa pracy.

Urządzenie do oceny spękania górotworu według wynalazku pozwala stwierdzać istnienie spękań w górotworze mierząc ilość przepływającego powietrza do wcześniej uszczelnionego odcinka otworu odwierconego w górotworze, co także jest zaletą. Rozwiązanie według wynalazku pozwala wykrywać spękania górotworu we wcześniej odwierconych otworach, najlepiej o średnicy $\sim \varnothing 43\text{--}48$ mm.

Badanie zasięgu spękań górotworu przy pomocy urządzenia według wynalazku z sondą aerometryczną ma tą przewagę nad badaniem endoskopowym, iż nie wymaga wysokiego poziomu czystości wykonanego otworu badawczego. Z uwagi na wizualną ocenę ścianki otworu, może dochodzić do nieprawidłowych wyników badania endoskopowego, z powodu zawodnienia, zapylenia lub innej nieprzewidzianej zmiennej. Kolejnym aspektem jest analiza wyników, która w przypadku badania z wykorzystaniem urządzenia według wynalazku jest natychmiastowa, uzyskiwana podczas badania i nie wymaga innych urządzeń poza samą sondą.

Przedmiot wynalazku opisano w poniższym przykładzie realizacji oraz ukazano na **Fig. 1** przedstawiającej schemat blokowy urządzenia do oceny spękania górotworu, **Fig. 2** przedstawiającej schemat urządzenia do oceny spękania górotworu wokół wyrobiska, **Fig. 3** przedstawiającej schemat sondy w przekroju.

Urządzenie do oceny spękania górotworu jest urządzeniem mobilnym, służącym do wykrywania spękań górotworu we wcześniej odwierconych otworach, najlepiej o średnicy $\sim \varnothing 43\text{--}48$ mm (każda wartość z tego przedziału).

Urządzenie do oceny spękania górotworu przyłącza się do rurociągu magistrali **1** sprężonego powietrza, wyposażonej w zawór **2** główny zasilana w sprężone powietrze, poprzez przyłączy **3**.

Urządzenie ma kanał upustowy, kanał sterujący i kanał pomiarowy tworzące układ kanałów, znajdujący się pomiędzy przyłączem **3** do magistrali sprężonego powietrza a sondą **15** aerometryczną. Ten układ kanałów łączy sondę **15** aerometryczną z przyłączem **3** w sposób szeregowy. Kanał upustowy, kanał sterujący i kanał pomiarowy są położone względem siebie równolegle, zaś pomiędzy przyłączy **3** i sondę **15** aerometryczną włączone są szeregowo.

Przyłączy **3** do rurociągu magistrali **1** sprężonego powietrza ma zawór główny **4** sterujący, a za nim dwa trójniki **5** połączeń. Trójniki **5** łączą przyłączy **3** do rurociągu magistrali **1** sprężonego powietrza z kanałem upustowym wyposażonym w zawór **6** kanału upustowego. Łączą także przyłączy **3** do magistrali sprężonego powietrza z kanałem sterującym wyposażonym w zawór **7** kanału sterującego, za którym znajduje się złącze **16** kanału sterującego, za którym znajduje się przewód **14** elastyczny łączący kanał sterujący z sondą **15** aerometryczną. Łączą także przyłączy **3** do magistrali sprężonego powietrza z kanałem pomiarowym mającym zawór **8** kanału pomiarowego, za którym znajduje się filtr **9** powietrza, za którym znajduje się reduktor **10** ciśnienia powietrza, za którym znajduje się manometr **11**, za którym znajduje się przepływomierz **12** elektroniczny, za którym znajduje się szybkozłączy **13** kanału pomiarowego, za którym znajduje się przewód **14** elastyczny łączący kanał sterujący z sondą **15** aerometryczną.

Zasilanie sondy **15** aerometrycznej w sprężone powietrze doprowadzone jest z kopalnianej magistrali sprężonego powietrza rurociągiem **1** poprzez zawór **2** główny zasilania i przyłączy **3**. Podanym ciśnieniem można sterować poprzez główny zawór **4** sterujący, skąd ciśnienie zostaje rozdzielone na dwóch trójnikach **5** na poszczególne kanały: kanał upustowy, kanał sterujący, kanał pomiarowy. Każdy z wymienionych powyżej kanałów posiada swój zawór sterujący, tj. zawór **6** kanału upustowego, zawór **7** kanału sterującego i zawór **8** kanału pomiarowego.

