

444

BE 10

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

Ośrodek Mechatroniki OME

Główny wykonawca doc. dr inż. Tadeusz Gałązka



Wykonawcy Tadeusz Gałązka, Andrzej Staszewski

Konsultant

Nr zlecenia 1471

Analiza możliwości opracowania  
zautomatyzowanego urządzenia  
nawaniającego w oparciu o krajowe  
elementy i zespoły

Zleceniodawca Mazowiecki i Okręgowy Zakład Gazownictwa  
"Gazownia Warszawska" 00-412 Warszawa, ul. Kruczkowskiego

Pracę rozpoczęto dnia 05.04.1994

zakończono dnia 30.11.1994

Z-ca Dyrektora d/s  
Badawczo-Rozwojowych

Kierownik OME

dr inż. Jan Fabrkowski

mgr inż. Maciej Oleksiuk

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 69

Egz. 1 BOINTE

rysunków 17

Egz. 2 MOZG

fotografii -

Egz. 3 MOZG

tabel -

Egz. 4 OME

tablic 1

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 7146

1

## **Analiza deskryptorowa Nawanianie gazu ziemnego**

### **Analiza dokumentacyjna**

Przedmiotem opracowania była analiza polegająca na poznaniu i scharakteryzowaniu elementów i urządzeń zautomatyzowanego urządzenia nawaniającego oraz ocenie możliwości opracowania lub skompletowania z niezbędnymi modyfikacjami podobnego urządzenia podającego bezpośrednio środek nawaniający do gazociągu za pomocą wtryskiwania.

### **Tytuły poprzednich sprawozdań**

*Spis treści*

	str.
1. Podstawa opracowania.....	3
2. Przedmiot opracowania.....	3
3. Wprowadzenie.....	4
4. Rozwiązanie nawaniania wtryskowej.....	8
4.1. Zbiorniki środka nawaniającego.....	9
4.1.1. Zbiornik rezerwowy.....	10
4.1.2. Zbiornik roboczy.....	11
4.2. Pompy dozujące.....	14
4.3. Zespół odpowietrzający.....	17
4.4. Urządzenia pomiarowe i kontrolne.....	19
4.4.1. Gazomierz.....	19
4.4.2. Czujnik poziomu.....	21
4.4.3. Czujnik przepływu.....	22
4.4.4. Czujnik przecieków pompy.....	23
4.4.5. Miernik minimalnych przepływów pompy.....	23
4.5. Zespół wtryskiwacza.....	25
4.5.1. Injektor.....	26
4.5.2. Zawory odcinające i zawór zwrotny.....	27
4.6. Obudowy w układzie nawaniania.....	27
4.6.1. Zabudowa w strefie zagrożonej wybuchem.....	27
4.6.2. Zabudowa w strefie z ogniem otwartym.....	30
4.7. Sterownik.....	31
4.8. Urządzenia pomocnicze.....	36
4.8.1. Pompka ręczna.....	37

c.d. Spis treści	str.
4.8.2. Filtry.....	37
4.8.3. Zawory.....	38
4.8.4. Przewody.....	39
4.8.5. Połączenia.....	40
5. Obsługa układu nawaniania.....	40
6. Wymagania bezpieczeństwa dla układu nawaniającego....	42
6.1. Wymagania dotyczące rozmieszczenia elementów układu nawaniającego.....	44
6.2. Wymagania dotyczące instalacji elektrycznych.....	45
6.3. Inne wymagania.....	47
7. Możliwość budowy układu nawaniającego z zastosowaniem krajowych elementów.....	47
7.1. Główne ograniczenia.....	47
7.2. Wnioski odnośnie podejścia do budowy krajowego urządzenia nawaniającego.....	51

## 1. Podstawa opracowania

Formalną podstawę opracowania stanowi umowa Nr 8/94 zawartaw dniu 5 kwietnia 1994r. w Warszawie pomiędzy:

- "Zamawiającym" Mazowieckim Okręgowym Zakładem Gazownictwa (M.O.Z.G.) "Gazownia Warszawska" z siedzibą 00-412 Warszawa, ul. Kruczkowskiego 2a,
- "Wykonawcą" Przemysłowym Instytutem Automatyki i Pomiarów (PIAP) z siedzibą 02-486 Warszawa, Al. Jerozolimskie 202.

Umowa dotyczy wykonania pracy p.t. "Analiza możliwości opracowania zautomatyzowanego urządzenia nawaniającego w oparciu o krajowe elementy i zespoły".

W oparciu o podpisaną umowę u Wykonawcy otwarto zlecenie o numerze 1471, o takim samym tytule jak w umowie z Zamawiającym.

## 2. Przedmiot opracowania

Stosowane metody nawaniania i wymagania odnośnie utrzymania ustalonej normami intensywności zapachu nawonionego paliwa gazowego wymuszają stosowanie zautomatyzowanych urządzeń nawaniających. Obecnie nie ma produkcji bazyjącej na krajowych opracowaniach zautomatyzowanych urządzeń nawaniających.

Stosowane są natomiast takie urządzenia importowane.

Analiza ma na celu dokonanie przeglądu czy w oparciu o krajowe rozwiązania i produkcję elementów automatyki jest możliwe opracowanie polskiego zautomatyzowanego urządzenia nawaniają-

cego i w jaki sposób powinno się do niego dochodzić.

Ma ona również na celu pokazanie w jaki sposób można za pomocą mniejszych nakładów niż to ma miejsce przy imporcie całych urządzeń nawaniających budować zautomatyzowane urządzenia nawaniające wykorzystując krajowe elementy i zespoły równocześnie importując te, których koszt opracowania i wytworzenia byłby zbyt wysoki albo osiągnięcie odpowiedniej bardzo wysokiej jakości jest obarczone zbyt dużym ryzykiem.

### 3. Wprowadzenie

Nawanie ma zapewnić określoną normą ZN-.../07 intensywność zapachu paliw gazowych dostarczanych użytkownikom za pomocą gazociągowej sieci przesyłowej. Zazwyczaj przyjmowana jest w praktyce intensywność zapachu mieszcząca się między 2 i 3 stopniem z 5-cio stopniowej skali. To znaczy taka intensywność, którą wykrywają ludzie o normalnej kondycji fizjologicznej posiadający uznawany za normalny zmysł powonienia.

Nawanie gazu przeprowadza się zazwyczaj na odcinku gazociągu średniego ciśnienia między stacją redukcyjną a zespołem zaporowo-upustowym średniego ciśnienia.

Sam proces nawaniania gazu powinien odbywać się samoczynnie bez stałego nadzoru.

Intensywność minimalnego stężenia zapachu gazu określana jest w punktach najbardziej oddalonych od miejsca nawaniania. Określenie intensywności zapachu przeprowadzone jest w sposób

nieciągly. Obecnie stosowane w Mazowieckim Okręgu Gazownictwa metody pomiaru intensywności zapachu jak i stosowana aparatura nie pozwalają na powiązanie w jednym układzie regulacyjnym pomiaru z prowadzeniem procesu nawonienia w tym samym czasie.

Należy nadmienić, że nowoczesne zestawy pomiarowe mierzące stężenie środka nawaniającego w gazie i przekazujące wyniki pomiarów w postaci znormalizowanych sygnałów bardziej dostosowane są do laboratoryjnych badań sprawdzających niż do zastosowań w układach regulacji a ich koszt porównywalny jest z kosztem nowoczesnego zautomatyzowanego zestawu nawaniającego. Ze względu na koszt i/lub potrzebę dodatkowych rozwiązań technicznych sposobu pomiarów intensywności zapachu nawanianego gazu obecnie stosowane układy regulacyjne urządzeń nawaniających nie wykorzystują zestawów pomiarowych intensywności zapachu w swym rozwiązaniu. Znaczy to, że obwody regulacji stosowane obecnie w urządzeniach nawaniających nie bezpośrednio utrzymują żadaną stałą wartość intensywności zapachu nawanianego gazu niezależnie od występujących zakłóceń ale realizują to w sposób pośredni. Odpowiada to układowi regulacyjnemu otwartemu (bez sprzężenia zwrotnego), który zazwyczaj zapewnia mniejszą jakość utrzymania stałej wartości wielkości regulowanej.

Wymaganą intensywność zapachu w zależności od składu chemicznego paliwa gazowego i rodzaju środka nawaniającego, co w kraju powinno być oparte o zalecenia norm ZN-.../02; ZN-.../07 i ZN-.../08, otrzymuje się w wyniku dodania

ustalanej ilości środka nawaniającego do 1 m<sup>3</sup> gazu w warunkach uznawanych za normalne.

Jeśli więc dodawać będziemy ustaloną ilość środka nawaniającego na każdy metr sześcienny gazu w warunkach normalnych powinniśmy uzyskać stałą intensywność zapachu nawanianego gazu. Oczywiście powinna to być taka ilość środka nawaniającego, w której uwzględniono korekty dopasowujące ilość dodawanego środka nawaniającego do ilości przesyłanego gazu dla rzeczywistych parametrów obiektu regulowanego, przez który dostarczany jest on użytkownikom. To znaczy w zależności od sposobu wprowadzania środka nawaniającego do gazu, stanu i sposobu prowadzenia rurociągów i ich wielkości, maksymalnej odległości przesyłu itp.

Niezależnie od potrzeby uwzględnienia wymienionych uwarunkowań ilość doprowadzanego środka nawaniającego powinna zmieniać się analogicznie jak zmienia się strumień objętości dostarczanego gazociągiem paliwa gazowego. Rozwiązanie podawania skorygowanej ilości środka nawaniającego w zależności od zmian strumienia objętości jest ponadto niejawnym zastąpieniem pomiaru intensywności zapachu nawanianego gazu. Zastąpienie to należy rozumieć w ten sposób, że zamiast oddziaływania korygującego niwelowania różnicy (uchybu) między wartością nastawioną a pomierzoną intensywności zapachu układ regulacji dostarcza ustaloną, nie zawsze odpowiadającą potrzebom, ilość środka nawaniającego proporcjonalnie do zmian strumienia objętości nawanianego gazu. Natomiast niwelowanie uchybu niezależnego



od zmian strumienia objętości a zależnych od innego rodzaju zakłóceń np. wynikających ze zmian temperatury, składu gazu itp. odbywa się poprzez korektę nastawy.

Z reguły korekta nastawy powinna być wprowadzona po pomiarach laboratoryjnych intensywności zapachu u użytkownika w najbardziej odległym punkcie gazociągu.

Sama nastawa polega na ustawieniu ilości środka nawaniającego jaką zespół wykonawczy - zasilający układu regulacji ma dostarczyć do gazu np. w przeliczeniu na 1 Nm<sup>3</sup> gazu.

Laboratoryjny pomiar intensywności zapachu służy natomiast korektom samej receptury określającej, że dla takiego rodzaju gazu doprowadzenie określonej ilości środka nawaniającego do 1 Nm<sup>3</sup> gazu powoduje, że jego intensywność zapachu będzie odpowiadała konkretnej wartości stopnia zapachu.

Pamiętać jednak należy, że postępowanie zgodnie z recepturą bez sprzężenia od mierzonej rzeczywistej wartości stopnia zapachu ustala go praktycznie tylko na odcinku gazociągu leżącym poza nawianialnią a nie w najbardziej odległym punkcie gazociągu. Co powinno być uwzględnione przy wprowadzaniu korekty.

Z analizy stosowanych zagranicą rozwiązań urządzeń nawaniających i przyjętych zasad nawonienia gazu widoczne jest, że obecnie nowoczesne rozwiązania wykorzystują zasadę bezpośredniego dozowania środka nawaniającego do gazociągów za pomocą urządzeń wtryskowych.

Z firm zagranicznych specjalizujących się w urządzeniach do nawaniania takie rozwiązania produkuje firma Lewa oraz firma

RMG MeBtechnik GmbH.

Przegląd i analizę stosowanych i proponowanych modernizacji i nowych rozwiązań urządzeń nawaniających zawiera opracowanie dla Pionu Technik Gazowych Mazowieckiego i Okręgowego Zakładu Gazownictwa - sprawozdanie nr rejestracyjny 7107.

#### 4. Rozwiązanie nawianialni wtryskowej

Nawianialnie wtryskowe są układami zestawianymi z opracowanych i/lub adaptowanych elementów, zespołów lub urządzeń dla instalacji chemicznych i środków automatyki dostosowanych do pracy w tym przemyśle. Celem modyfikacji lub nowych opracowań jest dostosowanie elementów, zespołów i urządzeń do realizowanych przez urządzenia nawaniające funkcji. Dostosowanie do różnych rodzajów środków nawaniających jak i zapewnienia bezpieczeństwa przy pracy ze względu na zagrożenie pożarowe i wybuchowe oraz eliminacji uciążliwości dla otoczenia jakie mogą wystąpić podczas normalnej eksploatacji ze względu na właściwości fizyko-chemiczne środków nawaniających.

Nawianialnie wtryskowe są układami w znacznym stopniu zautomatyzowanymi, co wynika z konieczności niezależnego od nadzoru kontrolowania i reagowania podczas prowadzenia procesu, by wyeliminować potencjalne zagrożenia jakie ten proces stwarza, jak i umożliwić pracę bez stałego nadzoru.

Schemat blokowy typowego rozwiązania nawianialni wtryskowej pokazano na rys. 1.

#### 4.1. Zbiorniki środka nawaniającego

Klasyczne rozwiązanie układu nawaniającego zawiera zbiornik roboczy zazwyczaj zintegrowany z pompą dozującą oraz zbiornik rezerwowy.

W czasie pracy zbiornik rezerwowy włączony jest do układu nawaniającego. W związku z możliwością wymiany zbiornika rezerwowego bez wyłączania z pracy całego układu nawaniania wskazane jest umiejscowienie w szafie drugiego zbiornika rezerwowego w okresie poprzedzającym osiągnięcie stanu "rezerwa". Zapewnia to utrzymanie się ciągłości nawaniania niezależnie od zdarzeń losowych. Ma również wpływ na właściwą organizację dostaw środka nawaniającego oraz systematyczną kontrolę nadzoru i reagowanie na sygnalizowane odchylenia od właściwych reżimów pracy układu nawaniania.

Rozwiązanie konstrukcyjne zbiorników powinno uwzględniać następujące wymagania.

Zbiorniki napełnia się środkiem nawaniającym łatwo zapalnym wybuchowym i działającym agresywnie na materiały. Narzuca to wykonanie zbiorników ze stali chromo-niklowych bez dodatku miedzi i aluminium. Takie wykonanie materiałowe zmniejsza ciężar zbiornika dla takiego samego okresu eksploatacji nawet do 2,5 razy w stosunku do wykonania ze stali St3s, która jest stosowana w kraju na zbiorniki dla środków nawaniających.

Wykonanie zbiornika ze stali chromo-niklowej zapobiega również korozji, występującej przy zbiornikach wykonanych ze stali St3s. Efektem korozji są drobiny, które wymieszane

z środkiem nawaniającym powodują niewłaściwą pracę elementów automatyki (zapychanie dysz i miniaturowych kanałów) oraz szybsze zużycie a nawet zacieranie części ruchomych elementów nawianialni. Zwrócić należy uwagę na warunki obciążeń ciśnieniem zbiorników. Właściwa praca układu doprowadzania środka nawaniającego ze zbiornika roboczego do pompy i przy uruchamianiu całego układu wymaga zadania podciśnienia rzędu 250 mbar. Natomiast opróżnienie zbiornika roboczego dla płukania może wymagać doprowadzenia nadciśnienia (powietrza lub azotu) rzędu 0,4 MPa. Analogiczne nadciśnienie może być doprowadzone do zbiornika rezerwowego przy jego opróżnianiu lub przelewaniu resztek środka nawaniającego do zbiornika roboczego lub z jednego zbiornika rezerwowego do drugiego.

#### 4.1.1. Zbiornik rezerwowy

W zautomatyzowanych układach nawaniania z bezpośrednim dozowaniem środka nawaniającego normalna procedura uzupełniania środka nawaniającego przewiduje wymianę zbiornika rezerwowego a nie napełnienie zbiornika rezerwowego ze zbiornika transportowego.

Tym samym zbiornik rezerwowy środka nawaniającego jest zbiornikiem transportowym. Podlega więc ostrzejszym rygorom dopuszczeń i sprawdzeń. Dopuszczony powinien być przez Urząd Dozoru Technicznego i podlegać sprawdzeniu ze współczynnikiem bezpieczeństwa 2,5 a nie 1,5 jak to przyjmuje się dla

zbiorników rezerwowych stacjonarnych.

Pojemność zbiorników rezerwowych nie jest znormalizowana, obecnie najpowszechniej stosowane są zbiorniki o pojemności 25, 50, 100 i 200 litrów. Wymagania odnośnie zbiorników ujmuje ZN.../03 dotycząca nawaniania paliw gazowych - Pojemniki wielokrotnego zużycia dla środków nawaniających.

Podjęta decyzja Dyrektora Pionu Techniki Gazowych i zawarcie umów na uruchomienie produkcji w kraju zbiorników ze stali chromo-niklowej przez Przedsiębiorstwo Produkcyjno Usługowe "UNION" Spółka z o.o. w Sopocie powoduje rozwiązanie problemu izunifikowanych zbiorników transportowych dla THT i Merkaptanu w skali ogólnokrajowej.

Niezależnie od tego jest właściwym rozwiązaniem dla budowy krajowego rozwiązania nawaniania wtryskowej.

Przewiduje się, że koszt wyprodukowanego w kraju zbiornika będzie tańszy od 2 do 3 razy od zbiorników importowanych z takimi układami.

#### 4.1.2. Zbiornik roboczy

Zarówno w rozwiązaniu układów nawaniających Lewa typu DA7 jak i DA8 oraz RMG MeBtechnik GmbH typu GOE-07 zbiorniki robocze dla tych układów spełniają nie tylko funkcję zasobników środka nawaniającego.

W rozwiązaniach obu firm wraz z mocującą obudową, zbiorniki te tworzą jednolitą konstrukcję wykonaną ze stali kwasood-

pornej. Zbiornik wyposażony jest w czujnik krańcowy poziomy i może być kompletowany z miernikiem szklanym w obudowie metalowej dla wizualnego sprawdzania poziomu w zbiorniku.

Różnice rozwiązań obu firm dotyczą:

- sposobu połączeń i współpracy między zbiornikiem roboczym i rezerwowym,
- sposobu połączeń z atmosferą dla odpowietrzenia pomp dozujących,
- układu połączeń dla rozruchu przy uruchamianiu całego układu,
- umiejscowieniu i podłączeniu przepływomierza wydatku pompy stosowanym w układach DA i GOE-07,
- brakiem przyrządu pomiarowego (mikro-wydatku) w układzie nawaniającym typu GOE07 oraz brakiem wakuometrów w układach DA7 i DA8,
- różnicami w połączeniach i armaturze przełączająco odcinającej dla spustu środka nawaniającego, płukaniu układu, wymiany zbiorników rezerwowych, kontroli osiągnięcia stanów rezerwy, pompowania zwrotnego itp.

Przytoczone takie same i różniące się rozwiązania są w sposób czytelny widoczne na rysunku Nr 4 całego układu GOE-07 i rysunkach od 5 do 14 układów nawaniania DA7 i DA8.

