

Rys. 42 — 44.

kanalem *G* do wnętrza cylindra *A*. Główną zaletą podobnej budowy cylindra jest zmniejszenie kosztów zakładowych, wypadających na 1 konia efektywnego.

Konstrukcyjne wykonanie nie odznacza się kształtami prostymi. Pomimo, że tuleja robocza cylindra *A* nie powinna tutaj podlegać nadmiernemu wycieraniu, należałoby się zastanowić, czy przez zastosowanie gładkiej tulei oddzielnej nie można uzyskać korzystniejszego rozwiązania konstrukcyjnego. Odlanie skrzynek wentylowych łącznie z tuleją roboczą i dnem cylindra z jednej części nasuwa, właśnie z powodu płaskiego dna, pewne wątpliwości. Swobodne wydłużanie się całości jest zapewnione; w tym celu spoczywa płaszcz cylindra luźno na nodze *N*.

B. Motory dwusuwowe.

1. Cylindry motorów ropowych z łbicą żarzącą.

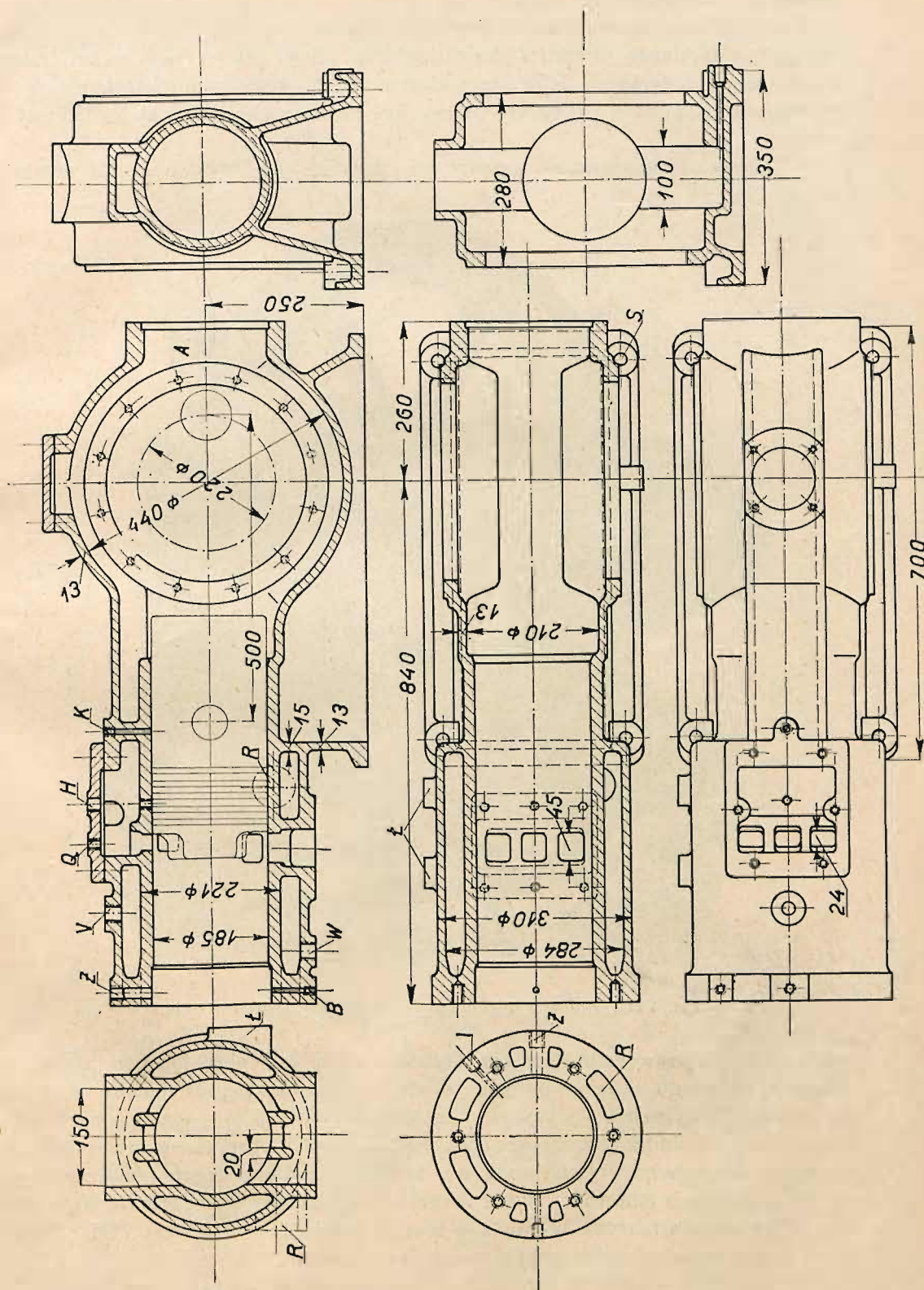
Motory tego rodzaju, dla których, jako przykłady służyć mają rys. 45 do 58, są budowane o ustroju leżącym jak i stojącym. W obydwóch przypadkach rozpowszechnione są następujące trzy wykonania: *a*) cylinder dwusciankowy tworzy jedną całość z ramą, *b*) cylinder dwusciankowy jest przyśrubowany do ramy, *c*) cylinder jest zaopatrzony w oddzielną tuleję roboczą.