Odczyt pomiaru można rozpocząć po otwarciu zaworu **8** kanału pomiarowego, gdzie wpierw powietrze przechodzi przez filtr **9** powietrza, a następnie przez reduktor **10** ciśnienia wyposażony w manometr **11**, dochodzi do przepływomierza **12** elektronicznego i szybkozłączy **13** kanału pomiarowego z przewodem **14** elastycznym.

Sprężone powietrze płynące kanałem sterującym i kanałem pomiarowym, przewodami **14** elastycznymi dostarczane jest do sondy **15** aerometrycznej, gdzie wtłaczane jest do zbiorników **20** rozprężnych i pomiędzy uszczelnienie do dysz **21**.

Po otwarciu zaworu **4** sterującego, powietrze bez redukcji ciśnienia kierowane jest przez złącza **16** kanału sterującego i przewód **14** elastyczny do uszczelnienia sondy **15** aerometrycznej, w postaci zbiorników **20** rozprężnych (kołnierzy). Uszczelniacze w postaci zbiorników **20** rozprężnych, rozprężone ciśnieniem powietrza, stanowią uszczelnienie otworu i umożliwiają badanie szczelin na długości otworu pomiędzy uszczelniaczami sondy **15** aerometrycznej poprzez odczyt ilości przepływającego powietrza kanałem pomiarowym.

Sonda **15** aerometryczna składa się z perforowanej rury **17**, najlepiej stalowej, co nie wyklucza innych materiałów, najlepiej o długości 1 m, co nie wyklucza innych długości, z wprowadzonymi do jej wnętrza przewodami sprężonego powietrza – przewodem **18** sprężonego powietrza z kanału sterującego oraz przewodem **19** sprężonego powietrza z kanału pomiarowego. Z zewnątrz rura **17** na dwóch odcinkach najlepiej o długości 0,25 m, co nie wyklucza innych długości, obłożona jest sprężystym tworzywem (najlepiej gumą) tworzącym, dwa zbiorniki **20** rozprężne, co nie wyklucza innych ilości. Pomiedzy zbiornikami **20** rozprężnymi, rura **17** ma wolny odcinek, najlepiej o długości 0,25 m, zawierający dysze **21**.

Powietrze pod ciśnieniem z rurociągu magistrali **1**, przez przewód **18** sprężonego powietrza z kanału sterującego, biegnący we wnętrzu perforowanej rury **17** sondy **15** aerometrycznej, dostarczane jest do zbiorników **20** rozprężnych sondy **15** aerometrycznej i rozpręża je, tworząc w ten sposób uszczelnienie odcinka otworu.