Podany opis jednoznacznie pokazuje, że opracowanie zbiornika roboczego jest ściśle związane z dobraną dla danego układu nawaniającego pompą, aparaturą pomiarową i armaturą przełączająco odcinającą. Zależy ono ściśle od organizacji pracy

14

stanowiska dla realizacji niezbędnych czynności dla tego rodzaju układów dozowania za pomocą pompy takich jak:

- odpowietrzenie,
- płukanie,
- uruchomienie,
- procedury postępowania w stanach osiągnięcia rezerwy,
- wymiany zbiornika rezerwowego,
- zwrotnego przepompowania,
- realizacji funkcji kontrolnych itp.

Natomiast pojemność zbiorników roboczych nie jest zunifikowana i np. w przyjętych do ilustracji układów nawaniających obu firm wynoszą dla: DA7 - 7 litrów, DA8 - 25 litrów oraz GOE-07 - 5 litrów.

W rozwiązaniu należałoby starać się by pojemność zbiornika roboczego po osiągnięciu stanu rezerwy była wystarczająca dla przepompowania do niej ze zbiornika rezerwowego większości pozostałego środka nawaniającego. Należy wtedy uwzględnić podaną różnicę umiejscowienia przy dnie zbiornika końcówki przewodu zasysającego środek nawaniający. Zalecaną różnicę poziomów między zbiornikiem roboczym i zbiornikiem rezerwowym podano na rys. 4 i oznaczono  $h_1$  i  $h_2$  dla układu GOE-07 oraz podanych na rys. 5, 6 i 11, 12 różnic poziomu między zbiornikiem roboczym a zbiornikiem rezerwowym dla układów DA7 i DA8.

Należy zwrócić uwagę, że najbardziej racjonalnym byłoby takie oprogramowanie układu sterującego by moment przepompowania następował przy ściśle określonej niewielkiej objętości środka

nawaniającego w zbiorniku roboczym np. w stanie osiągnięcia rezerwy. Natomiast wymiana zbiornika rezerwowego następowała w okresie od zakończenia przepompowania do ponownego osiągnięcia stanu rezerwy po zużyciu przepompowanego środka nawaniającego.

Przywołane dla ilustracji rozwiązanie obu firm tego ograniczenia nie posiadają co komplikuje organizację zwrotnego przepompowania i umiejscowienia w czasie wymiany zbiorników rezerwowych.

Podany opis miał na celu pokazanie, że konstrukcja zbiornika roboczego nie powinna bazować na przytoczonych rozwiązaniach ale powinna zależeć ściśle od zmodyfikowanego własnego rozwiązania oraz od dobranych na krajowym rynku elementów łączących, armatury przełączająco odcinającej i organizacji pracy układu nawaniania dla koniecznych do wykonania czynności obsługowych i konserwacyjnych oraz uruchomieniowych.

#### 4.2. Pompy dozujące

Pompy dozujące stanowią najważniejsze urządzenia w całym zestawie nawaniania wtryskowego.

W ramach zakupów z importu w Polsce dla nawaniania wtryskowego znalazły zastosowanie pompy typu MAH oraz MLM firmy Lewa i typu LA6,5 oraz LA4,5 firmy RMG MeBtechnik GmbH.

Są to pompy napędzane silownikami elektromagnetycznymi zasilanymi w tworzywem, zasilane napięciem 220 V prądu zmiennego, - pompy MAH i MLM, a 200 V prądu stałego, pompy LA6,5 i LA4,5.



W pompach firmy Lewa ilość jaką trzeba dostarczyć środka nawaniającego dobierana jest w oparciu o

- wybór typu pompy,
- dobranie jednej z trzech średnic tłoczków pompy w taki sposób by móc dostarczyć odpowiednią ilość środka nawaniającego na 1 Nm<sup>3</sup> gazu dla przewidywanej ilości jaka będzie pobierana w jednostce czasu przez użytkowników przy eksploatacji i zapewnienie maksimum wydatku przy przewonieniu. Dobór pompy i nastaw należy dokonać w oparciu o charakterystykę dla pomp MAH i MLM podaną na rys. 2 i dane zestawione w Tabeli 1 mówiące o ilości przypadających na 1 m<sup>3</sup> gazu impulsów, wielkości zbiornika jaki należy przyjąć dla dobranej pompy i innych danych wyjściowych urządzenia nawaniającego.

W pompach LA6,5 i LA4,5 objętość skokowa nastawiana jest bezstopniowo. Dla pompy LA6,5 nastawa realizowana jest dla THT w przedziale od 10 do 150 mm<sup>3</sup> na skok, przy czym maksymalna częstotliwość wynosi ok. 3600 skoków na godzinę.

W pompach LA4,5 dozowanie dla osiągnięcia określonej koncentracji mg/Nm<sup>3</sup> gazu uzyskuje się poprzez nastawę maksymalnej lub minimalnej objętości skokowej pompy i odpowiadającego im maksymalnego i minimalnego zakresu częstotliwości - zmian strumienia objętości przepływającego gazu. I tak koncentrację 20 mg/Nm<sup>3</sup> THT w jednym m<sup>3</sup> gazu w warunkach normalnych można uzyskać bądź w przedziale maksymalnej częstotliwości pracy 300 do 57600 Nm<sup>3</sup>/h bądź przedziale minimalnej częstotliwości pracy

30 do 500 Nm<sup>3</sup>/h.

Pompy MAH, MLM mogą w niektórych przypadkach podawać bezpośrednio środek nawaniający do wtryskiwacza umieszczonego w gazociągu.

Natomiast pompy typu LA6,5 i LA4,5 podawają środek nawaniający wprost do wtryskiwacza.

W zwizku z tym przy doborze tych pomp istotna jest znajomość charakterystyk zmian wydatku pompy w zależności od przeciwdziałania ciśnienia paliwa gazowego w gazociągu. Charakterystykę taką dla pomp LA6,5 i LA4,5 podano na rys.3.

Urządzenia z ruchomymi częściami zasilane prądem elektrycznym stwarzają szczególne zagrożenie spowodowania zapłonu lub wybuchu środka nawaniającego.

Srodek nawaniający jest silnie agresywny dla większości metali kolorowych oraz gumy. Ze względu na własności wymienione powyżej i intensywność zapachu niedopuszczalne są wycieki środka nawaniającego. Stwarza to szczególnie trudne wymogi dla jakości uszczelnień stałych i w częściach ruchomych pracujących bez stałego nadzoru przez długi okres czasu. W związku z powyższym do układów nawaniania bądź powinno dobierać się pompy z odpowiednimi dopuszczeniami i atestami z badań pełnych typu oraz badań eksploatacyjnych przeprowadzanych w dłuższym okresie czasu na rzeczywistych obiektach komunalnych lub przemysłowych. Albo w oparciu o przedstawione dopuszczenia uzyskane przez producenta pomp trzeba potwierdzić (nawet w badaniach laboratoryjnych i/lub przyspieszonych eksploatacyjnych) ich

jakość i zgodność z Polskimi Normami przed zastosowaniem w krajowych nawaniarniach gazu opałowego.

Obudowy i elementy metalowe pomp typu MAH i MLM oraz typu LA6,5 i LA4,5, wykonywane są ze stali chromo-niklowych uszczelniane modyfikowanymi uszczelnieniami teflonowymi.

Pompy LA mają szafirowe tłoki i rubinowe zawory a pompy MAH i MLM gniazda ceramiczne i tłoczki (kulki) rubinowe. Omówione pompy obu firm są w kraju oferowane w układach nawaniania bądź przez firmę "UNION", pompy typu LA bądź przez przedstawicielstwo firmy Lewa (pompy MAH i MLM), która ma swój oddział w Warszawie.

#### 4.3. Zespół odpowietrzający

Podstawowym zadaniem zespołu odpowietrzającego jest umożliwienie odprowadzenia powietrza zmieszanego z parami środka nawaniającego z układu nawaniania do atmosfery. Taka potrzeba występuje przy uruchomieniu układu nawaniania. Związane jest to z odpowietrzeniem pompy dozującej i w przypadku, gdy w odpowiednim czasie nie nastąpiło przepompowanie środka nawaniającego i/lub wymiana zbiornika rezerwowego. W rezultacie ze zbiornika roboczego nastąpiło wyssanie środka nawaniającego i zapowietrzenie pompy. Ponadto może wystąpić przypadek potrzeby wyrównania ciśnienia wewnątrz układu nawaniania np. do poziomu ciśnienia atmosferycznego.

Ponieważ przy odpowietrzaniu odprowadzane jest z układu powietrze zmieszane z parami środka nawaniającego zespół odpowietrzający powinien zapewnić:

- neutralizację par środka nawaniającego,
- załączanie ręczne i w układzie automatyki procesu odpowietrzania,
- wyprowadzenie wylotu powietrza z układu poza pomieszczenie nawaniania a w szczególności poza szafę lub obudowę układu nawaniającego tak by nie było to wyczuwalne przez obsługę.

Ma to na celu zapobieżenie by nie następowało niszczące oddziaływanie na materiał obudowy szafy i osprzętu pomocniczego w nawanianiu jak i po to by zminimalizować oddziaływanie na ludzi w trakcie obsługi, serwisu lub uruchamiania układu.

Rozwiązanie techniczne zespołu odpowietrzającego sprowadza się do połączenia zbiornika roboczego z otaczającą atmosferą na zewnątrz nawaniania za pomocą przewodu. W obwód przewodu włączone zazwyczaj są elementy załączania i wyłączania (zawory ręczne i/lub elektromagnetyczne) sterowane ręcznie i/lub sterowane automatycznie oraz zbiornik spełniający rolę neutralizatora wypełniony pochłaniaczem środka nawaniającego. Zazwyczaj zbiornik neutralizatora wypełniony jest granulowanym węglem aktywowanym. Sam przewód wykonywany jest zazwyczaj ze stali kwasoodpornej o średnicy 6 mm i grubości ścianki 1 mm.

Wylot ze zbiornika neutralizatora wyprowadzony jest do atmosfery poza nawanianie. Zbiornik neutralizatora powinien być albo łatwo wymienialny lub posiadać konstrukcję umożliwiającą

łatwą wymianę neutralizatora.

Ze względu na sposób rozwiązania sterowania urządzeniem nawaniającym zespół odpowietrzający powinien być dopasowanym rozwiązaniem do rozwiązania całego układu nawaniania. W omawianych i przytoczonych w opracowaniu rozwiązaniach dwu firm ma to miejsce. Istnieje również pełna możliwość jego wykonania w kraju.

#### 4.4. Urządzenia pomiarowe i kontrolne

Rozbudowany automatycznie działający układ nawaniania wtryskowego zawiera następujące elementy pomiarowe i kontrolne:

- gazomierz,
- czujnik poziomu,
- czujnik przepływu,
- czujnik przecieków pompy,
- miernik małych przepływów.

Zazwyczaj stosuje się bądź czujnik przepływu bądź miernik małych przepływów.

##### 4.4.1. Gazomierz

Gazomierz spełnia podstawową rolę we wszystkich układach zautomatyzowanego nawaniania. Służy bowiem do poinformowania układu nawaniającego jaka ilość gazu jest podawana dla użytkowników gazociągiem. Tym samym określona zostaje dawka środka nawaniającego jaką należy wtłoczyć by uzyskać wymaganą intensywność zapachu gazu.

Rozwiązanie wtryskowego podawania do gazu środka nawaniającego realizowane jest w zautomatyzowanych układach nawaniania za

pomocą pomp dozujących. Odpowiednie zmiany ilości podawanego do gazu środka nawaniającego realizowane za pomocą pomp dozujących dokonywane są zazwyczaj poprzez zmianę częstotliwości tłoczonych dawek, proporcjonalnie do zmian strumienia objętości przepływającego gazu.

Jeśli na wyjściu gazomierza mamy odpowiadający zmianom strumienia objętości zunifikowany sygnał to od pomiaru do wtłoczenia środka nawaniającego posługiwać można się sygnałami dyskretnymi i cyfrowymi. Ma to miejsce gdy zastosowany zostanie gazomierz turbinowy generujący odpowiednią ilość impulsów zależną od strumienia objętości przepływającego gazu ilość lub zmiany prądu w przedziale 0/4 - 20 mA. Przy zastosowaniu innego typu gazomierzy na ogół występują konieczności dodatkowego przetworzenia sygnałów analogowych na cyfrowe co podwyższa koszt układu nawaniania.

Należy zwrócić uwagę, że w przypadku gazomierzy turbinowych z korektorami można zmniejszyć błąd osiągnięcia zadanego stopnia intensywności zapachu.

Mierzony strumień objętości wtedy może być wyrażony w Nm<sup>3</sup> na przyjętą jednostkę czasu tym samym eliminowane są w dużym stopniu zakłócenia wynikające ze zmian wzajemnie na siebie oddziałujących wielkości takich jak objętość, temperatura i ciśnienie w miejscu pomiaru.

Instalowane na gazociągach gazomierze turbinowe są dla większości przypadków urządzeniami produkowanymi w kraju i mogą być wyposażone w korektory. Na krajowym rynku istnieje również

możliwość zakupu gazomierzy różnych firm, droższych od wytwarzanych w kraju.

#### 4.4.2. Czujnik poziomu

Dla uniknięcia zapowietrzenia pompy dozującej zbiornik roboczy wyposażony jest w czujnik poziomu. W rozwiązaniach stosowanych w układach nawaniania wykorzystywane są czujniki pływakowe. Po osiągnięciu poziomu rezerwy przez pływak następuje rozwarcie zestyku elektrycznego czujnika załączając w układzie sterowania wskaźnik "stan awaryjny" i "minimalny stan napełnienia".

Należy zwrócić uwagę, że kontrola i równoczesne wyzwolenie sygnału elektrycznego przy osiągnięciu poziomu rezerwy w zbiorniku roboczym może być wykorzystana do automatycznego przepompowania odpowiadającej mu rezerwie środka nawaniającego ze zbiornika rezerwowego do zbiornika roboczego przed jego wymianą.

By to było możliwe objętość zwolniona (ponad poziom rezerwy) w zbiorniku roboczym powinna być większa od możliwej do przepompowania objętości środka nawaniającego w zbiorniku rezerwowym. Osiąganie takiego stanu służy napowietrzenie i wzajemne umiejscowienie względem siebie zbiornika roboczego i rezerwowego w układach nawaniania DA7 i DA8 patrz rys. od 5 do 14 a w przypadku układu GOE-07 wysysanie - wytwarzanie podciśnienia i również odpowiednie wzajemne usytuowanie względem siebie zbiorników roboczego i rezerwowego - patrz rys.4.

Istnieje możliwość w pełni zautomatyzowanego rozwiązania lub zastąpienia omówionego rozwiązania po zaadoptowaniu elementami wytwarzanymi w kraju w cenie niższej niż czujniki importowane tego typu. Zaadoptowanie polegałoby na dostosowaniu do pracy z środkiem nawaniającym.

#### 4.4.3. Czujnik przepływu

Czujnik ten jest instalowany na wyjściu pompy dozującej. Obie przywołane do zilustrowania rozwiązań układów nawaniania wtryskowego firmy zastosowały tę samą zasadę działania i wskazań dla wizualnego odczytu i jest on jeszcze dodatkowo wykorzystywany, do przekazywania informacji przez czujnik kontaktowy do sterownika dla sygnalizacji czy pompa tłoczy, czy nie i inicjowania wtedy wskazania "błąd tłoczenia", który może być kasowany wyłącznie przez obsługę. Konstrukcja czujnika bazuje na rozwiązaniu rotametu, w którym pływak przenosi wartość mierzonego przepływu, generowanego przez pompę dozującą, na wskazówkę poprzez sprzęgło magnetyczne i powoduje inicjowanie wskazania przez sterownik "błąd tłoczenia" jeśli wychylenie ustawianego zakresu na skali podziałowej nie zostanie osiągnięte.

Aktualnie nie znaleziono dostosowanego do pracy z środkami nawaniającymi analogicznego czujnika wytwarzanego w kraju. Natomiast istnieje realna szansa adoptowania lub opracowania czujnika w nowocześniejszym wykonaniu.



#### 4.4.4. Czujnik przecieków pompy

Czujnik przecieków pompy stanowi integralny zespół głowicy pompy dozującej. Zadaniem czujnika jest wykrywanie nieszczelności powstałych w wyniku uszkodzenia membrany lub rozszczenia układu w części tłocznej pompy. Powoduje to podwyższenia ciśnienia np. w komorze gdzie jego wartość jest niska powodując wtedy załączenie mikrowyłącznika. Następuje wtedy zgaszenie wskazania "Pompa O.K." i zapalenie wskaźnika "stan awaryjny". Równocześnie następuje wyłączenie pompy oraz może zostać włączona sygnalizacja dźwiękowa i świetlna.

Konstrukcja czujnika jest ściśle związana z konstrukcją i typem pompy i aktualnie nie jest brane pod uwagę adoptowanie lub opracowanie takiego czujnika.

#### 4.4.5. Miernik minimalnych przepływów pompy

Rozwiązanie z miernikiem minimalnych przepływów stosuje firma Lewa.

Miernik w połączeniu z układem nadążnym regulatora wyposażonego w zintegrowany o dużej skali integracji specjalizowany układ mikroprocesorowy służy do kontrolowania, pomiaru i regulacji dozowania podawanych małych dawek środka nawaniającego przez pompę układu nawaniającego.

Zasada działania polega na wyzwaniu sygnałów elektrycznych w skrajnych położeniach rurki pomiarowej przez przesuwający się wewnątrz niej tłok z rdzeniem magnetycznym. Rurka pomiarowa zasilana jest przemiennie raz z jednego a następnie

drugiego końca przez pompę dozującą. Na końcach rurki znajdują się trójdrożne zawory elektromagnetyczne załączane przemienia dla podania środka nawaniającego z pompy lub połączenia z zespołem wtryskiwacza. Jeśli z pompy dozującej zasilany jest jeden koniec rurki pomiarowej to drugi koniec zostaje otwarty i połączony z zespołem wtryskiwacza co umożliwi przemieszanie tłoka i wytłaczanie środka nawaniającego. Po osiągnięciu granicznego położenia następuje przesterowanie zaworów elektromagnetycznych by w analogiczny sposób przetłaczać środek nawaniający do zespołu wtryskiwacza z drugiego końca.

Zainicjowane w krańcowych położeniach sygnały uruchamiają zliczanie, w czasie przejścia pomiędzy krańcowymi położeniami częstości pracy pompy i porównaniu jej z zadaną wartością odpowiadającą określonej dawce środka nawaniającego np. na  $1 \text{ Nm}^3$ .

Jeśli występuje różnica - uchyb pomiędzy wartością zadaną i pomierzoną, określa ona czy dozowanie jest nadmierne lub czy niewystarczające. W zależności od wartości i znaku różnicy regulator nadażny generuje odpowiedni sygnał zmiany nastawy pompy przez zmianę jej częstotliwości.

Sama nazwa miernika wynika z wielkości małych przepływów występujących przy dozowaniu. Korekta natomiast dotyczy zarówno zbyt małego jak i nadmiernego dozowania.

Rozwiązanie analogicznego miernika jest obecnie możliwa do zrealizowania w kraju. Jest ono również wskazane ze względu na rozwiązanie problemu pomiarów strumienia objętości dla małych

przepływów. Potrzeba taka występuje nie tylko przy nawanianiu ale i dla zastosowań w przemyśle spożywczym, chemicznym, farmaceutycznym i innych.

Przewiduje się, że opracowany miernik nie powinien być droższy od kupowanych z importu.