Wykonania powyższe posiadają w większej lub mniejszej mierze zalety i wady odpowiednich konstrukcji maszyn czterosuwowych; skutkiem tego nie będą one tutaj ponownie omawiane.

Rodzaj pierwszy, wymieniony pod *a*) i przedstawiony na rys. 45 do 51, jako typ leżący, używa się u motorów małych. Odlew jest prosty, nie posiadający nadmiernie wielkich naprężeń odlewniczych, tak, że przy

umiejętnym wykonaniu odlewu i mechanizmu korbowego nie potrzeba zbytnio obawiać się o większe uszkodzenie cylindra, które jednakże zniewalałoby do wyrzucenia prawie całego motoru, narażając odbiorcę na wielkie koszty.

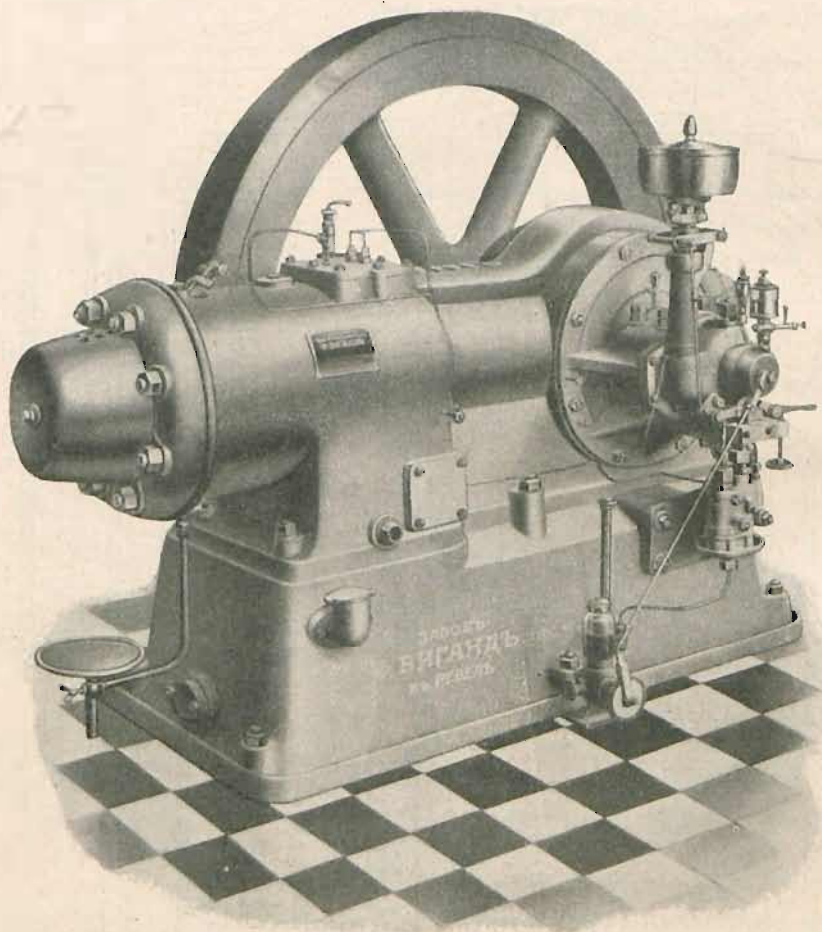
Znaczenie większości poszczególnych liter podano już na stronie 7. O szcze-



Rys. 45 — 51.

gółach tej konstrukcyi możnaby dodać, że przy *A* znajduje się wentyl powietrzny, przy *Q* wentyl do wstrzykiwania wody rozpylonej, a przy *B* kurek do spuszczenia oliwy. Wielkość otworu *Z* dla rozpylacza paliwa jako i jego układ zależą od kształtu kuli żarzącej. Również nadlewki *L* dla umocowania mechanizmu regulacyjnego i pompki paliwowej muszą być zastosowane do danej budowy tych części.