Powietrze pod ciśnieniem z rurociągu magistrali **1**, przez przewód **19** sprężonego powietrza z kanału pomiarowego, biegnący we wnętrzu perforowanej rury **17** sondy **15** aerometrycznej **15**, przedostaje się przez dysze **21** do uszczelnionego odcinka otworu. Ciśnienie z magistrali **1**, ustabilizowane jest w reduktorze **10** do zadanej wartości ~ 1,2 MPa, którą to wartość można kontrolować na manometrze **11**. Ilość przepływającego powietrza odczytana na przepływomierzu **12** elektronicznym, świadczy o ilości spękań na odcinku wykonanego uszczelnienia.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do oceny spękania górotworu, zawierające sondę aerometryczną oraz przewody z elementami dodatkowymi, doprowadzające sprężone powietrze do zbiorników rozprężnych sondy aerometrycznej i uszczelnionej przestrzeni pomiarowej pomiędzy tymi zbiornikami w otworze wiertniczym, **znamiennie tym**, że ma przyłącze (3) do rurociągu magistrali (1) sprężonego powietrza, połączone z sondą (15) aerometryczną w sposób szeregowy przez układ kanałów, składający się z kanału upustowego, kanału sterującego i kanału pomiarowego, połączonych ze sobą w sposób równoległy, przy tym kanał sterujący ma ciśnienie równe ciśnieniu w magistrali (1), a kanał pomiarowy ma reduktor (10) stabilizujący ciśnienie powietrza.
2. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że przyłącze (3) do rurociągu magistrali (1) sprężonego powietrza ma główny zawór (4) sterujący, a za nim dwa trójniki (5) połączeń, które łączą przyłącze (3) do magistrali sprężonego powietrza z kanałem upustowym, z kanałem sterującym i kanałem pomiarowym.
3. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że kanał upustowy ma zawór (6) kanału upustowego.
4. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że kanał sterujący ma zawór (7) kanału sterującego, za którym znajduje się złącze (16) kanału sterującego, za którym znajduje się przewód (14) elastyczny łączący kanał sterujący z sondą (15) aerometryczną.
5. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że kanał pomiarowy ma zawór (8) kanału pomiarowego, za którym znajduje się filtr (9) powietrza, za którym znajduje się reduktor (10) ciśnienia powietrza, za którym znajduje się manometr (11), za którym znajduje się przepływomierz (12) elektroniczny, za którym znajduje się szybkozłącze (13) kanału pomiarowego, za którym znajduje się przewód (14) elastyczny łączący kanał sterujący z mobilną sondą (15) aerometryczną.
6. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że sonda (15) aerometryczną składa się z perforowanej rury (17), najlepiej stalowej, z wprowadzonymi do jej wnętrza przewodami sprężonego powietrza, to jest przewodem (18) sprężonego powietrza z kanału sterującego i przewodem (19) sprężonego powietrza z kanału pomiarowego, mającej zbiorniki (20) rozprężne, rozprężające się pod wpływem wprowadzenia do nich sprężonego powietrza, a pomiędzy nimi odcinek, najlepiej na długości 0,25 m, zawierający dysze (21).
7. Urządzenie według zastrz. 6 **znamiennie tym**, że rura (17) ma długość 1 m.
8. Urządzenie według zastrz. 6 **znamiennie tym**, że zbiorniki (20) rozprężne stanowią zbiorniki wykonane z tworzywa sprężystego, najlepiej z gumy.
9. Urządzenie według zastrz. 6 **znamiennie tym**, że ma dwa zbiorniki (20) rozprężne.