#### 4.5. Zespół wtryskiwacza

Zespół wtryskiwacza ma za zadanie doprowadzenie tłoczonego dawkami środka nawaniającego do gazociągu. Równocześnie chodzi o takie doprowadzenie środka nawaniającego by w maksymalnym stopniu następowało jego odparowanie albo rozpylanie na jak najmniejsze cząstki mieszające się z przepływającym gazem. Niezależnie od tego służy on do zabezpieczenia układu nawaniania od przedostawania się do jego elementów i instalacji gazu z rurociągu, oraz służy możliwości szybkiego odłączania układu nawaniania od gazociągu.

Zespół wtryskiwacza zawiera:

- injektor - dyszę wtryskową
- ręczny zawór odcinający
- zawór zwrotny
- elektromagnetyczny zawór odcinający

Wymienione elementy połączone są szeregowo w jeden zespół. Połączenie z rurociągiem odbywa się przez przyspawanie wokół wykonanego w nim otworu kostki - gniazda z otworem przelotowym. Do gniazda przyłączony jest wpuszczany do gazociągu

injektor a z drugiej strony połączone szeregowo zawory wymienione powyżej. Zazwyczaj jednak elektromagnetyczny zawór odcinający umiejscowiony jest bądź przy wylocie pompy dozującej bądź przy mierniku minimalnych przepływów.

#### 4.5.1. Injektor

Injektorem jest rurka z otworami z zaślepionym dnem. Sposób zainstalowania injektora pokazano na rys. 15.

Injektor nieraz wypełniony jest łatwo wchłaniającą cieczą masą z tworzywa sztucznego dla zmniejszenia intensywności i porywania dużych cząstek środka nawaniającego.

W rurce injektora znajdują się catery wzajemnie do siebie parami prostopadle usytuowane rzędy otworów. Usytuowanie ich w gazociągu powinno być takie by dwa rzędy otworów stanowiły boczne krawędzie opływane gazem a jeden rząd (był naprzeciw strumienia gazu a drugi w cieniu aerodynamicznym, co pokazano również na rys. 15.

Z opływającego strumieniem gazu injektora zasycane są pary i porywane drobne cząstki środka nawaniającego mieszające się intensywnie ze strumieniem o zintensyfikowanej injektorem turbulencji.

Sprawdzenie i dobór optymalnych rozwiązań nie nastręcza istotnych trudności dla wykonania w kraju injektora dobranego do średnicy rurociągu i wartości wielkości strumienia objętości gazu przy jego nawanianiu. Natomiast koszt wykonania krajowego

szacuje się na dwukrotnie mniejszy od zakupu z importu.

#### 4.5.2. Zawory odcinające i zawór zwrotny

Zawory niezbędne dla zespołu wtryskiwacza są handlowo dostępne na krajowym rynku. Ze względu jednak na przystosowanie do pracy przy bezpośrednim oddziaływaniu środka nawaniającego powinny być one kupowane od zagranicznych dostawców.

#### 4.6. Obudowy w układzie nawaniania

Lokalizacja elementów i instalacji układu nawaniania w strefie zagrożonej wybuchem i w strefie z ogniem otwartym powoduje potrzebę uporządkowanej ich zabudowy.

##### 4.6.1. Zabudowa w strefie zagrożonej wybuchem

Normy Zakładowe ZN.../06 PGNiG Warszawa dopuszcza instalowanie urządzeń nawaniających we wspólnym obiekcie z innymi urządzeniami stacji gazowych i tłoczni gazu jednak pod ściśle określonym warunkiem. Warunek polega na tym, że urządzenia nawaniałni powinny znajdować się w oddzielnym pomieszczeniu z niezależnym wejściem szczelnie oddzielonym ścianami pełnymi od innych pomieszczeń. W tym przypadku zasięg strefy zagrożonej wybuchem należy przyjmować zgodnie z ZN.../04 tablica 1 jak dla źródła niewielkiej emisji. Ma to znaczenie dla wyznaczenia

granicy oddzielenia strefy zagrożenia wybuchem od pomieszczeń z ogniem otwartym.

W tym przypadku stosowanie w wydzielonym pomieszczeniu szafy będącej obudową elementów układu nawaniającego jest tylko doprowadzeniem do zwartej zabudowy z możliwością zdublowania ograniczenia dostępu do elementów i urządzeń układu nawaniania zlokalizowanego w strefie zagrożonej wybuchem. Natomiast koszt szafy, którą np. firma Lewa wykonuje ze stali kwaso-odpornej stanowi liczącą się pozycję (ponad 100 mln zł.) w koszcie całego układu nawaniającego.

W przypadku umiejscowienia części nawaniania w wydzielonym pomieszczeniu wskazane jest przyjęcie rozmieszczenia elementów instalacji nawaniania w tej strefie zabudowanego tablicowo, co przyjmuje firma RMG MeBtechnik GmbH dla omówionego przypadku i co umożliwia rozwiązanie konstrukcyjne firmy Lewa.

W takim przypadku niezbędne jest umiejscowienie tacy pod tablicą z nabudowaną pompą dozującą, zbiornikiem roboczym z nabudowanymi elementami i zbiornikiem rezerwowym. Jej zadaniem jest zebranie środka nawaniającego jaki może wydostać się z instalacji przy nieprawidłowej obsłudze lub niewłaściwym działaniu urządzeń w wyniku czego nastąpią przecieki, upływ przy uzupełnianiu lub napełnianiu zbiorników środkiem nawaniającym itp.

Taca powinna posiadać pojemność zapewniającą przejęcie całej ilości środka nawaniającego - równą pełnej pojemności zbiornika rezerwowego. Powinna być ona wykonana ze stali chro

mo-niklowej a konstrukcja powinna uwzględniać możliwość jej przemieszczenia. Wskazane przy tym jest umiejscowienie zbiornika rezerwowego na kratce metalowej stanowiącej nieuszczelne przykrycie tacy.

W przypadkach kiedy układ nawaniający nie jest umieszczony we wspólnym obiekcie z innymi urządzeniami stacji gazowych a zabudowa, w większości przypadków, chroni jedynie przed bezpośrednim oddziaływaniem atmosferycznym konieczne jest umiejscowienie elementów instalacji układu nawaniania w szafie. Szafa powinna chronić przed oddziaływaniem otaczającego środowiska i ograniczać przez jej zamykanie dostęp osób niepowołanych do znajdujących się w szafie elementów i urządzeń.

Budowa szafy powinna umożliwić łatwy dostęp obsługi do zainstalowanych w niej elementów, sprawdzeń i wymiany np. zbiornika rezerwowego.

Rozwiązanie konstrukcji szafy nie powinno być i nie jest nadmiernie sformalizowane. Dotyczy to rozwiązań związanych z ociepleniem, szczelin wentylacyjnych, spraw ogrzewania, wzmocnień czy uchwytów dla mechanicznego przemieszczania przy instalowaniu w miejscach trudno dostępnych i transporcie.

Istotną sprawą jest umiejscowienie w dnie szafy - tacy w formie szuflady. Wskazane jest by powierzchnia górnej szuflady stanowiła kratkę. Natomiast ze względu na możliwość bezpośredniego stykania się z środkiem nawaniającym powinna być ona wykonana z materiału odpornego na jego oddziaływanie.

Obecnie zazwyczaj szuflada, kratka i dno szafy wykonywane

są z blachy kwasoodpornej chromo-niklowej. Natomiast konstrukcja nośna i pokrycie szafy wykonywane są bądź z blachy chromo-niklowej lub stalowej z właściwymi pokryciami zgodnie np. z wytycznymi normy PN-70/N-01270.

Rozwiązanie krajowe szafy nawet przy stosowaniu chromoniklowej blachy z importu (co jak podano powyżej może być ograniczone tylko do jej wybranych elementów) można wykonać od 2 do 3 razy taniej niż wynosi ich koszt przy zakupach układów nawaniania z importu.

#### 4.6.2. Zabudowana w strefie z ogniem otwartym

Zazwyczaj w strefie z ogniem otwartym umiejscowiane są urządzenia elektryczne i elektroniczne układu nawaniania nie stykają się z środkiem nawaniającym lub nie zintegrowane z elementami, które stykają się z środkiem nawaniającym. Z racji zunifikowanych rozwiązań obudowy takich elementów niezależnie czy to będzie miało miejsce w pomieszczeniu czy też szafie znajdującej się poza strefą zagrożenia wybuchem. Urządzenia z układu nawaniania umiejscowiane są w zwartej lub ażurowej kasie obudowanej. Kasetka jest konstrukcją nośną umożliwiającą umocowanie na ścianie pomieszczenia lub ścianie szafy. Obudowa natomiast zabezpiecza przed dostępem osób niepowołanych, które nawet w sposób niezamierzony mogłyby dokonać zmian nastaw, połączeń i wyłączeń. W związku z funkcjami tych obudów nie ma większego znaczenia z jakiego są one wykonane materiału jeśli



jest on niepalny. Natomiast duże znaczenie ma estetyka wykonania, łatwość dostępu do wszystkich elementów nastawczych i korekcyjnych oraz utrudnienie dostępu do tych elementów osób niepowołanych. W kraju dostępna jest duża ilość rozwiązań, które dobierane mogą być do nowych rozwiązań zabudowy elementów układu nawaniania lub dobranego układu sterowania. W wykonaniu krajowym szacuje się, że mogą być od 1,5 do 2,5 razy tańsze od kupowanych z importu.

#### 4.7. Sterownik

Zadaniem sterownika jest zarządzanie pracą całego układu nawaniającego, nadzorowanie właściwego wykonywania realizowanych funkcji przez poszczególne elementy i urządzenia całej instalacji, sygnalizowanie stanów zagrożeń przy niewłaściwej pracy, obsłudze oraz awariach z równoczesną wtedy możliwością natychmiastowego wyłączenia zespołów lub całego układu z pracy.

Sterownik w istocie ma kierować pracą pompy dozującej, powodować warunki, które umożliwiają by praca pompy przebiegała według procedury gwarantującej jej właściwe działanie. W przypadkach zaś odbiegających powodować samoczynne reagowanie dla informowania nadzoru o nieprawidłowym działaniu elementów skorzonych z pompą i ich odłączanie jeśli pozwoli to na utrzymanie dozowania nawet ze zmniejszoną dokładnością lub wyłączenie jej z pracy gdy grozi to zniszczeniem pompy tym samym

układu nawaniającego lub stwarza zagrożenia dla otoczenia lub nastąpiłoby dozowanie ze zbyt dużymi błędami.

Właściwe działanie pompy polega na tym, że powinna ona dozować do gazociągu stałą ilość np. 20 ml THT na 1 Nm<sup>3</sup> przepływającego gazu. Powinno to być zapewnione przez sterownik niezależnie od zmian strumienia objętości gazu przepływającego gazociągami, powodowanych poborem w sposób losowy przez użytkowników, zmian objętości wynikłych ze zmiany temperatury i ciśnienia co wynika z współzależności ujętych w równaniu stanu czy też niezależnie od zakłóceń powodowanych przez samą pompę lub elementów z nią współpracujących np. niewielkie lub niedokładne ustawienie skoku pompy, luzy, mikro-podsysanie powietrza itp.

Niezależnie od tego sterownik powinien zapobiegać wystąpieniu warunków doprowadzających do niewłaściwej pracy pompy co np. może mieć miejsce przy nadmiernym opróżnieniu zbiorników powodując zapowietrzenie pompy.

By zapewnić właściwą pracę pompy i wypełniać funkcje nadzoru nad pracą całego układu nawaniania sterownik musi otrzymywać od elementów pomiarowych i innych samodzielnie reagujących lub regulujących urządzeń informacje w postaci zunifikowanych sygnałów o określonej wartości. Następnie powinien dokonać ich przetworzenia na czytelne dla układu sterującego sygnały np. prądu na częstotliwość, porównać je z wartościami sygnałów zadanych i przy wystąpieniu uchyby (różnic pomiędzy ich wartościami) wygenerować sygnały sterujące.

Sygnały te wzmocnione oddziałują na elementy wykonawcze zmieniające np. cykl pracy pompy lub innych elementów układu by doprowadzić do zniknięcia uchybu lub utrzymania go na stałym poziomie jeśli gwarantuje to właściwą pracę układu.

Doprowadzając do sterownika sygnały o różnej postaci fizycznej, sygnały analogowe, dyskretne i cyfrowe przetwarzanie ich oraz wzmocnienie najłatwiej jest realizować poszczególne zadania w specjalizowanych pakietach - modułach.

A więc stosować dla układu nawaniania rozwiązanie sterownika modułowe co również pozwala na dalsze wzbogacanie go czy ograniczanie do niezbędnego minimum jego funkcji. Unika się obecnie rozwiązań całych sterowników jako urządzeń specjalizowanych, dla sterowania ściśle określonym obiektem.

Rozwiązania modułowe przyjęto dla układów DA7i DA8 jak i GOE-07.

W rozwiązaniu firmy Lewa sterownik zbudowany jest zazwyczaj z modułu SLK, MDR względnie FIS, ExK oraz DLK.

Pozwala to na realizację trzech przypadków budowy sterownika złożonych z modułów

- a) - SLK i ExK
- b) - SLK, MDR i ExK
- c) - SLK, DLK i ExK

We wszystkich trzech przypadkach sterownik może pracować w trybie sterowanie ręczne lub sterowanie automatyczne. Sterowanie ręczne służy do obsługi i uruchomienia całego układu i ustalenie dozowania określonej stałej dawki wybieranej z

przedziału charakterystycznego dla danej pompy. Natomiast przy sterowaniu automatycznym układ sterowania współdziała i reaguje z uwzględnieniem informacji otrzymywanych od innych elementów układu nawaniania. Przy czym niezależnie od rozwiązania a, b lub c skojarzony jest z gazomierzem i steruje zaworem elektromagnetycznym zespołu wtryskiwacza jak i przyjmuje i wyświetla sygnały awaryjne i dla blokad, np. z czujnika przecieków.

W przypadku a sterownik właściwie nadzoruje pracę pompy i ilość dawkowanego przez nią środka nawaniającego w zależności od informacji przekazywanych z gazomierza albo za pomocą impulsów albo sygnału analogowego 0/4 - 20 mA.

W przypadku b poza wymienionymi powyżej funkcjami sterownik współdziała poprzez moduł MDR z miernikiem małych przepływów korygując częstotliwość pracy pompy w taki sposób by nadażnie zapewnić dostarczenie zadanej dawki w oparciu o pomiar wtłaczanej dawki środka nawaniającego do gazociągu. W przypadku niewłaściwego działania modułu MDR lub miernika przepływu pompa może być przełączona ręcznie lub automatycznie na działanie jak w przypadku a. W przypadku b również moduł MDR inicjuje wyświetlanie aktualnie osiągniętych wartości

- przepływu środka nawaniającego i przepływu strumienia objętości gazu
- częstotliwość pracy pompy.

W przypadku c sterownik współdziała z modułem DKL i czujnikiem. W tym przypadku istnieje jedynie możliwość biernego sygnalizowania czy pompa dozuje nastawioną dawkę środka nawa-

nającego dla podjęcia korekcji. W przypadku osiągnięcia stanu uznawanego za awaryjny następuje wyłączenie pompy.

Rozwiązanie blokowe sterownika dla układów nawaniania DA7 i DA8 pokazano na rys. 16.

Sterownik układu typu 7IG-4 układu nawaniania GOE-07 nadzoruje pracę pompy dozującej. W zakresie realizowanych funkcji odpowiada to przypadkowi c, który omówiono powyżej.

Sterownik ten zbudowany jest z modułów wejściowych:

- MC 13-241 ExO-I będącego dwukanałowym wzmacniaczem dla transmisji impulsów niskiej i wysokiej częstotliwości z turbinowego gazomierza do sterownika
- MC 13-36 ExO-R służącego do transmisji sygnału z czujnika przecieków pompy dozującej oraz sygnału przy ręcznym sterowaniu dawką środka nawaniającego
- MC 13-36 ExO R/C16 służącego do transmisji sygnałów z czujnika przepływu i czujnika poziomu do sterownika
- modułu dzielnika MC 41-31R-S272-4. Służy on do dzielenia częstotliwości impulsów z turbinowego gazomierza przez stały współczynnik (nastawiany cyfrowo) oraz do sygnalizacji optycznej stanów awaryjnych. Posiada wewnętrzny generator taktu wykorzystywany do ciągłego podawania środka nawaniającego niezależnego od częstotliwości z gazomierza.
- moduł zasilacza MC 82-SSI zasilający stabilizowanym napięciem 24 V prądu stałego wszystkie moduły sterownika oraz napięciem 200 V prądu stałego siłownik elektromagnetyczny pompy dozującej.

Schemat blokowy sterownika dla układu nawaniającego GOE-07 podano na rys. 17.

Opisane sterowniki dla układów nawaniających mogą być zastąpione zarówno znacznie tańszymi sterownikami opracowanymi jak i produkowanymi w kraju. Również mogą one zostać skompletowane z modułów specjalizowanych zakupionych zagranicą również taniej niż gotowy sterownik z importu przy zakupie układu nawaniającego lub jego części.

Podstawowym problemem takiego rozwiązania przy adoptowanych lub skompletowanych sterownikach jest wprowadzenie barier ochronnych i możliwości umiejscowienia ich jedynie w strefie dla ognia otwartego by spełnić wymagania dla zabezpieczeń przeciwpożarowych i przed wybuchem.

#### 4.8. Urządzenia pomocnicze

Układ nawaniania wtryskowego z racji konieczności wykonywania określonych czynności obsługowych wykonywanych sporadycznie takich jak np. uruchomienie i odpowietrzenie pompy, wymianę zbiornika rezerwowego, napowietrzanie zbiorników, funkcji kontrolnych itp. posiada powiązane ze sobą instalacje dla automatyki z możliwością sterowania ręcznego i instalację tylko obsługiwaną ręcznie przez upoważnionych pracowników.

Omówione dotychczas elementy i urządzenia związane były z instalacją automatyki i w jej zakresie sterowaniem ręcznym.

Elementy instalacji obsługiwane przez pracowników omówiono poniżej.

#### 4.8.1. Pompka ręczna

Pompka ręczna wykonana ze stali kwasoodpornej niezbędna jest do wytworzenia nadciśnienia nie przekraczające 300 do 500 mm H<sub>2</sub>O przy uruchamianiu układu, wymianie zbiornika rezerwowego, pompowaniu zwrotnym i płukania całej instalacji układu. Podłączenie pompki dokonywane jest za pomocą przewodu teflonowego.

Pompka ręczna może zostać zastąpiona butlą sprężonego azotu lub gazu obojętnego dla środka nawaniającego, co może pozwolić na zautomatyzowanie podanych powyżej czynności omówionych dla zastosowań pompki ręcznej.

Pozyskanie zarówno pompki ręcznej jak i budowa zautomatyzowanych instalacji z butlą sprężonego gazu nie nastręcza większych trudności przy opracowaniu i wykonaniu ich w kraju dla układów nawaniania gazu.

#### 4.8.2. Filtry

W układzie nawaniania występują dwa rodzaje filtrów.

Filtr umiejscowiony na zasilaniu (ssaniu) pompy dozującej z zbiornika roboczego środkiem nawaniającym oraz drugi na wejściu do miernika minimalnych przepływu jeśli układ nawaniania

jest w taki miernik wyposażony.