Kanały nad szczelinami wpustowemi i wypustowemi wykonano 150 mm sze-

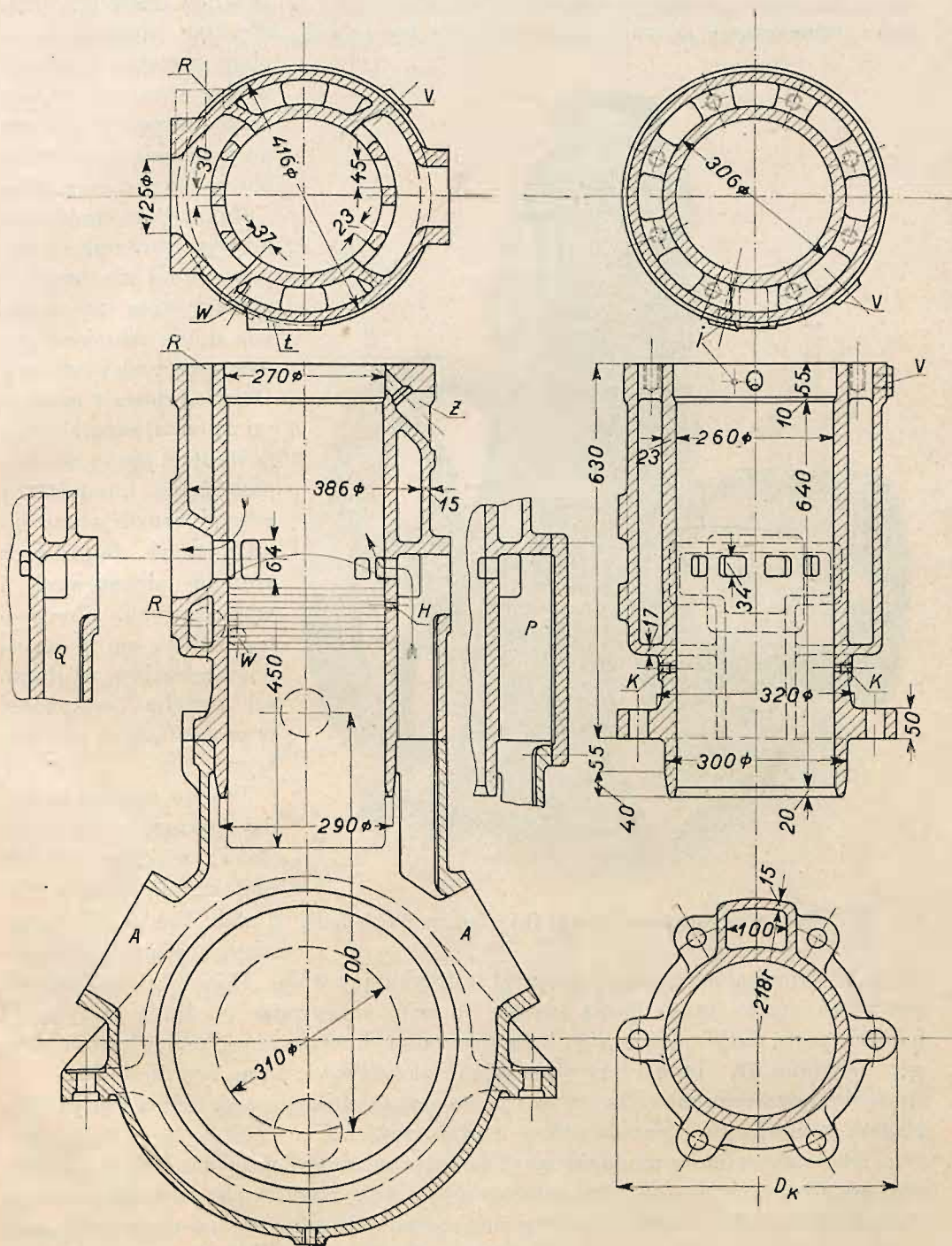


Fot. VIII. Motor w wykonaniu fabryki Wiganda w Rewlu.