Rysunki

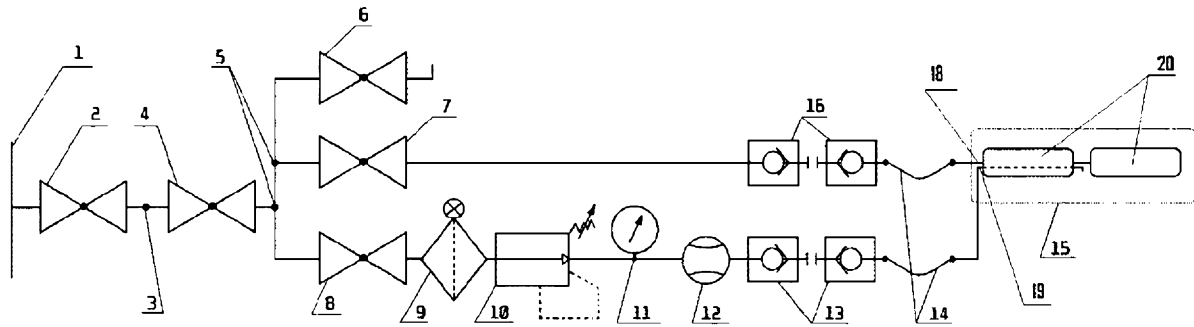


Fig. 1

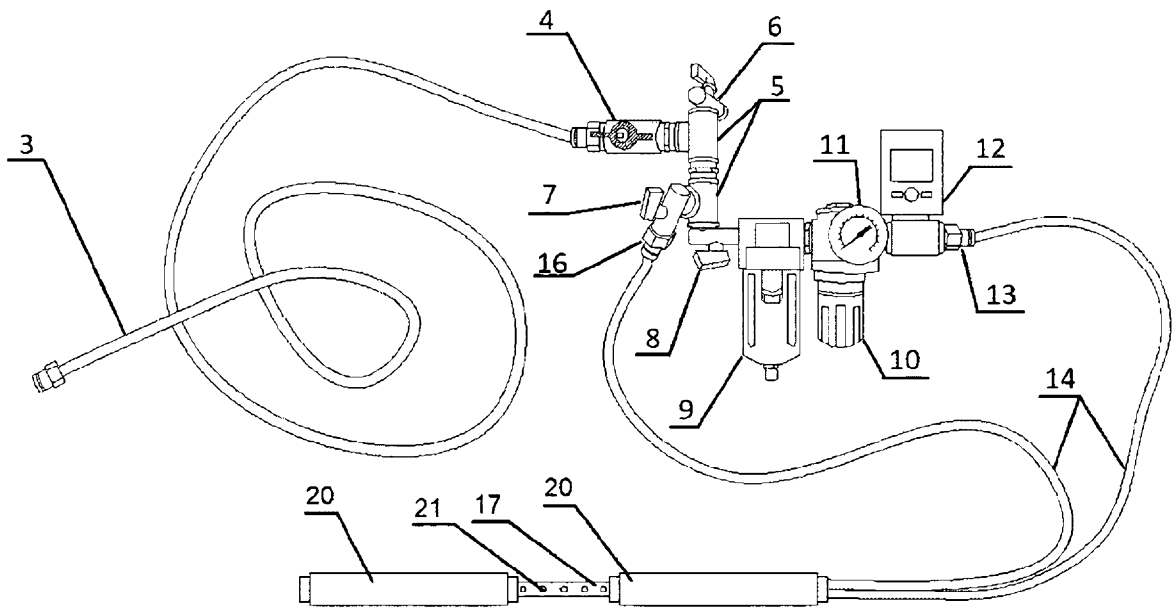


Fig. 2

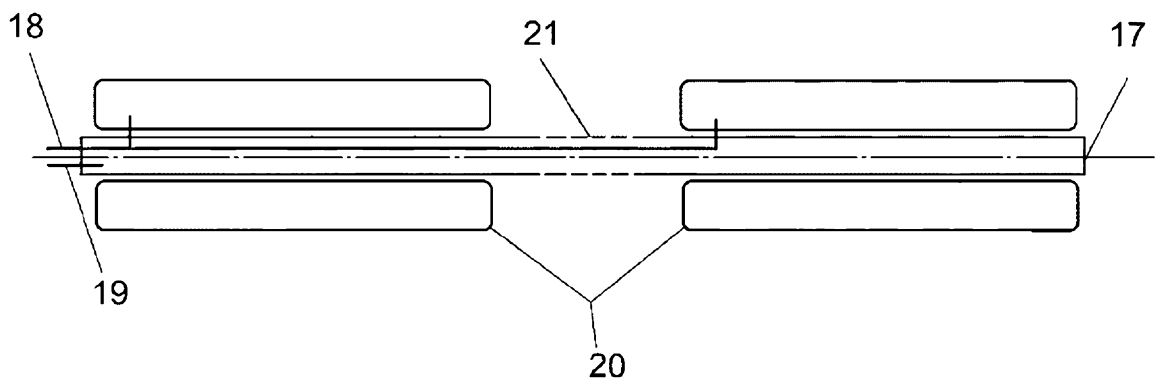
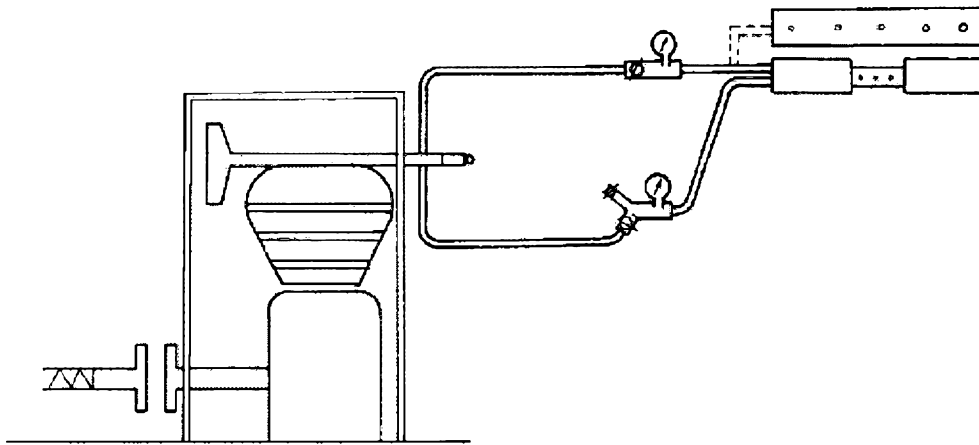


Fig. 3



Rys. 1 (stan techniki)