W układach DA stosowane są w obu przypadkach filtry siatkowe ze stali kwasoodpornej o średnicy oczek 5 do 9 u.

Natomiast w układzie GOE-07 stosowany jest tylko na ssaniu pompy filtr ceramiczny umożliwiający filtrowanie nawet poniżej 5 u. Na wylocie obwodu odpowiedź zarówno w układach DA jak i układzie GOE-07 stosowane są filtry z węgla aktywowanego.

Sprawa rozwiązania filtrów zarówno dla środka nawaniającego jak i dla powietrza z parami środka nawaniającego nie nastręcza trudności. Materiały dla wykonania filtrów mogą zostać kupione w firmach mających swe filie w naszym kraju.

#### 4.8.3. Zawory

Cały system obsługi układu nawaniania przez pracowników polega bądź na jednoznacznym ustaleniu przepływu środka nawaniającego ściśle określonymi przewodami i jego jednoznaczne skierowanie bądź na skierowaniu powietrza, powietrza z parami środka nawaniającego do określonych miejsc układu lub do atmosfery.

Ponadto niezbędne jest odcięcie lub otwarcie przelotów dla kontroli i sprawdzeń czy też opróżnienia układu z środka nawaniającego lub jego pozostałych resztek np. przed przemyciem zbiornika roboczego. Nastawy podczas obsługi w instalacji zautomatyzowanej realizowana jest za pomocą dwudrogowych lub trójdrogowych zaworów elektromagnetycznych w wykonaniu



iskrobezpiecznym i przeciwybuchowym. Natomiast w przypadku obsługi ręcznej przez pracowników realizowane jest to za pomocą dwudrogowych i trójdrogowych zaworów nastawianych ręcznie.

Zawory do realizacji nastaw wykonywane są bądź w wykonaniu kwasoodpornym bądź pokrytych teflonem.

Aktualnie ze względu na niewykonywanie w kraju zaworów is-  
krobezpiecznych i przeciwybuchowych pokrytych teflonem niezbędny jest ich zakup od firm zagranicznych. Firmy te mają swoje filie w naszym kraju.

#### 4.8.4. Przewody

W układach nawaniania stosowane są trzy rodzaje przewodów dla:

- połączeń sztywnych. Są to zazwyczaj stałe połączenia rurkami kwasoodpornymi o średnicy 6 mm i grubości ścianki 1 mm,
- połączenia elastyczne zazwyczaj z przewodem teflonowym zbrojonym,
- połączenia elastyczne dla podłączeń niestałych zazwyczaj są to przewody teflonowe.

Dobór przewodów - średnica i grubość ścianki zależy od umiejscowienia przewodu i związanej z tym możliwości pojawienia się określonego ciśnienia.

Wyróżnikiem jest tu odróżnienie przewodów, które połączone są z obwodami ssania - niskie ciśnienie, podciśnienie i tłoczeni wysokie ciśnienie.

Pełne bezpieczeństwo gwarantują przewody dobrane dla całego

układu jak dla obwodów tłoczenia poza przypadkiem podłączeń niestałych.

Dobór i asortyment dostępnych w kraju przewodów nie nastęrcza dużych kłopotów.

#### 4.8.5. Połączenia

Wymagana pełna szczelność połączeń przewodów układów nawaniania wymaga stosowania rozwiązań to spełniających. Równocześnie ze względu na umożliwienie wymiany elementów układu nawaniania, dokonanie sprawdzeń, podłączeń dla wykonania określonej czynności np. napowietrzania zbiorników powoduje, że elementy układów łączone są za pomocą połączeń rozłącznych gwintowanych lub nasuwania elastycznego przewodu na końcówki podłączeniowe. W tym przypadku końcówki nie mogą być gładkie lecz zakończone jodełką. Z połączeń gwintowych zalecane jest stosowanie rozwiązań Hoke.

Wszystkie połączenia występujące w układzie nawaniania wykonywane są w kraju zarówno z dodatkowymi uszczelnieniami teflonowymi lub bez nich.

#### 5. Obsługa układu nawaniania

Właściwe działanie układu nawaniania zależy w dużym stopniu od starannego realizowania czynności po wykonaniu których spełnione zostają warunki zapewniające właściwe działanie pompy, prawidłowe współdziałanie elementów układu i bezpieczną

jego pracę. Do czynności zapewniających spełnienie podstawowych warunków należą te, które powodują

- A - doprowadzenie do i stałe utrzymanie by wlot pompy dozującej - ssania był zanurzony w środku nawaniającym,
- B - odpowietrzenie pompy dozującej podczas jej uruchamiania lub wyrównania ciśnień w zbiornikach środka nawaniającego.
- C - wytworzenie i utrzymanie różnicy ciśnień umożliwiającej samoczynny przepływ środka nawaniającego ze zbiornika rezerwowego do zbiornika roboczego w czasie pracy układu podczas nawaniania oraz podczas opróżnienia zbiornika roboczego do zbiornika rezerwowego, przed płukaniem układu nawaniania i/lub dla generalnego przeglądu
- D - wymianę zbiornika rezerwowego po osiągnięciu stanu rezerwy w zbiorniku roboczym i rezerwowym i po dopełnieniu środkiem nawaniającym zbiornika roboczego z rezerwowego pozostałą tam ilością środka nawaniającego.

Ponadto zagrożenia wynikające z właściwości fizyczno-chemicznych środka nawaniającego dla otoczenia a w szczególności dla obsługi wymagają takiego przeprowadzenia wszystkich czynności by uniknąć lub zniwelizować wydzielanie się środka nawaniającego lub jego pary w bezpośredniej zabudowie układu nawaniającego i by możliwe było sprawdzenie czy przeprowadzane czynności doprowadziły do osiągnięcia właściwego rezultatu. Szczególnie starannie powinno być przeprowadzone napowietrzanie, bezpośrednie odłączenie i przyłączenie zbiornika

rezerwowego, odpowietrzanie i obserwacje przez wziernik, na rurce miernika, wakuometrze i mierniku przepływu, czy praca układu po wykonanych czynnościach odbywa się we właściwy sposób.

Podane stwierdzenia dotyczące czynności i uwarunkowań dla właściwej pracy układu wynikają z zasad obsługi pomp ssąco-tłoczących i uwarunkowań jakie muszą być dotrzymane przy obsłudze urządzeń pracujących z środkami o dużym zagrożeniu wybuchowym i pożarowym. Stosowane środki nawaniające i gaz palny do takich bowiem środków należą.

Podstawowe czynności jakie występują przy eksploatacji i serwisie układów nawaniania DA7 i DA8 pokazano na rysunkach od Nr 5 do Nr 14. Taka ilustracja pokazuje współzależność czynności do spełnienia uwarunkowań i unaacznia jak należy sprawdzać prawidłowe ich wykonanie.

W powiązaniu z opisem realizowanych funkcji i zasad budowy głównych urządzeń i elementów tworzą wyjściową bazę dla budowy rozwiązania instalacji, z elementów i urządzeń dostępnych w kraju, całego układu nawaniającego.

## 6. Wymagania bezpieczeństwa dla układu nawaniającego

Obecnie najczęściej stosowanym środkiem nawaniającym w Krajach Europy Zachodniej i Polsce jest tetrahydrotiofen - THT. Środek ten należy do grupy zapłonowej G4 oraz grupy wybuchowej 1.

Wymagania dotyczące lokalizacji układów nawaniających zależą od systemu nawaniania. Rozróżnia się dwa systemy nawaniania gazu - system centralny oraz system lokalny.

Układ nawaniania centralny należy lokalizować na terenie stacji gazowej, na gazociągach o ciśnieniu powyżej 0,4 MPa na terenie tłoczni gazu, bądź na terenie stacji rozdzielczych lub w wybranych punktach gazowej sieci przesyłowej.

Układ nawaniania lokalny należy umiejscawiać na terenie stacji gazowej, na gazociągu wyjściowym ze stacji o ciśnieniu gazu do 0.4 MPa, za układem pomiarowym.

Dopuszcza się instalowanie urządzeń nawaniających we wspólnym obiekcie z innymi urządzeniami stacji gazowych lub tłoczni gazu pod warunkiem oddzielenia pomieszczenia urządzeń nawaniania od pozostałych ścianami pełnymi, w sposób szczelny, z niezależnym wejściem.

Lokalizacja instalacji do nawaniania powinna uwzględniać potrzebę umiejscowienia części układu nawaniającego w strefie zagrożenia wybuchem i części w strefie z ogniem otwartym z wyraźnym oddzieleniem lokalizacji stref w oddzielnych pomieszczeniach tak jak dla lokalizacji pomieszczeń nawaniania od innych pomieszczeń stacji gazowych. Pomieszczenia dla strefy z ogniem otwartym części układu nawaniającego i stacji gazowych mogą być wspólne. Przy czym wyjścia wszystkich przewodów a w szczególności przewodów elektrycznych z tego pomieszczenia powinny być zabezpieczone barierami iskrobezpieczeństwa dla pracy w warunkach wybuchowych.

### 6.1. Wymagania dotyczące rozmieszczenia elementów układu nawaniającego

Rozróżnieniem, które elementy układu nawaniającego wtryskowego powinny znajdować się w strefie zagrożenia wybuchem czy strefie z ogniem otwartym polega na tym by zakwalifikować je odpowiednio do realizowanych przez nie funkcje i czy są one odpowiednio przystosowane (zadanego ich rozwiązaniem) do pracy szczególnie w strefie zagrożenia wybuchem. Sprowadzone to może być do prostego podziału. Elementy, które bezpośrednio stykają się z środkiem nawaniającym powinny być umieszczone w strefie zagrożonej wybuchem. Natomiast elementy nie stykające się z środkiem nawaniającym, zasilane elektrycznie lub generujące sygnały elektryczne powinny być umieszczone w strefie z ogniem otwartym.

Układy nawaniające wtryskowe składają się również z elementów wykonawczych oraz pomiarowych, które stykają się z środkiem nawaniającym a równocześnie zasilane są prądem elektrycznym, bądź generują sygnały elektryczne. Elementy te z racji realizowanych funkcji umiejscowiane są w strefie zagrożenia wybuchem. Natomiast nie dopuszczalne jest by rozwiązanie oraz wykonanie tych elementów nie było iskrobezpieczne i przeciwybuchowe.

Takie elementy są równocześnie podstawowymi elementami wykonawczymi i pomiarowymi w zautomatyzowanych układach nawania wtryskowego. Widoczne jest to na przykładzie rozwiązań układów nawaniania DA7 i DA8 /patrz rys. od 5 do 14/

i rozwiązania układu GOE-07 rys. 4.

Poniżej podano wykaz takich elementów z przywołanych układów nawaniania. Są to:

- napęd pompy dozującej,
- czujnik przecieków pompy,
- czujnik graniczny-rezerwy poziomu w zbiornikach,
- czujnik przepływu,
- miernik mikro przepływów (układy DA7 i DA8),
- elektromagnetyczne zawory odcinające lub przełączające.

#### 6.2. Wymagania dotyczące instalacji elektrycznych

Wszystkie instalacje elektryczne i urządzenia z elementami elektrycznymi zamontowane w strefie zagrożenia wybuchem powinny spełniać wymagania PN-83/E-08110 pt. "Elektryczne urządzenia przeciwybuchowe. Wspólne wymagania i badania." i w zależności od wykonania instalacji lub urządzenia wymagania norm:

PN-84/E-08107 pt. "Elektryczne urządzenia przeciwybuchowe.

Urządzenia i obwody iskrobezpieczne. Wymagania i badania"  
PN-83/E-08112 pt. "Elektryczne urządzenia przeciwybuchowe.

Osłona gazowa z nadciśnieniem. Wymagania i badania"  
PN-83/E-08115 pt. "Elektryczne urządzenia przeciwybuchowe.

Urządzenia budowy wzmocnionej. Wymagania i badania"  
PN-83/E-08116 pt. "Elektryczne urządzenia przeciwybuchowe.

Osłony ognioszczelne. Wymagania i badania"

Zwrócić należy uwagę, że urządzenia te powinny posiadać polski atest wydany przez uprawnioną do tego instytucję, pozwalający na zainstalowanie i włączenie ich do pracy w układach nawaniania traktowanych jako obiekt w przestrzeni zagrożonej wybuchem.

Elementy te powinny również spełniać wymagania odnośnie ochrony przeciwpożarowej. Wymagania te powinny być zgodne z Rozporządzeniem Ministra Przemysłu Dz.U. Nr 84 poz.4.73.3 z dnia 08.11.1990r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwpożarowej.

Ponadto elementy te powinny spełniać wymagania norm PN-86/E-05003/01 pt."Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.

Ochrona podstawowa"

PN-86/E-05002/02 pt."Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.

Wymagania ogólne"

PN-89/E-05003/03 pt."Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.

Ochrona obostrzona"

w zakresie ochrony przed wyładowaniami i przepięciami elektrycznymi.Należy również uwzględnić Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 08.11.1990r w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać urzdzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej.Ujmuje to Dziennik Urzędowy Nr.81 poz.473.3.



### 6.3. Inne wymagania

Przytoczone powyżej wymagania i dokumenty w postaci norm mają decydujące znaczenie dla zamiany i opracowania nowych elementów, zespołów i urządzeń układu nawaniającego spełniających w nim newralgiczną rolę.

Ujęcie kompleksowe wymagań dla urządzeń i instalacji nawaniających zawarte jest w Normach Zakładowych Polskiego Górnictwa Nafty i Gazu - Warszawa dotyczących nawaniania paliw gazowych ZN..../01 do ZN..../08 a w szczególności ZN..../04 p.t. "Przechowywanie środków nawaniających" i ZN..../06 p.t. "Wymagania techniczne i eksploatacyjne dla urządzeń i instalacji nawaniających". Opracowania zaktualizowanego zestawu tych norm dokonano w PGNiG w 1994r.

## 7. Możliwość budowy układu nawaniającego z zastosowaniem krajowych elementów.

### 7.1. Główne ograniczenia

Omawiając poszczególne elementy i urządzenia układów nawaniania zwracano uwagę na możliwości ich handlowego nabycia, adaptacji lub opracowania w kraju. Stwierdzenia tam podawane nie w każdym przypadku zawierają dokładne szczegóły i nie zawierają uwag, które powtarzane mogłyby być wielokrotnie.

Brak szczegółów w niektórych przypadkach wynika z wielowariantowości możliwych do wykorzystania rozwiązań wzajemnie ze sobą współbieżnych. Elementem wspólnych w tych

przypadkach dla znalezionych odpowiedników jest brak pewności, że ich wykonanie materiałowe zapewnia właściwą pracę przy oddziaływaniu bezpośrednim środków nawaniających. Przykładem może być wykonanie danego elementu ze stali kwasoodpornej chromo-niklowej. Po porozumieniu się z hutami uzyskano informacje, że tego typu stale wytwarzane w kraju mogą zawierać wtrącenia miedzi. Prowadziłoby to do powstawnia wżerów. W związku z powyższym dopiero w oparciu o dalsze negocjacje oparte o deklaracje odnośnie wielkości zapotrzebowania można będzie rozstrzygnąć, czy wybrane rozwiązanie zostanie przyjęte, jeśli producent zagwarantuje spełnienie niezbędnych uwarunkowań np. wykonanie z atestowanego materiału z importu. Następnym w niektórych przypadkach wspólnym, nie do końca rozstrzygniętym problemem jest brak pewności odporności na narażenia związane z iskrobezpieczeństwem i wybuchowością a w szczególności brak lub niekompletność dokumentów potwierdzających dopuszczenie dostępnych elementów do pracy ze środkami (nawaniającymi), takie zagrożenia stwarzającymi.

Podane powyżej uwagi odnoszą się do elementów z napędem elektrycznym lub przetwarzaniem parametrów fizycznych na sygnał elektryczny, które pracują w strefie zagrożonej wybuchem.

Szczególne miejsce pośród takich urządzeń zajmuje pompa dozująca. Doświadczenia z przeszłości odniesione do niskiej jakości materiałów i braku technologii z dużą dozą wiedzy (know-how) wytworzyły pogląd, że opracowanie pomp i uzyskanie pozytywnych efektów dla nich w krótkim czasie jest niemożliwe.

Obecna sytuacja w zakresie kooperacji, pozyskanie materiałów i dostępu do know-how jest radykalnie inna.

Ze względu jednak na ciągle istniejące ryzyko przyjęto, że ewentualne opracowanie krajowego odpowiednika należy przesunąć

na okres późniejszy. Składa się na to brak pewności szybkiego opracowania i udokumentowania w badaniach laboratoryjnych i eksploatacyjnych osiągnięcia poziomu jakości i niezawodności działania porównywalnego do obecnie produkowanych pomp przez przodujące firmy. Podejmowane zaś krajowe rozwiązanie układu nawaniania wtryskowego założono, że będzie realizowane przy zastosowaniu pomp kupowanych z importu. Zwrócić należy uwagę, że takie rozwiązanie powinno bazować na następujących założeniach.

Import pomp powinien mieć miejsce nie z jednej firmy. Tym samym rozwiązanie całego układu powinno być do tego dostosowane. Oparcie zakupów od jednego producenta stwarza bowiem zbyt poważne niebezpieczeństwo zbliżonego do monopolistycznego oddziaływania, które zmusiłoby do podjęcia działań, które są proponowane powyżej z znacznym wytraceniem czasu a mogłoby to między innymi doprowadzić do utraty nabywców.

Niezależnie trzeba mieć na uwadze inne aspekty występujące przy zakupie pomp. Wyspecjalizowane rozwiązania układów nawaniania obu przywołanych w opracowaniu firm bazują na opanowanej produkcji określonego typu pomp. W przypadku firmy Lewa trzeba pamiętać, że jest to wytwórca od wielu lat specjalizujący się między innymi w produkcji pomp dostosowanych do zastosowań w warunkach specjalnych (przemysłe chemiczne, dla przetwórstwa w przemyśle spożywczym, w zastosowaniach do mediów wybuchowych, zapalnych i innych). Natomiast firma ta wyraźnie nie jest zainteresowana sprzedażą samych pomp do nawaniania ale sprzedażą całych układów nawaniania lub ich najdroższych całych zestawów funkcjonalnych. Przedstawiciele firmy uważają, że muszą osiągnąć zyski i zwrot poniesionych nakładów na pozyskanie wiedzy, która była niezbędna dla opracowania oferowanych układów nawaniania wtryskowego.

Negocjacje nawet zakończone podjęciem się dostaw z ich strony bez argumentów, że firma ta może rzeczywiście sukcesywnie zostać wyeliminowana z dostaw układów nawaniania w Polsce nawet jako poddostawca będą bardzo nieefektywne ekonomicznie i szczególnie będą narażone na monopolistyczne oddziaływanie tej firmy.

Obecnie rozpoznania wskazuje na możliwość budowy układu nawaniania bez pomp i elementów firmy Lewa.

Ze względu natomiast na jakość oferowanych dla swych wyrobów przez tą firmę byłoby to niekorzystne.

Bliższe zapoznienie się z zastosowanymi elementami w układach nawaniania typu DA wykazało, że również firma Lewa stosuje w nich elementy z innych krajów lub firm np. zawór odcinający oraz zawór zwrotny USA firmy Richmond, zawory elektromagnetyczne lub ich elektromagnetyczne napędy (Niemcy) firma Herion dla zespołu wtryskiwacza, elementy elektroniczne, kasety, obudowy układu sterowania z kilku firm itp. są to elementy wysokiej jakości dostosowane do pracy z mediami wybuchowymi i łatwopalnymi.