rokie, tak, że krawędzie sterujące szczelin mogą być obrobione od zewnątrz. Konstrukcja tego rodzaju posiada jednak strony ujemne: osłabienie odnośnego przekroju cylindra i wymaga kosztownej części jako początku rury wydmuchowej. Cylinder powyższego typu zostaje zwykle przytwierdzony śrubami *S* do ramy fundamentowej. Stosunkowo krótka i nieźle podparta część zwisająca nie wywiera u motorów małych skutków ujemnych. Podobnego rodzaju motor, w wykonaniu fabryki Wiganda w Rewlu, uwidocznia fotografia VIII. Uniknięto w nim prawie zupełnie części zwisającej cylindra.

U motorów większych oddzielne wykonanie cylindra i ramy jest tak dla fa-

brykanta jak i dla odbiorcy godne polecenia. Konstrukcję bardzo rozpowszechnioną, a chętnie stosowaną zwłaszcza do motorów stojących przez różne fabryki, widzimy



Rys. 52 — 56.

na rys. 52 do 56. Sterujące krawędzie szczelin muszą być obrobione od wewnątrz cylindra, co oczywiście nie jest zbyt dogodne, natomiast już początek chło-

dzanej rury wydmuchowej może posiadać przekrój okrągły. Skośny układ szczelin wpustowych, oznaczony literą Q , który co prawda rzadko jest wykonywany, ma służyć do lepszego przepłukiwania cylindra. W ostatnim czasie proponowano umieszczenie szczelin wpustowych w ten sposób, żeby tłok zaczynał je do-

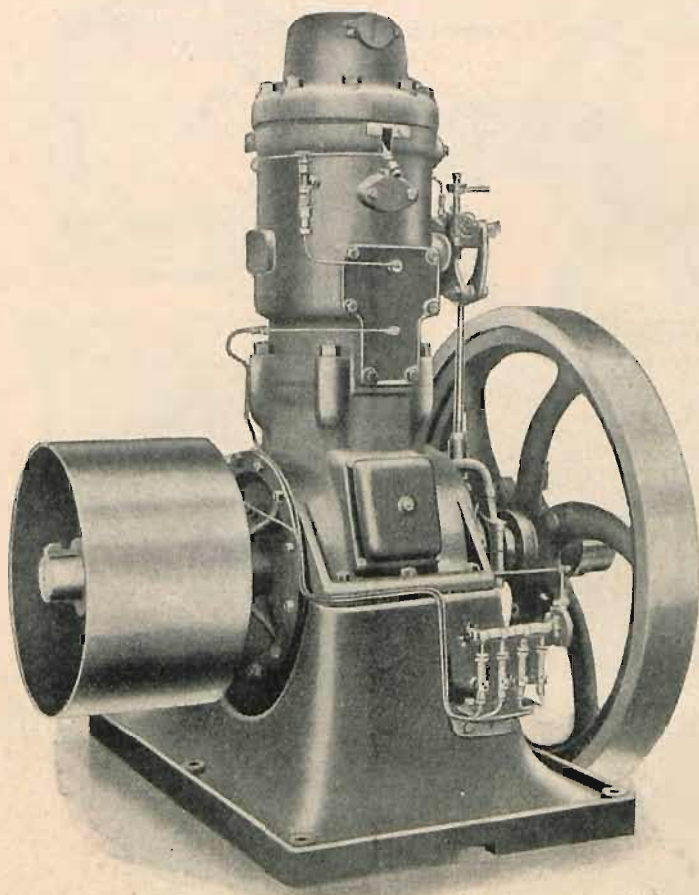
piero otwierać po całkowitem otwarciu szczelin wypustowych¹⁾. Zmiana powyższa ma zapobiec uchodzeniu powietrza przepłukującego szczelinami wypustowymi, a przypuszczalnie nie wpłynie niekorzystnie na możliwe dobre usunięcie gazów spalonych z cylindra. Doświadczenia z motorami na takiej zasadzie zbudowanymi nie są dotychczas znane, a należałoby przeprowadzić je przy kilku różnych długościach szczelin wpustowych i wypustowych. Wtedy otrzymałoby się materiał doświadczalny o długości szczelin, wyrażonej w procentach skoku maszyny.