Niedostatkami analizowanych układów nawaniania jest to, że ich układy automatyki jedynie w sposób pośredni sterują utrzymaniem stałej wartości wielkości regulowanej. W omawianym przypadku rzeczywistą wartością wielkości regulowanej jest stopień intensywności zapachu nawanianego gazu w najbardziej odległym od nawaniania punkcie u odbiorcy z gazociągu na wejściu, którego następuje nawanianie.

Również większość czynności obsługowych niezbędnych do wykonania przy uruchomieniu, zapewnieniu ciągłości eksploatacji (wymiana zbiorników, przepompowywanie, odpowietrzenia i napowietrzenia), sprawdzaniu i kontroli układu nawaniania

wykonywana jest przez pracowników ręcznie a nawanianie powinny pracować bez stałego nadzoru.

Dokładność nawaniania analizowanych układów zależna jest od wartości zakłóceń wpływających na pomiar strumienia objętości gazu, dokładności nastaw pompy i jej stanu technicznego oraz opóźnień transportowych podawania środka nawaniającego, wynikających z nadążnego sterowania przy ciągłym przepływie gazu.

## 7.2. Wnioski odnośnie podejścia do budowy krajowego urządzenia nawaniającego

W ramach przeprowadzonej analizy możliwości opracowania układu nawaniania poznano budowę układów typu DA oraz GOE-07. Pozwoliło to poznać nie tylko zastosowane sposoby rozwiązań każdego z wymienionych układów ale i rozwiązania elementów zastosowanych do budowy tych układów.

Unaoczniała ona również uwarunkowania jakie powinny zostać spełnione przy opracowaniu układu nawaniania, ich wykonanie, instalowaniu i obsłudze. Ponadto poznano ograniczenia i niedostatki analizowanych rozwiązań.

Urządzenia do bezpośredniego nawaniania wtryskowe w stosunku do innych obecnie stosowanych urządzeń służących do nawaniania zapewniają najmniejsze wahania intensywności zapachu środka nawaniającego w gazie opałowym. Są one budowane jako układ składający się z szeregu instalacji-obwodów służących do realizacji określonych zadań takich jak:

- dawkowaniu środka nawaniającego do gazociągu
- sprawdzaniu procesu dawkowania i sygnalizowania jego niewłaściwego działania

- przeprowadzania czynności rozruchowych i ich kontrola
- zapewnienie ciągłego zasilania pompy środkiem nawaniającym
- sterowanie procesem dawkowania, wyłączanie układu w stanach zagrożeń, sygnalizowanie niewłaściwego działania lub przebiegu czynności obsługowych
- obsłudze związanej z wymianą zbiorników rezerwowych, przepompowywania środka nawaniającego, przemywania układu itp.

Współcześnie produkowane układy bezpośredniego nawaniania wtryskowe wymienione zadania spełniają. Jednak zakres tych zadań może być różny i realizowany za pomocą nie identycznych elementów. Starano się wykazać to na przykładzie omówionych w opracowaniu rozwiązań układu nawaniania firmy Lewa oraz RMG.

Równocześnie stwierdzono, że zarówno zbudowanie spełniającego wymienione zadania układu nawaniania jest możliwe i będzie tańsze jeśli jego kompletacja wyłącznie z podstawowych elementów firm zagranicznych lub krajowych będzie realizowana w Polsce. W każdym przypadku wymaga to opracowania, zbudowania i przebadania takiego układu oraz jego ciągłego rozwoju służącego podwyższeniu jakości nawaniania i komfortu obsługi. Związane to jest z rozszerzeniem zakresu zautomatyzowania nie tylko samego dawkowania środka nawaniającego ale i czynności obsługowych i kontrolno-sprawdzających.

Podane stwierdzenia wynikają z przeprowadzonej analizy możliwości zakupu, wykonania i adaptacji układu nawaniania w kraju.

I tak stwierdzono, że w odniesieniu do zakupów z firmy Lewa koszt zakupu pakietów układu sterowania, zaworów elektromagnetycznych, zaworów przełączających i odcinających osprzętu pomocniczego dla kontroli i obsługi układu nawaniania kupowanych w kraju w firmach zagranicznych może być prawie o

40-50% mniejsza.

Natomiast w rozwiązaniu układu nawaniania z elementami wykonanymi w kraju relacje te są jeszcze bardziej korzystne i tak w przypadku obudów-szafy, zbiorników środka nawaniającego, układu sterowania, instalacji kontrolno sygnalizacyjnych mogą one być tańsze od oferowanych przez firmę Lewa nawet o 60-70%.

Firma Lewa oferuje wykonanie układów nawaniania różniące się wyposażeniem głównie kontrolno pomiarowym z dopasowanym do tego zakresem sterowania a w mniejszym stopniu osprzętu dla obsługi stosując odpowiednie do różnic w wyposażeniu ceny. W każdym przypadku zachowane są równocześnie podstawowe funkcje układu. Stanowi to przesłankę do realizacji opracowania krajowego. Takie opracowanie powinno rozpocząć się od wersji podstawowej przechodząc do wersji coraz bardziej złożonych w miarę opracowywania coraz to nowych krajowych elementów układu nawaniania. Za wersję podstawową proponuje się przyjąć układ podany na rys.5 z czujnikiem przepływu bez miernika minimalnych przepływów pompy oznaczonego przez KMM.

Ciekawym jest zestawienie urządzeń analizowanych układów, których cena jest znacząca-wyższa od przyjętego poziomu. Arbitralnie przyjęto, że będą to urządzenia, których cena jednostkowa jest wyższa od 40 mln. zł. Z urządzeń analizowanych układów jednostkową cenę wyższą od przyjętego poziomu mają:

- Pompa dozująca ok. 16,9%
- Układ sterowania ok. 26,5%
- Obudowa-szafa dla układu ok. 20,8%
- Zbiorniki środka nawaniającego ok. 7,5%
- Miernik minimalnych przepływów ok. 11,7%

Spośród powyżej wymienionych urządzeń pompa dozująca o cenie ok.100 mln. zł. powinna być kupowana najlepiej od dwóch różnych

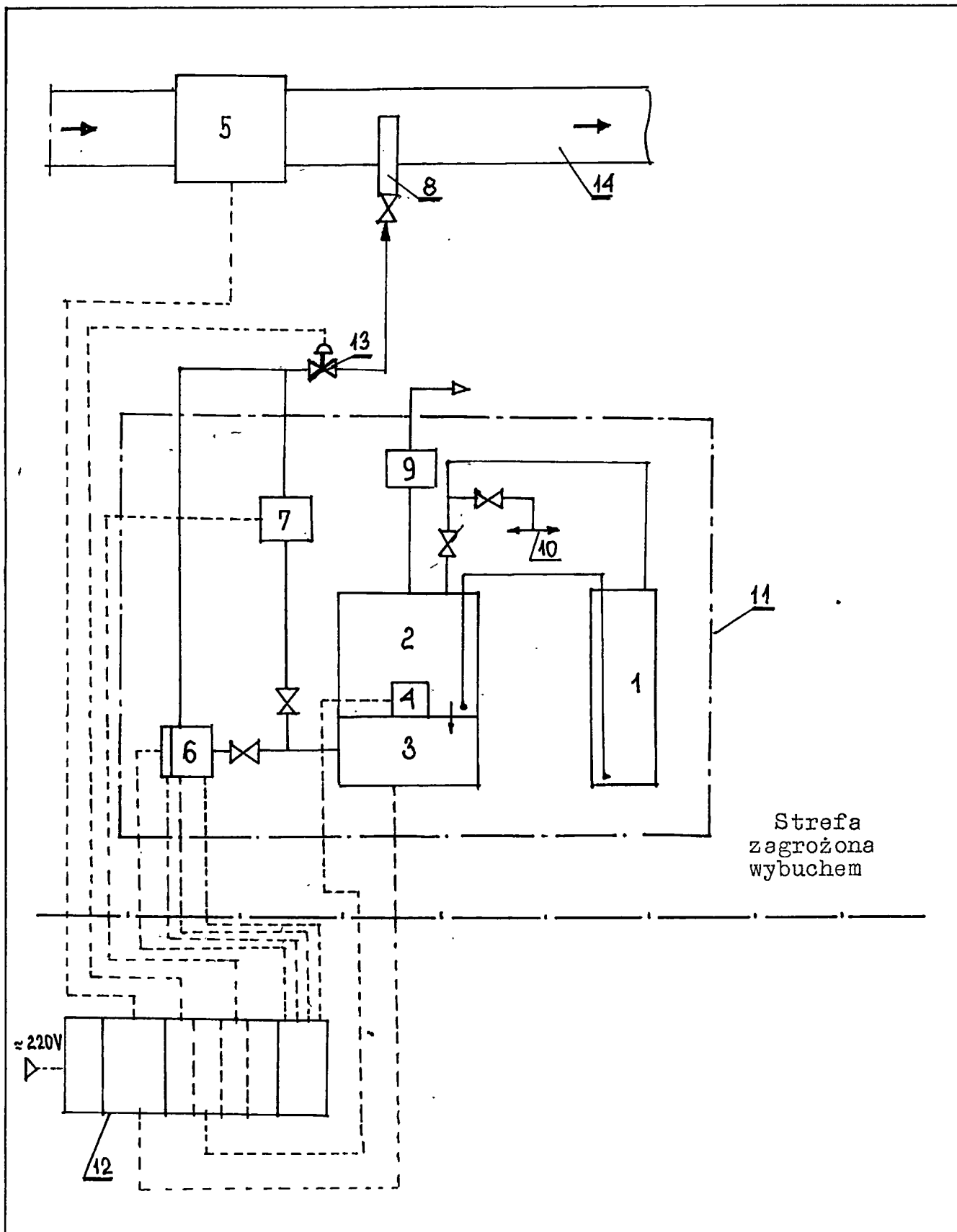
zagranicznych poddostawców. A przewidziany do zastąpienia w drugiej kolejności miernik minimalnych przepływów o cenie ok. 80 mln. zł. może nie być stosowany w pierwszej wersji krajowego rozwiązania układu nawaniania.

Łączna uśredniona cena powyżej podanych urządzeń stanowi ok 83% ceny całego układu nawaniania w zależności od rozbudowy układu z uwzględnieniem zalecanych przez producenta częściami zamiennymi.

Podane informacje miały na celu pokazanie jakie urządzenia decydują o cenie całego układu. W związku z tym unaoczniono, które urządzenia należy opracować i/lub uruchomić ich krajową produkcję w pierwszej kolejności. Pamiętać przy tym należy o uwadze odnośnie nie podejmowania opracowania pompy dozującej i że opracowanie miernika minimalnych przepływów pompy powinno mieć miejsce w wersji rozwojowej - to znaczy w drugiej kolejności.

Z podanych rozważań wynika kolejny wniosek, że część elementów pomiarowych, elektromechanicznych, armatury znajdującej się w strefie zagrożonej wybuchem nie stanowi więcej niż 20% całego układu. W związku z tym proponuje się ich opracowanie sukcesywnie i w dłuższym interwale czasowym niż opracowanie wersji podstawowej. Zaś opracowanie wersji podstawowej połączone byłoby z zakupem części urządzeń z importu.





Rys.1. Schemat blokowy nawianialni wtryskowej.

Oznaczenia przyjęte na rys.1.

- 1 - Zbiornik rezerwowy
- 2 - Zbiornik roboczy
- 3 - Pompa dozująca
- 4 - Czujnik poziomu
- 5 - Gazomierz
- 6 - Miernik minimalnych przepływów
- 7 - Czujnik przepływu
- 8 - Zespół wtryskiwacza
- 9 - Zespół odpowietrzający pompy
- 10 - Instalacja napowietrzająca - odsysająca
- 11 - Szafa - obudowa układu
- 12 - Sterownik
- 13 - Zawór elektromagnetyczny
- 14 - Gazociąg

Tablica 1

Dane wydajnościowe urządzeń do nawaniania gazu LEWA.

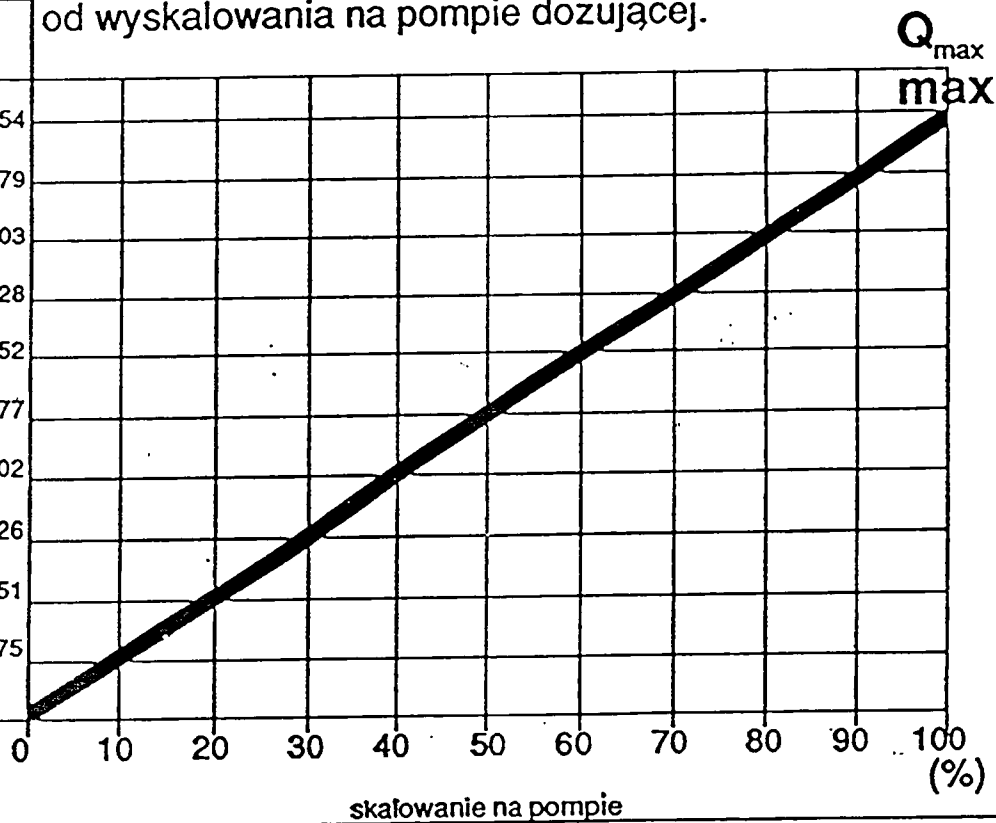
maks. nawalalny przepływ gazu m <sup>3</sup> /h (w stanie normalnym) przy stężeniu środka nawalającego równym 20 µl/m <sup>3</sup>					typ urządzenia do nawaniania gazu	wielkości zbiorników możliwe do zabudowy (l)	maks. dopuszczalne ciśnienie (bar)	typ pompy dozujące	średnica wypornika (mm)	maks. objętość skokowa (lit)	maks. dopuszczalna częstota skoku (min. <sup>-1</sup> )			
i = 1 m <sup>3</sup> /Imp.	i = 3 m <sup>3</sup> /Imp.	i = 5 m <sup>3</sup> /Imp.	i = 10 m <sup>3</sup> /Imp.	i = 25 m <sup>3</sup> /Imp.										
10.800	32.400	54.000	60.000	150.000	DA7/MAH	25/50/100	30	MAH	3	22	180			
							10					5	63	180
							4					8	160	180
6.000	18.000	30.000	60.000	150.000	DA7/MLM	25/50/100	150	MLM	3	106	100			
							76					5	294	100
							30					8	754	100
10.800	32.400	54.000	60.000	150.000	DA8/MAH	200	30	MAH	3	22	180			
							10					5	63	180
							4					8	160	180
6.000	18.000	30.000	60.000	150.000	DA8/MLM	200	150	MLM	3	106	100			
							76					5	294	100
							30					8	754	100

Urządzenia do nawaniania gazu można stosować dla przepływów większych jak podano.

59

maks. objętość skokowa (m <sup>3</sup> )					
średnica tłoka (mm)					
Typ MAH			Typ MLM		
3	5	8	3	5	8
0,022	0,063	0,160	0,106	0,294	0,754
0,020	0,057	0,144	0,095	0,265	0,679
0,018	0,050	0,128	0,085	0,235	0,603
0,015	0,044	0,112	0,074	0,206	0,528
0,013	0,038	0,096	0,064	0,176	0,452
0,011	0,032	0,080	0,053	0,147	0,377
0,009	0,025	0,064	0,042	0,118	0,302
0,007	0,019	0,048	0,032	0,088	0,226
0,004	0,013	0,032	0,021	0,059	0,151
0,002	0,006	0,016	0,011	0,029	0,075

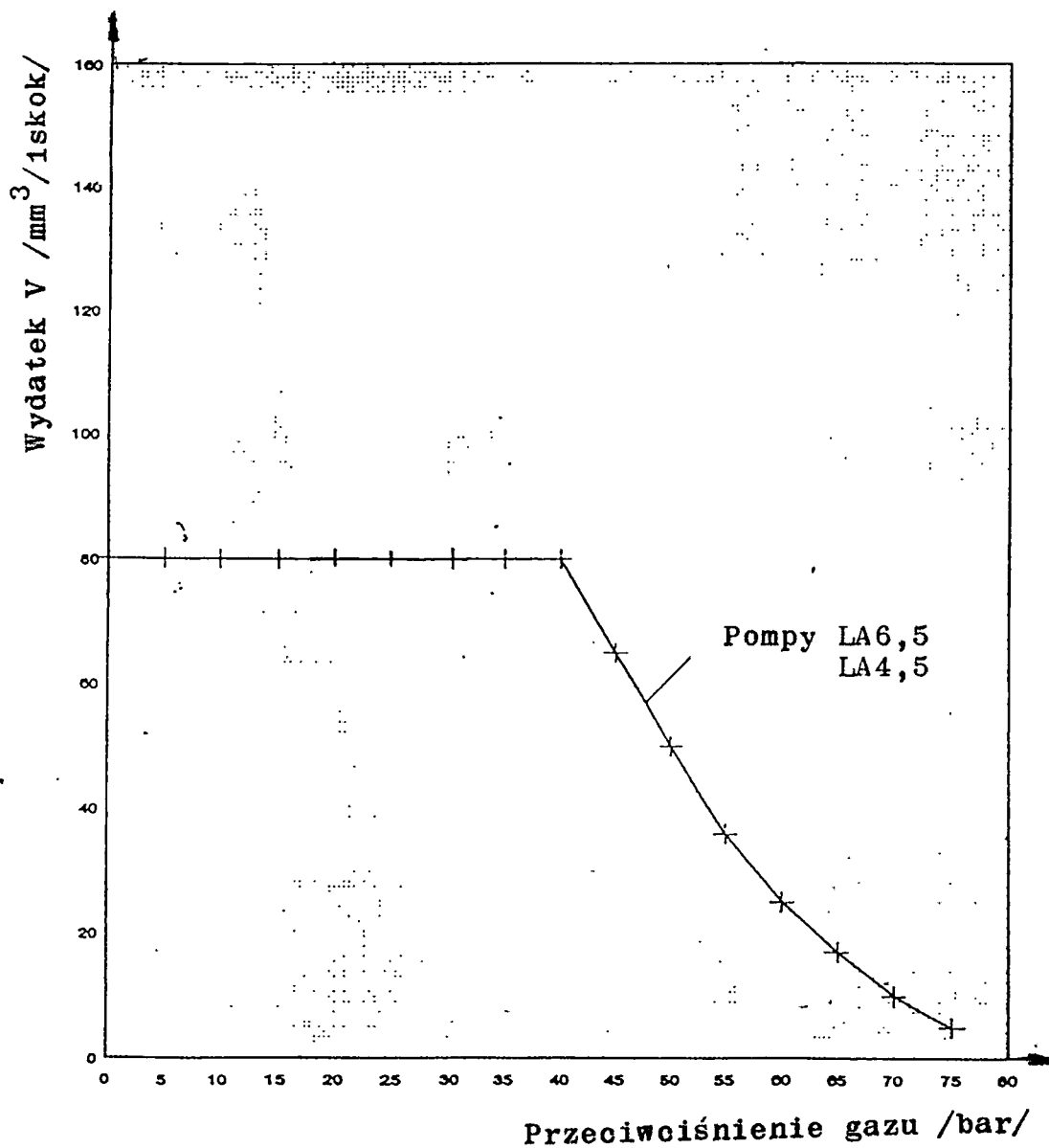
Dozowna teoretyczna objętość na skok w zależności od wyskalowania na pompie dozującej.