W celu uzyskania wydajniejszego smarowania tłoka, niektóre fabryki umieszczają otwory H w dwóch lub więcej miejscach, aby nie znajdowały

się w tej samej płaszczyźnie, co wentyl wstrzykujący wodę. U kanału dla dopływu powietrza można także górną ściankę opuścić, nakrywając go długą pokrywą P , a kołnierzowi, znajdującemu się przy połączeniu cylindra z ramą, nadać kształt okrągły o średnicy D_k . Inne litery oznaczają te same części, co na rys. 45 do 51.

Z powyższych motorów są bardzo rozpowszechnione wykonania fabryki Bolindera ze Sztokholmu, przedstawione na fotografii IX.

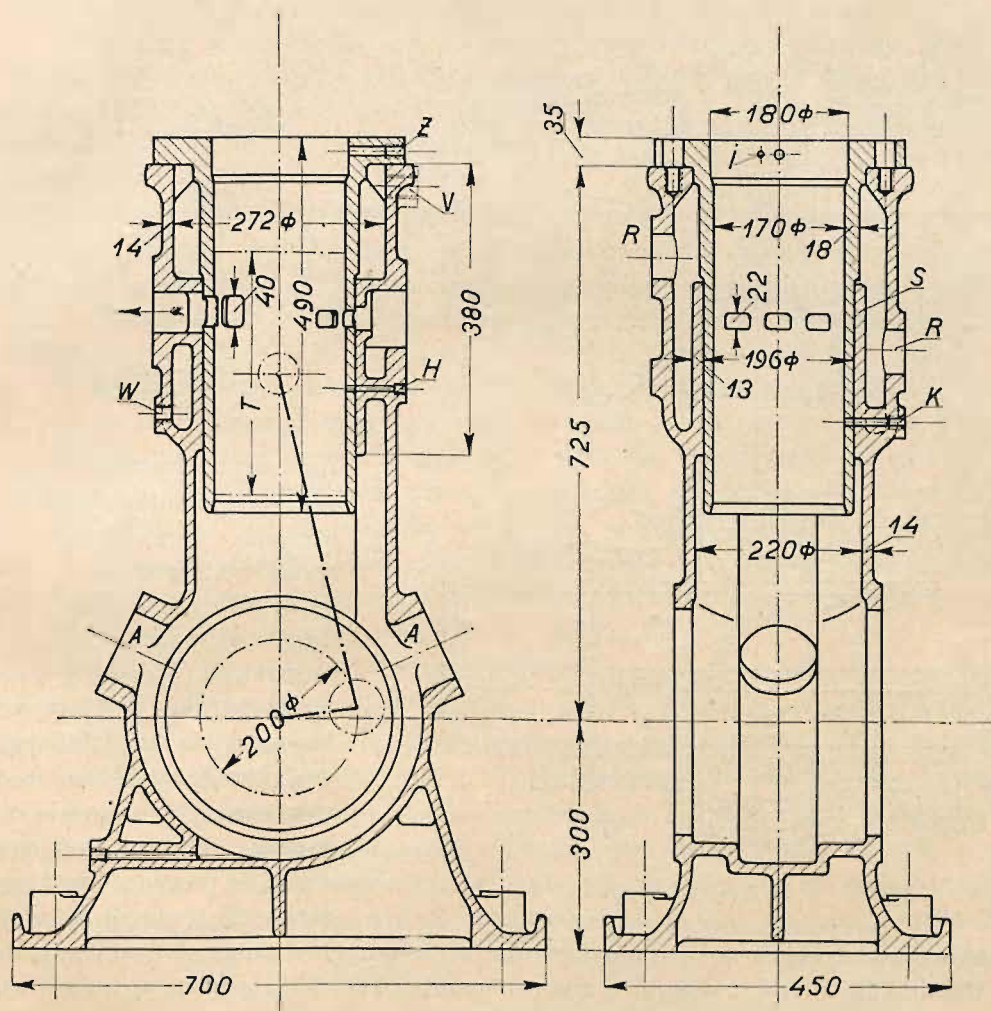
Budowa cylindra z oddzielną tuleją roboczą, zaprojektowana na rys. 57 i 58, nie posiada u dwusuwowych motorów ropowych wszystkich zalet konstrukcji rys. 23 do 31. Mianowicie możnaby mieć pewne wątpliwości co do uszczelnienia tulei roboczej względem płaszcza przy szczelinach. Uszczelnienie zapomocą pierścieni gumowych byłoby tutaj trudne do wykonania, dlatego zastosowano uszczel-



Fot. IX. Motor w wykonaniu fabryki Bolindera w Sztokholmie.