Rys.2

60

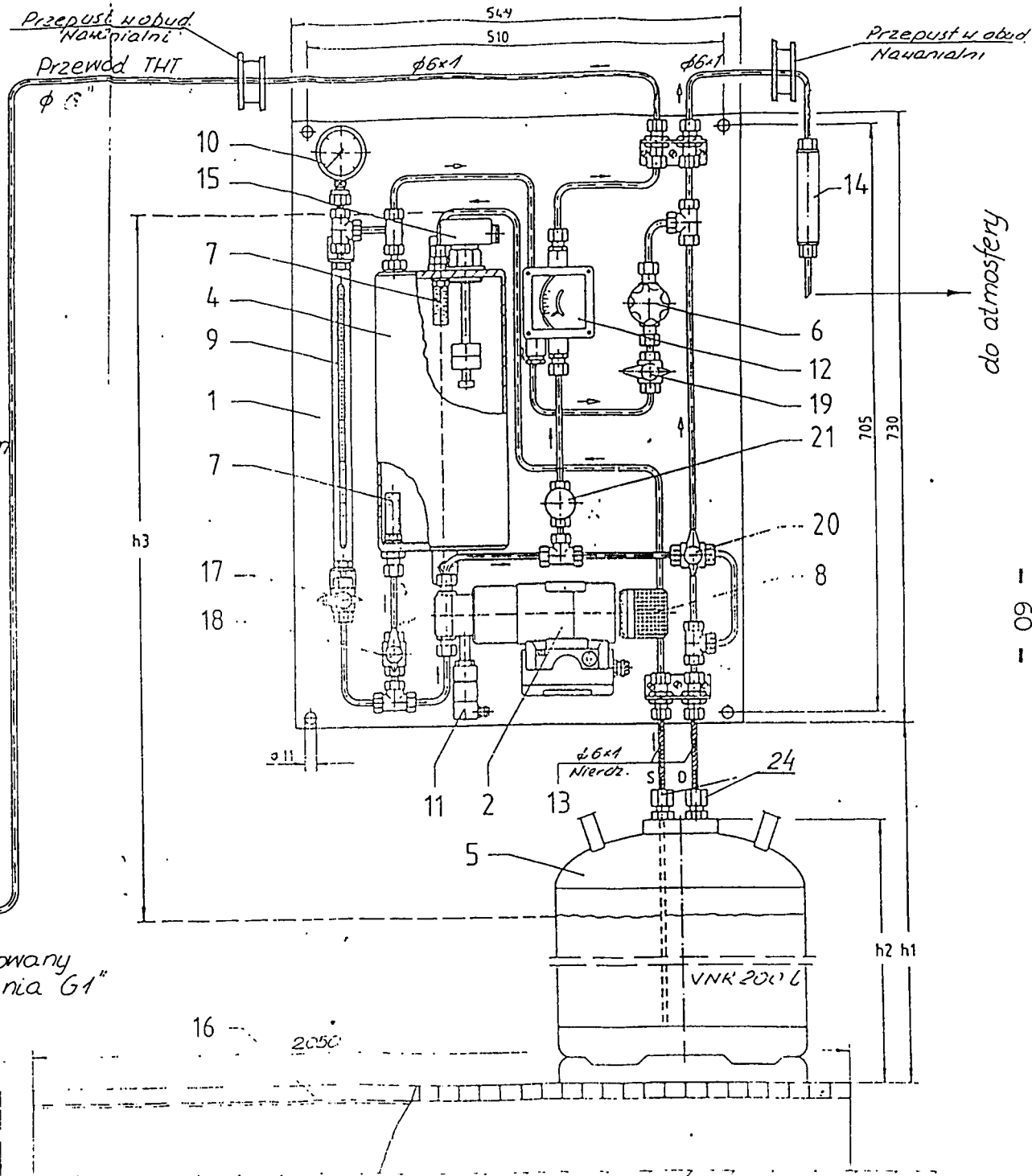
Charakterystyka wydatku pomp typu LA w funkcji  
przeciwnienia gazu



Rys.3

# SPIS CZĘŚCI

- 1 Zespół nawan
- 2 Pompa dozująca
- 3 Wtryskiwacz
- 4 Zbiornik roboczy (5L)
- 5 Zbiornik rezerwowy VNR 200
- 6 Ręczna pompa zasysająca
- 7 Filtr ze spieku ceramicznego
- 8 Pokrętło nast. objęt. skokowej
- 9 Płynowskaż
- 10 Wakuometr
- 11 Czujnik przecieków pompy
- 12 Przepływomierz
- 13 Rurki podłączeniowe zbiornika rezerwowego  $\phi 6 \times 1$
- 14 Filtr z węgla aktywnego
- 15 Czujnik płynowości zbiornika roboczego
- 16 Warstwa ściekonia w podstawie nawan. (wg. VDG 10000)
- 17 Zawór odcinający płynowskaż
- 18 Zawór odcinający zbior. roboczego
- 19 Zawór odcinający pompy proźniowej
- 20 Zawór odcinający łączenia rozruchu z dławikiem
- 21 Zawór odcinający rury wtryskowej z dławikiem
- 22 Zawór odcinający dyszy wtryskowej
- 23 Zawór zwrotny
- 24 Przyłączka pasta GE-6-PL/R 1/2"



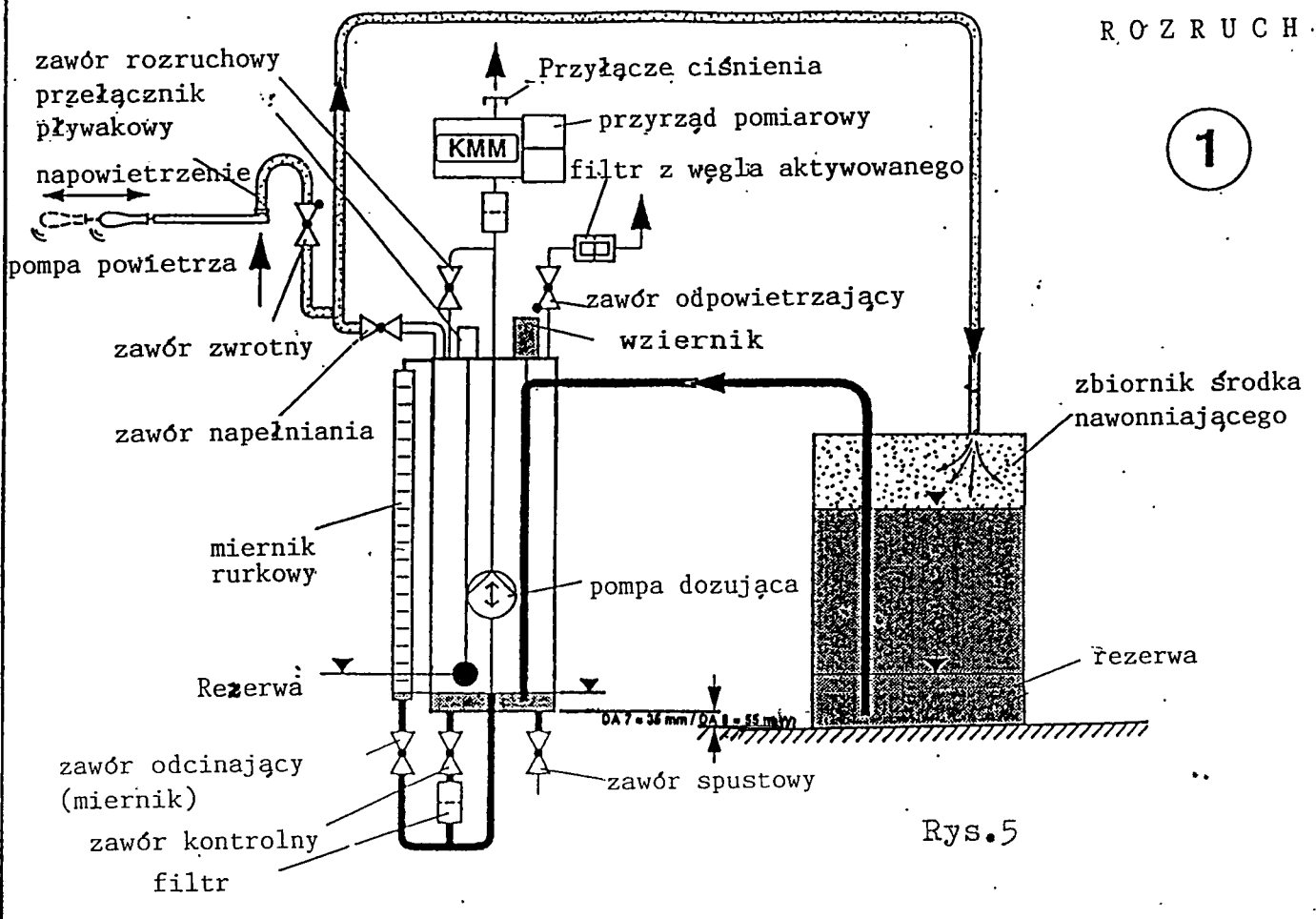
$h_1 = 1090$   
 $h_2 = 1500$   
 $h_3 \sim 400$

Rys. 4

URZĄDZENIE NAWANIAJĄCE  
 GOE 07  
 SCHEMAT OGÓLNY

ROZRUCH

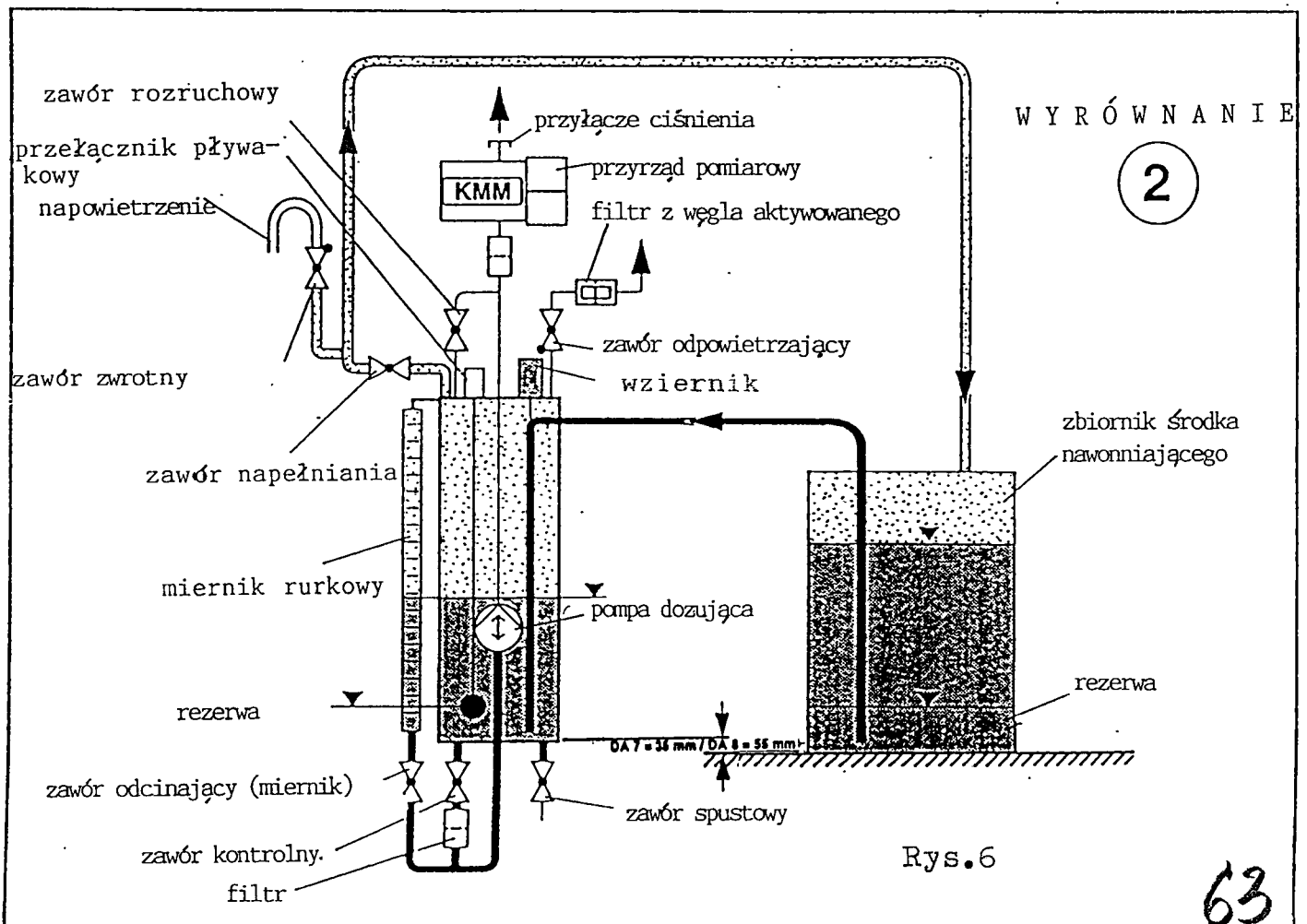
1



Rys.5

WYRÓWNANIE

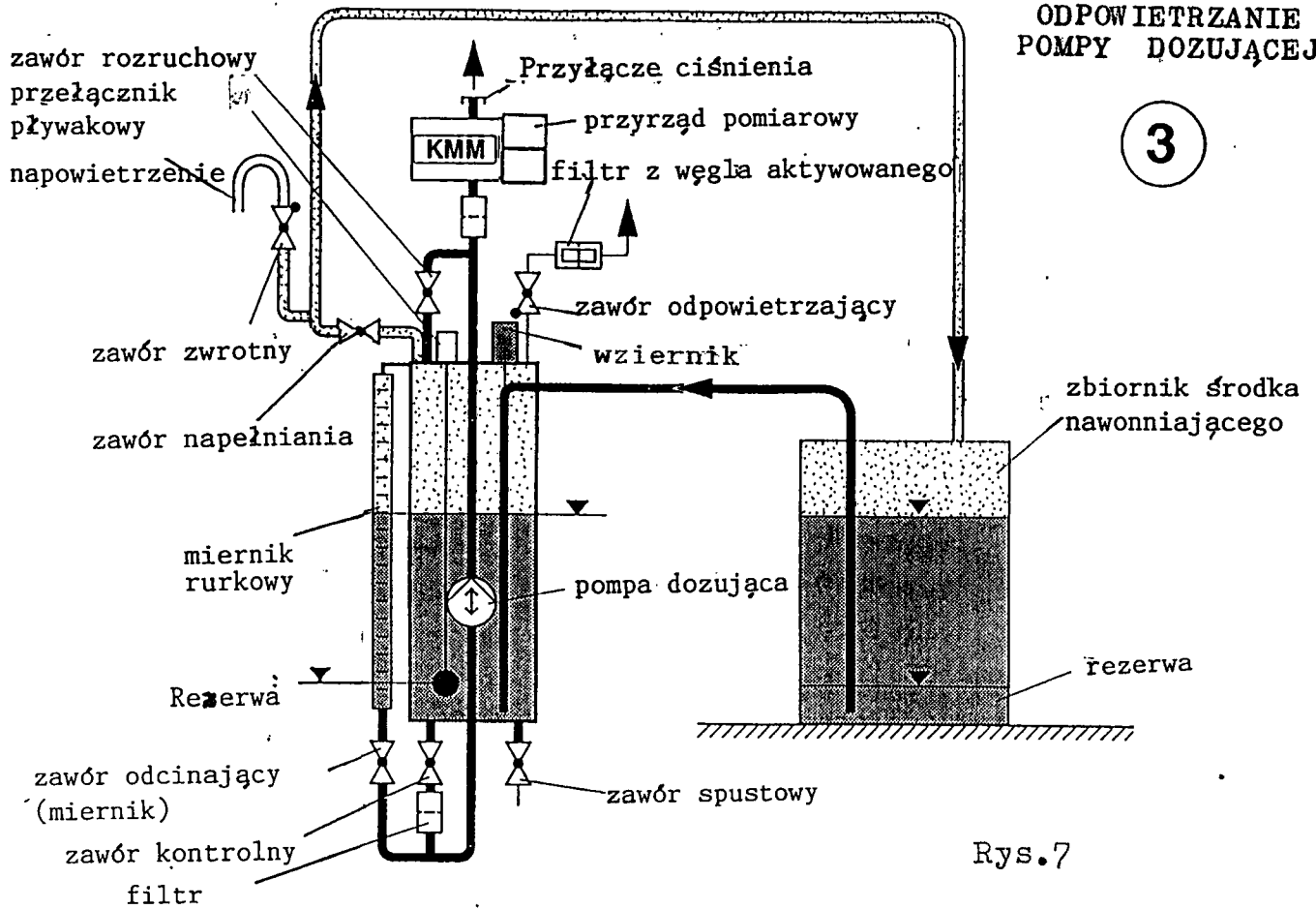
2



Rys.6

### ODPOWIETRZANIE POMPY DOZUJĄCEJ

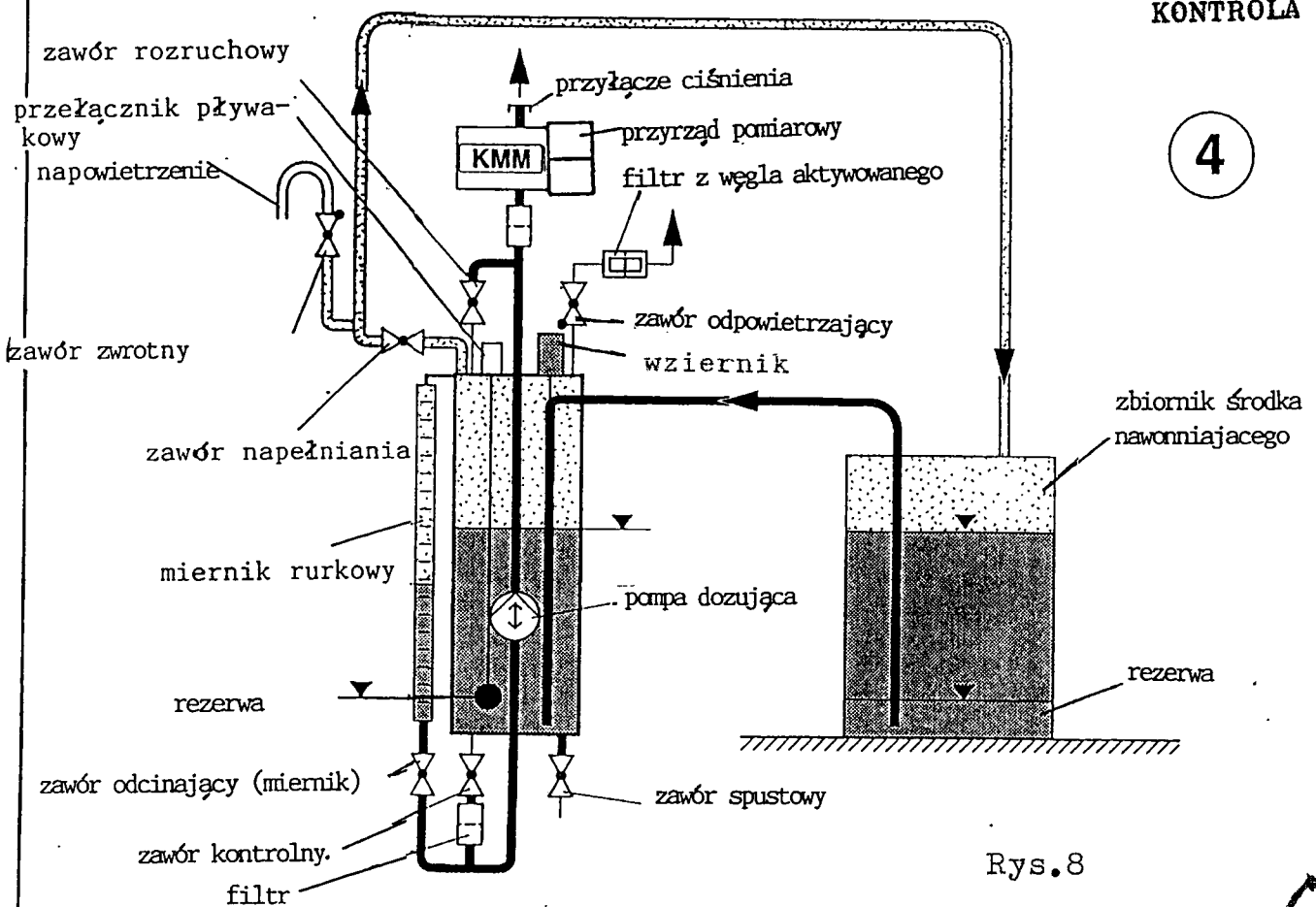
3



Rys. 7

### KONTROLA

4

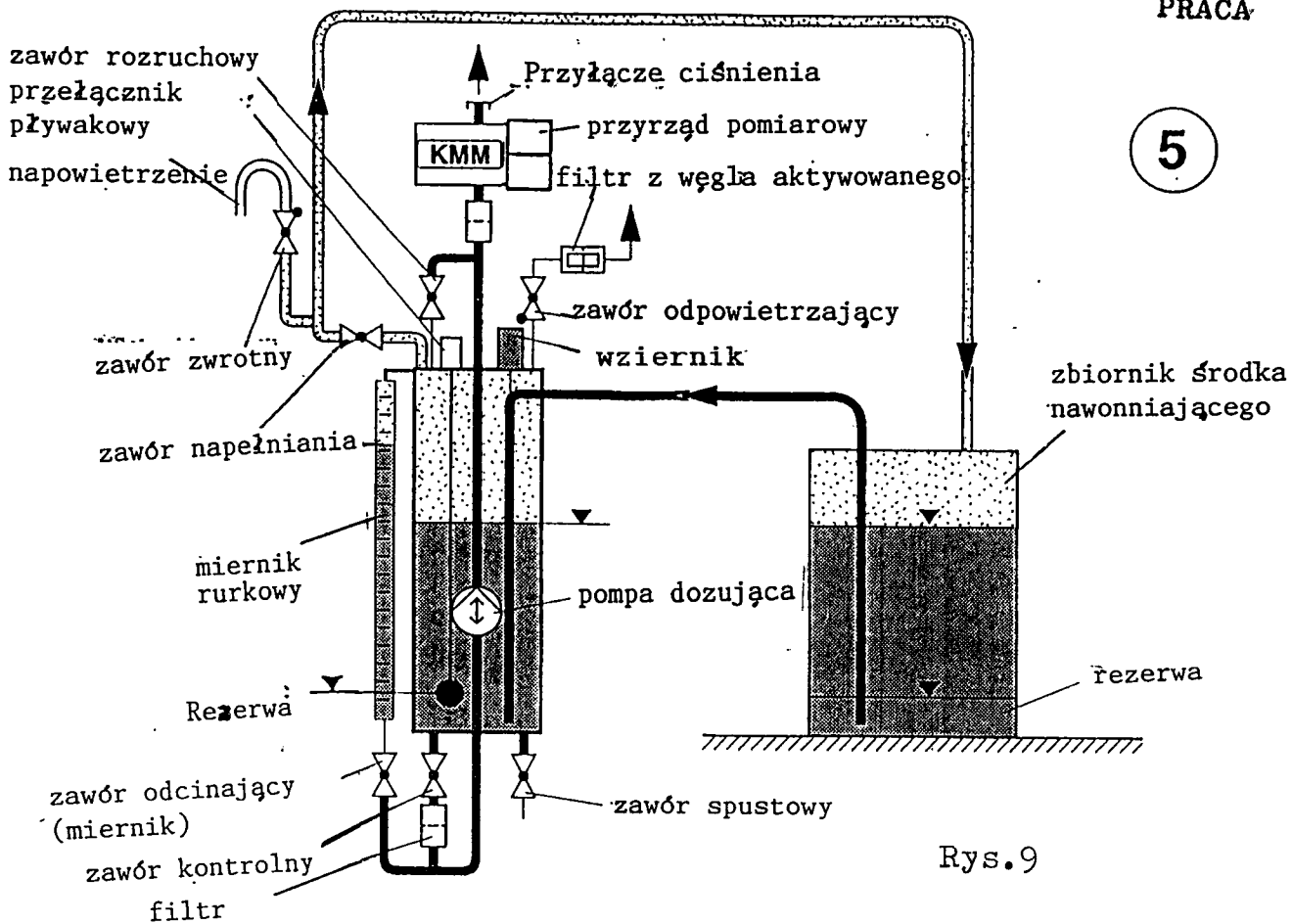


Rys. 8

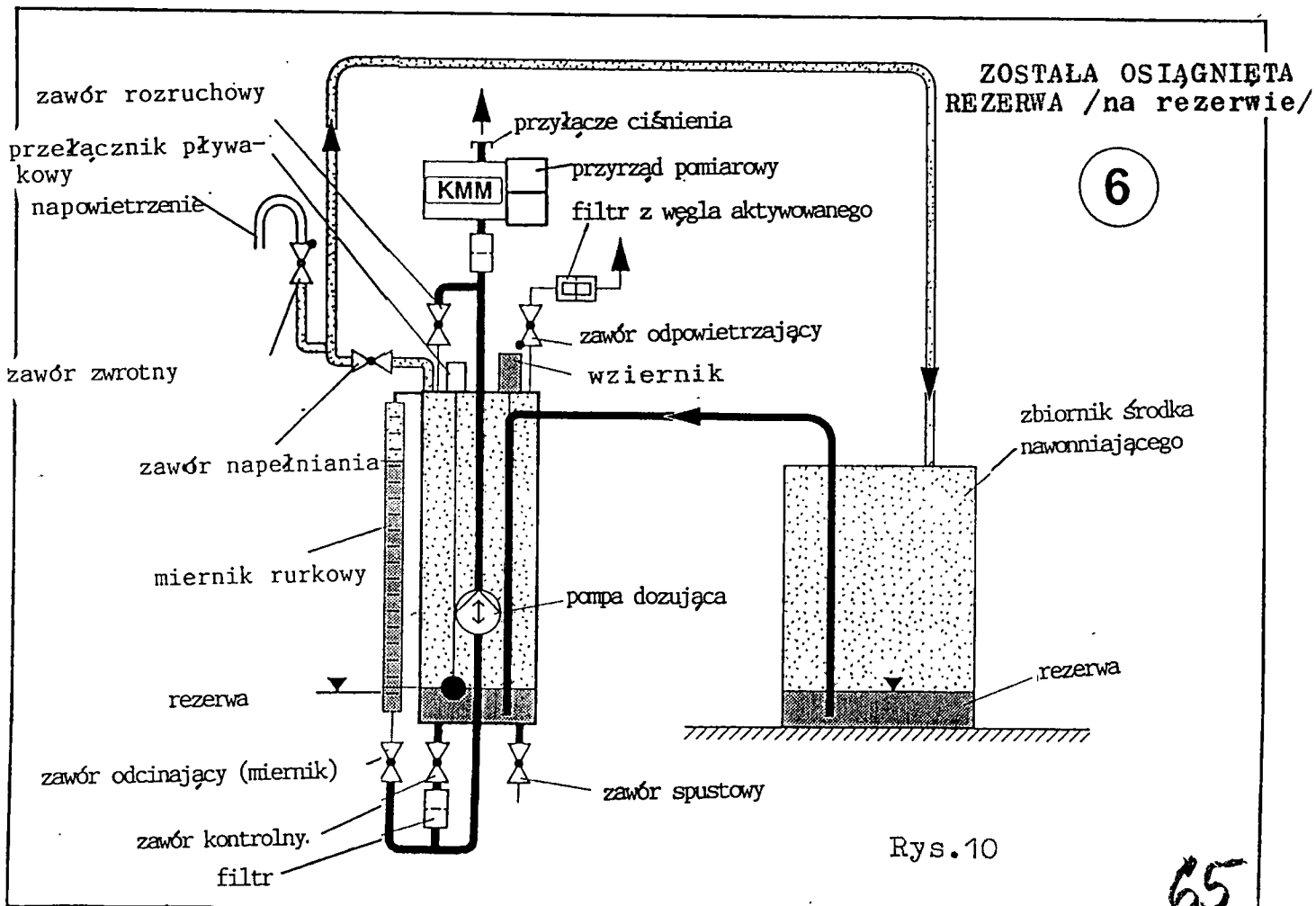
64



PRACA

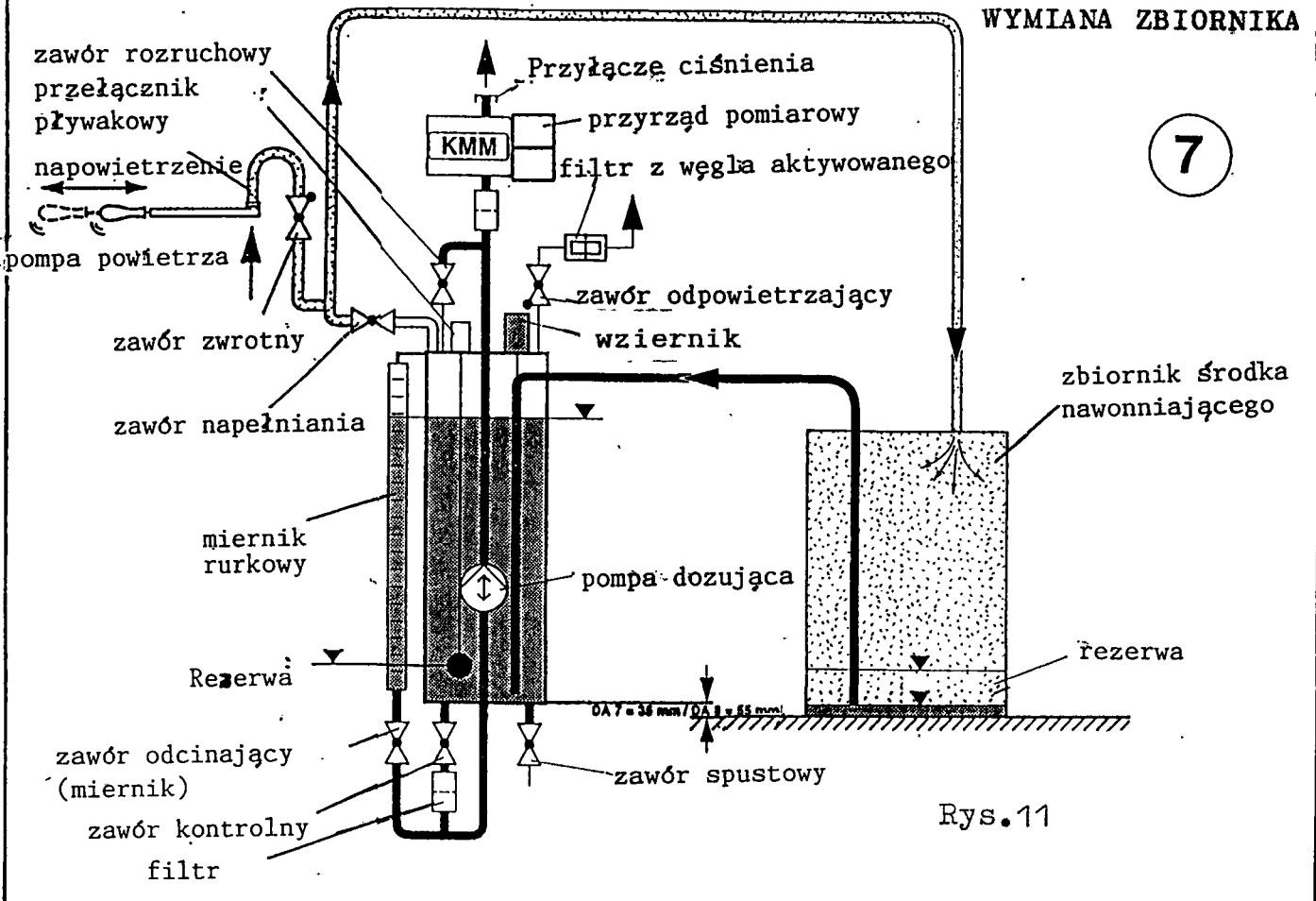


Rys.9



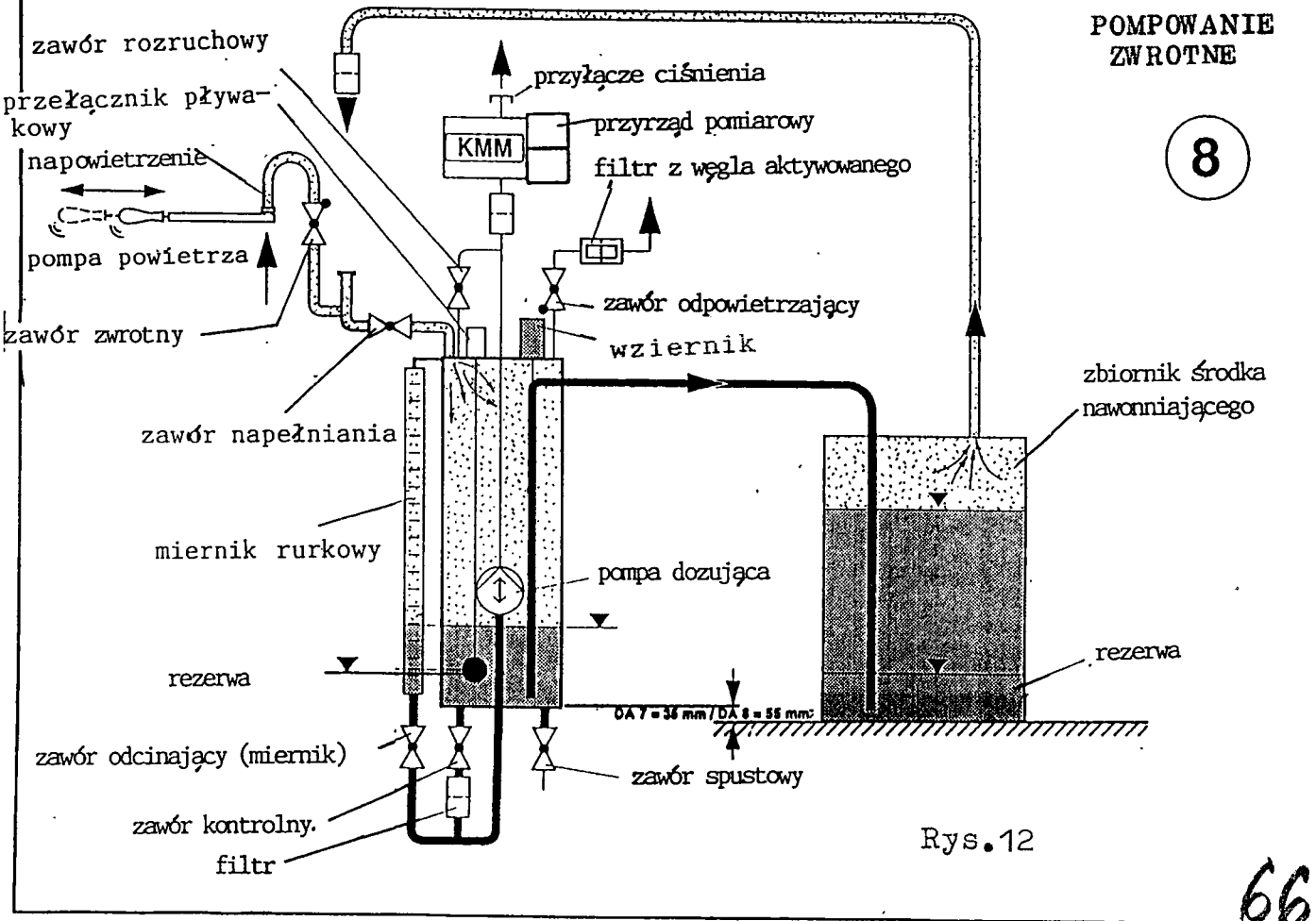
Rys.10

WYMIANA ZBIORNIKA



Rys. 11

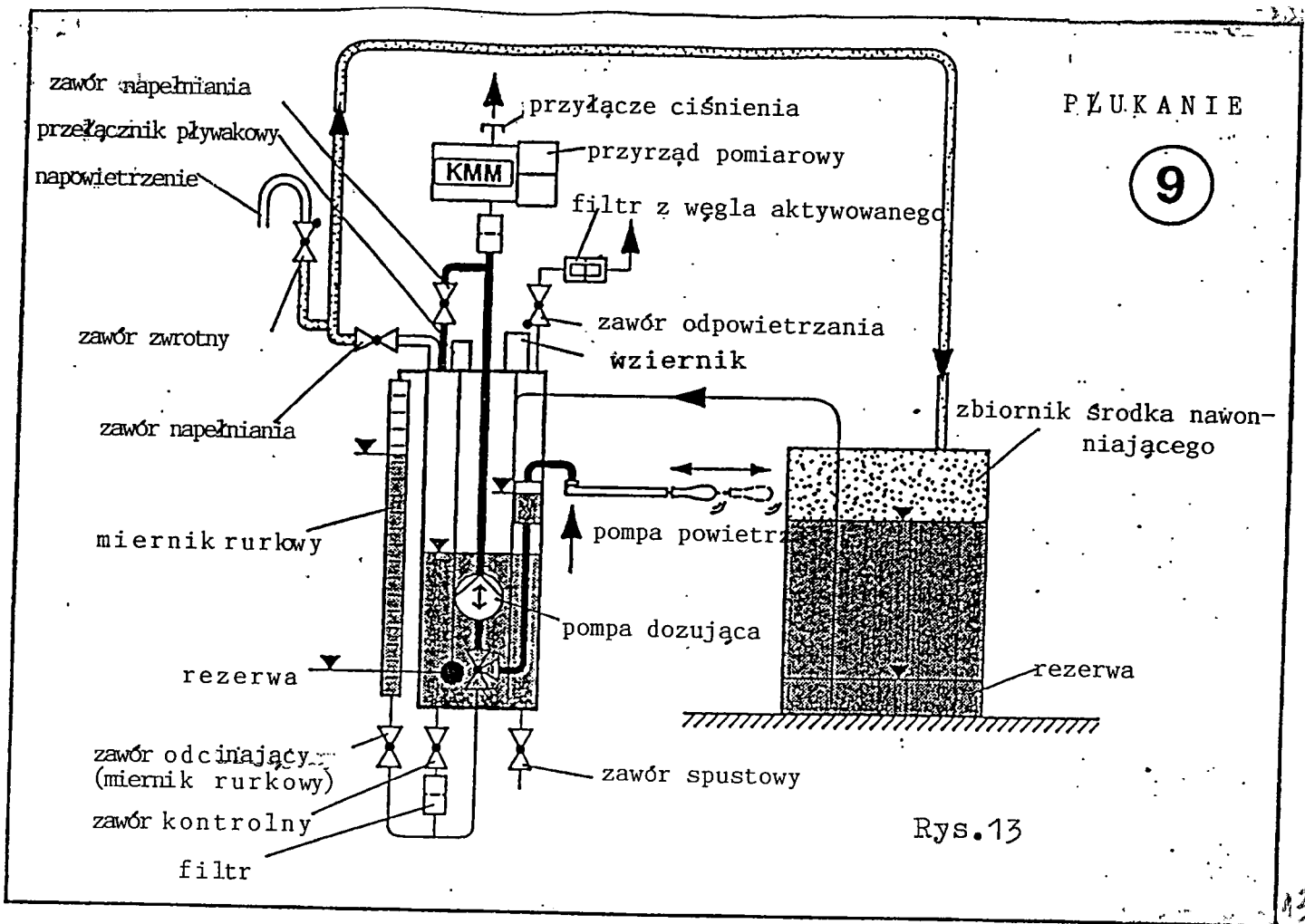
POMPOWANIE ZWROTNE



Rys. 12

PŁUKANIE

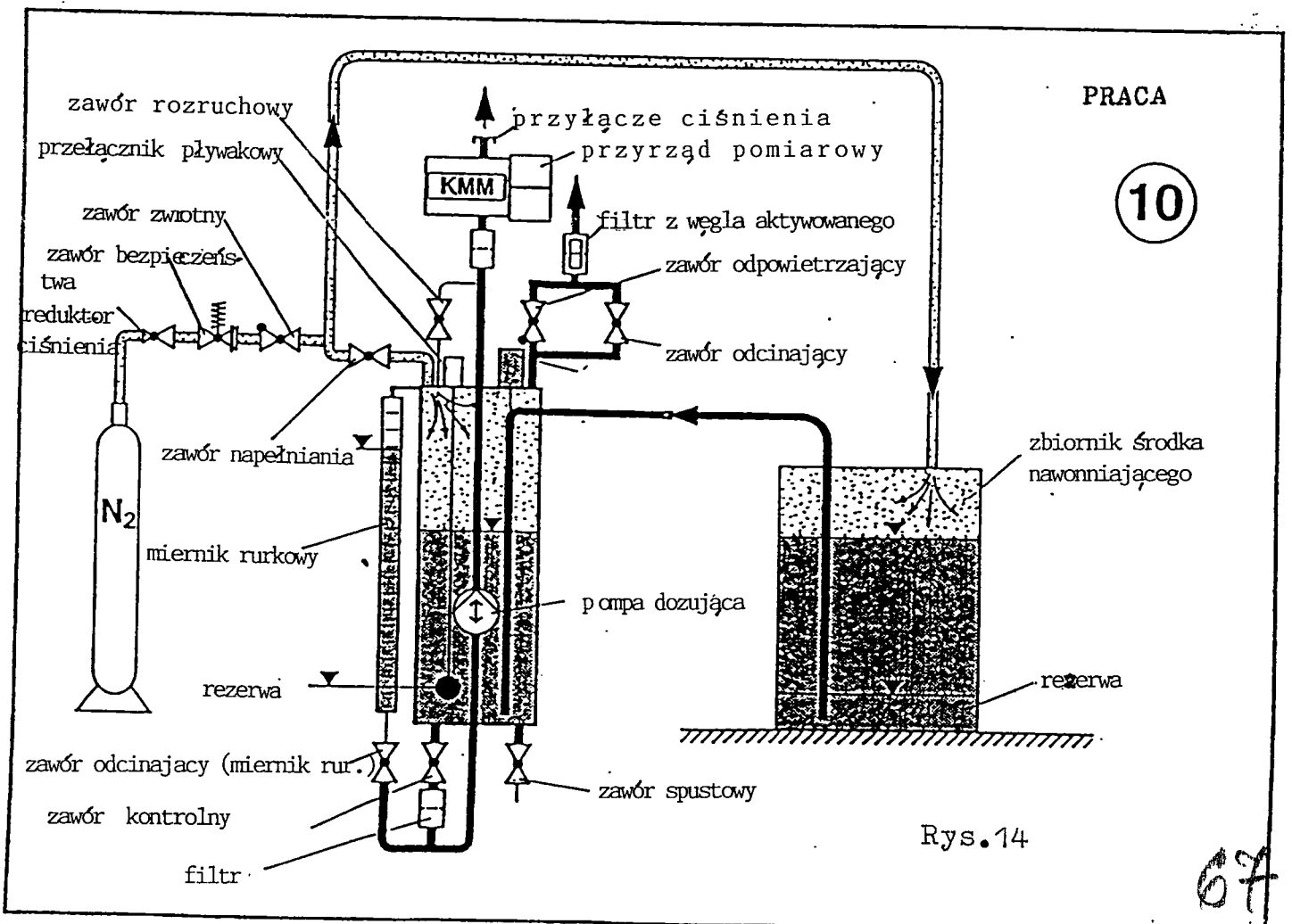
9



Rys. 13

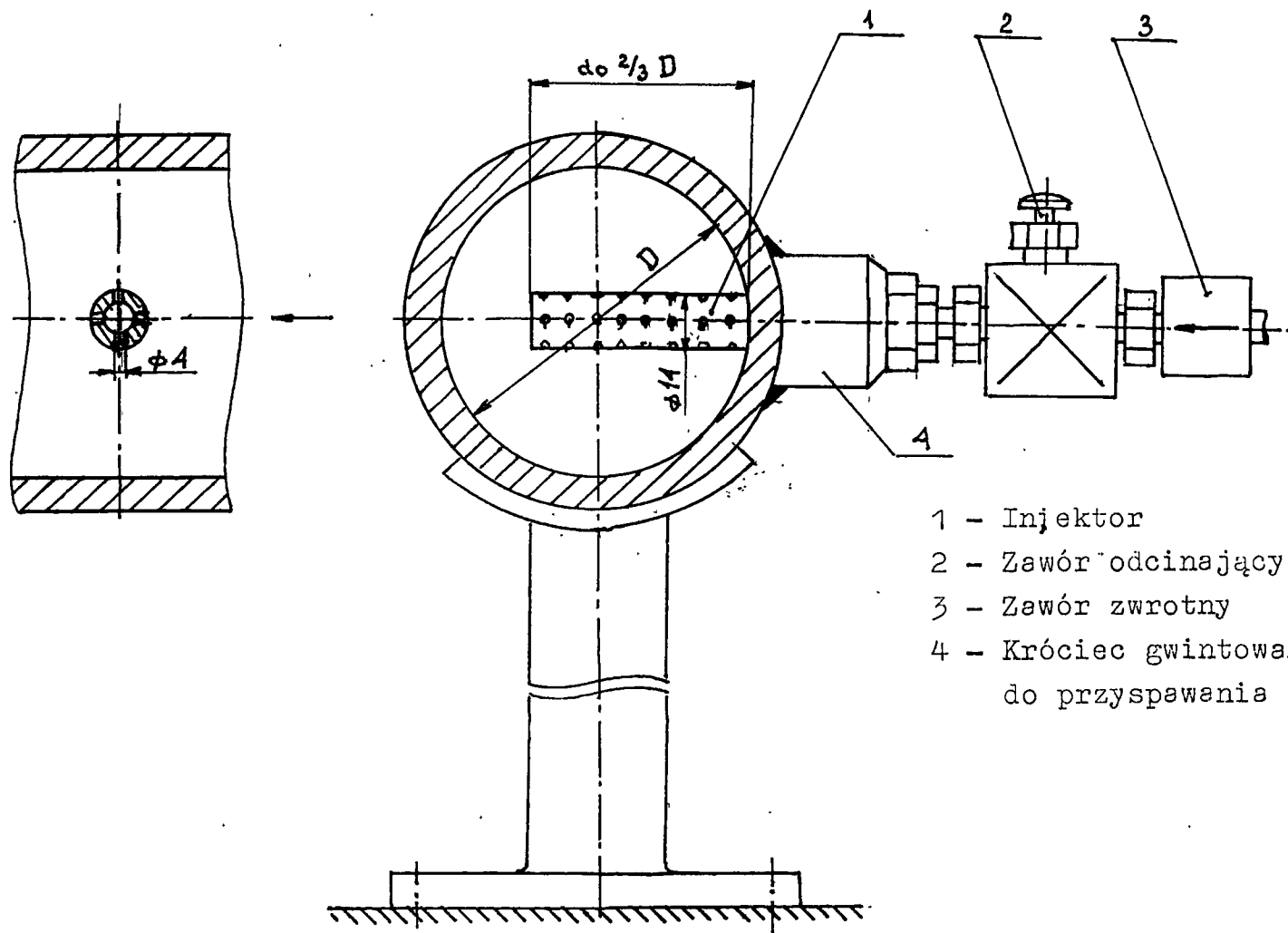
PRACA

10



Rys. 14

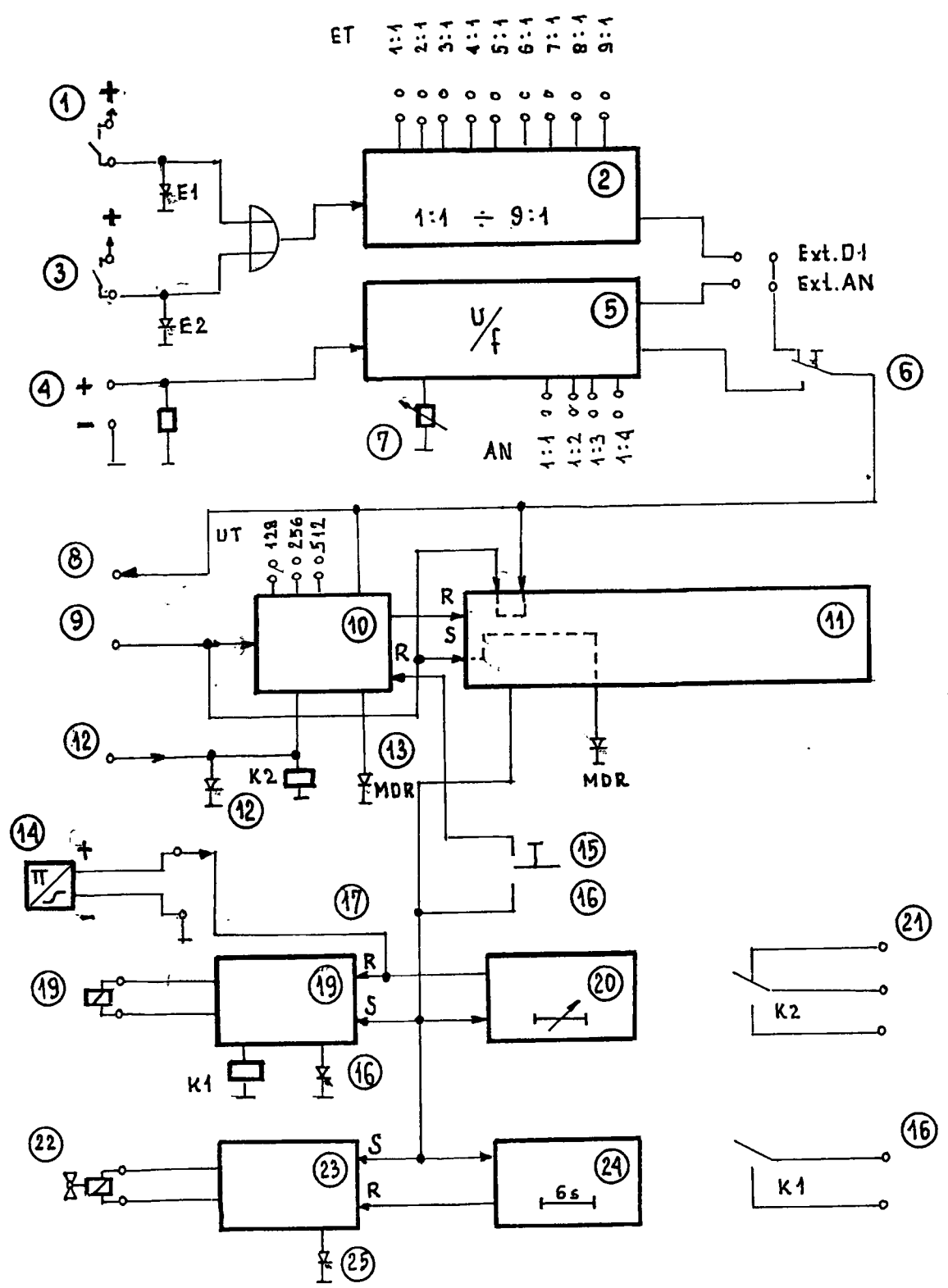
67



- 1 - Injektor
- 2 - Zawór odcinający
- 3 - Zawór zwrotny
- 4 - Króciec gwintowany  
do przyspawania

Rys.15. Zespół wtryskiwacza

68

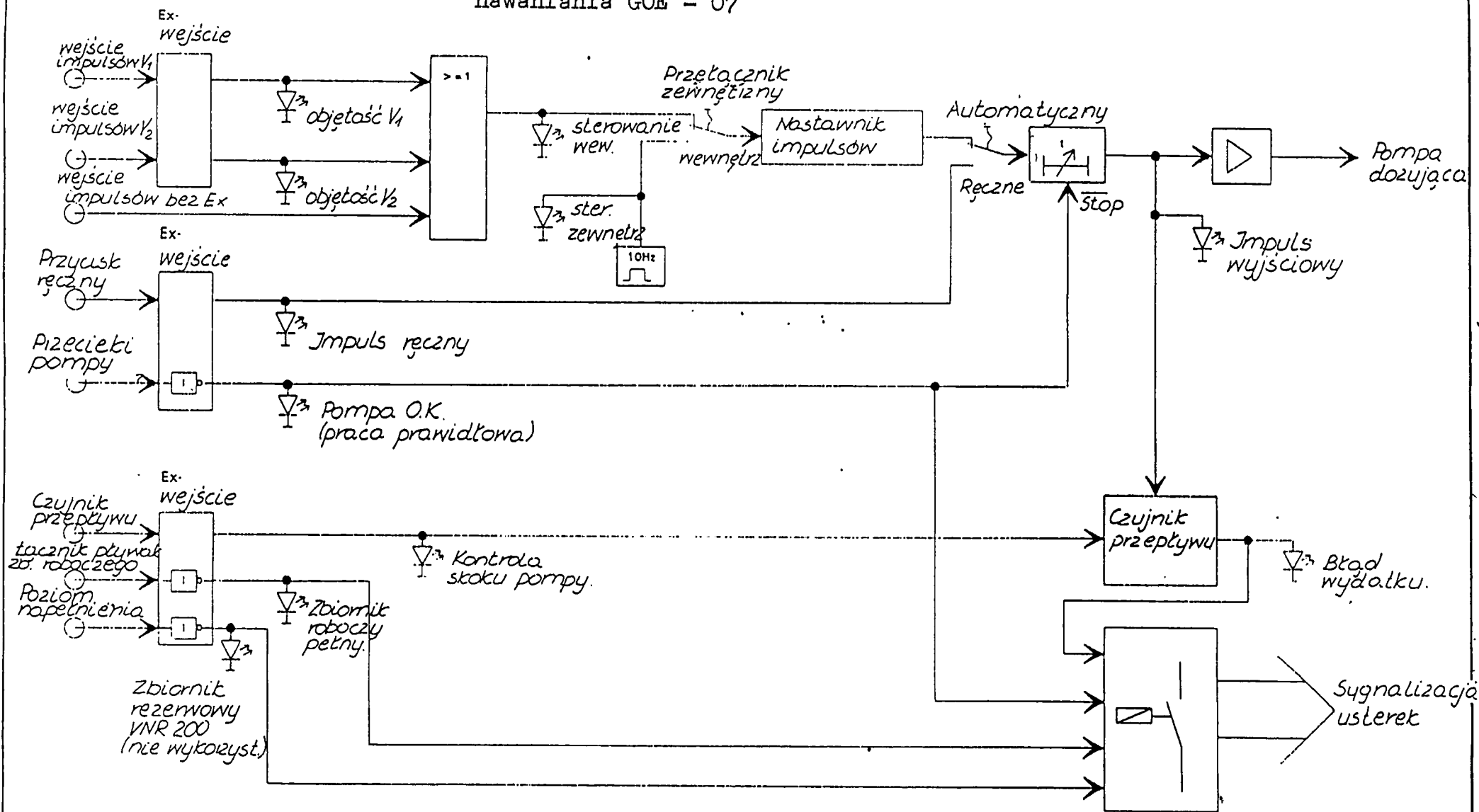


Rys.16. Schemat blokowy sterownika dla układów nawijających DA7 i DA8

Oznaczenia przyjęte na rys.16

1. Wejście impulsowe 1.
2. Dzielnik impulsowy 1:1 + 9:1.
3. Wejście impulsowe 2.
4. Sygnał analogowy 0/4 - 20mA.
5. Przetwornik U/f - / napięcie / częstotliwość/.
6. Sterowanie automatyką / ręcznie/.
7. Zmiany częstotliwości przy sterowaniu ręcznym.
8. Impuls do regulatora MDR.
9. Impuls od regulatora MDR.
10. Kontrola regulatora MDR.
11. Przełączenie z/bez regulatora MDR.
12. Brak środka nawaniającego.
13. Zakłócenia regulatora MDR.
14. Czujnik małych przepływów.
15. Przełączenie - Reset.
16. Suw.
17. Przewrót suwu przez czujnik.
18. Siłownik elektromagnetyczny pompy dozującej.
19. Wyłącznik siłownika elektromagnetycznego pompy dozującej.
20. Człon czasowy dla odłączenia.
21. Usterka.
22. Zawór elektromagnetyczny.
23. Wyłącznik zaworu elektromagnetycznego.
24. Człon czasowy dla odłączenia.
25. Zawór.

Rys.17. Schemat blokowy sterownika dla układu nawaniania GOE - 07



67