¹⁾ Loeffler-Riedler „Oelmaschinen“.

nienie przez dokładne przyleganie do siebie odpowiednich płaszczyzn. Przy bardzo starannym wykonaniu wystarcza silne wciągnięcie tulei roboczej w płaszcz, w razie przeciwnym należałoby tuleję roboczą wsadzić w ogrzany płaszcz, więc z małym skurczem. Zastąpienie uszkodzonej tulei roboczej nową jest wtedy oczywiście połączone z pewnymi niedogodnościami.



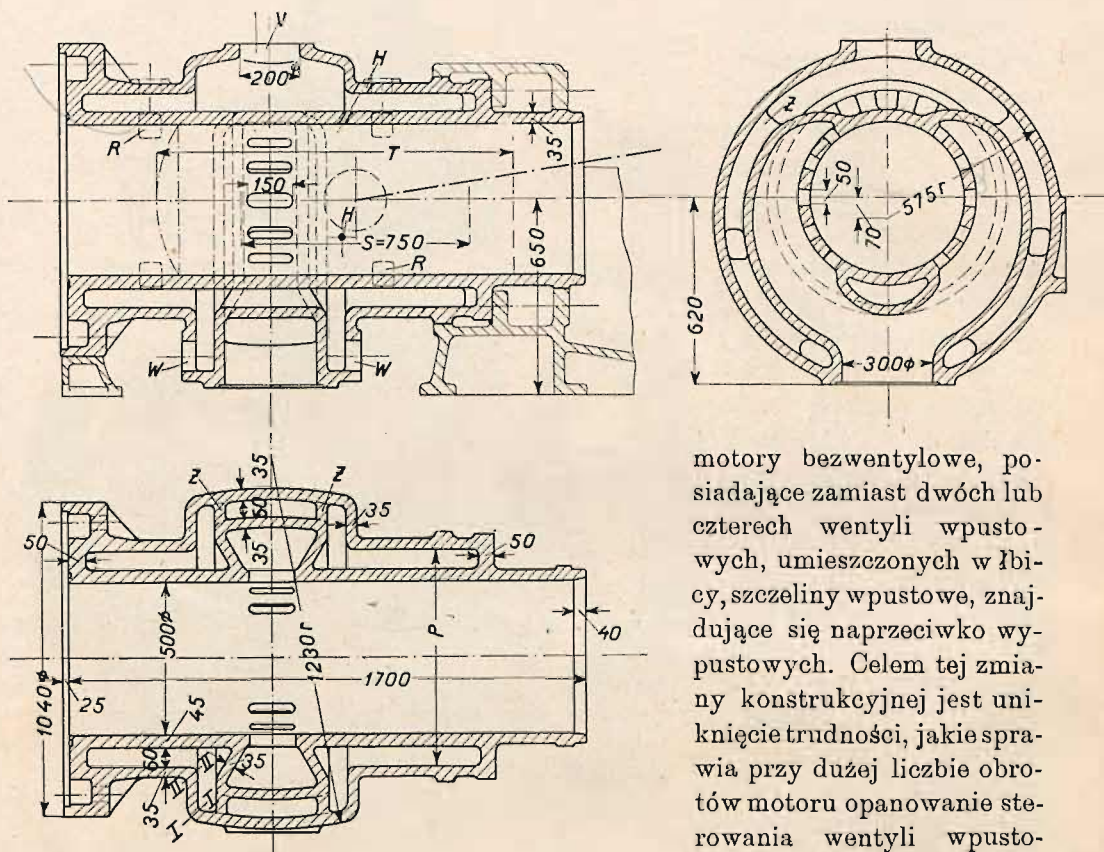
Rys. 57 — 58.

Trudności wspomnianego uszczelnienia uniknęłoby się przez doprowadzenie tulei *S* aż do kołnierza i włożenie cienkiej tulei roboczej w rozgrzany cylinder, wówczas dwusciankowy. Koszta obróbki są wtedy jeszcze większe niż konstrukcji wskazanej na rys. 57 i 58, która nie jest także tania w wykonaniu. Noga ramy danego motoru posiada kształt, nadający się do ustawienia jej bezpośrednio na fundamencie.

Również u motoru leżącego możnaby przy analogicznej konstrukcji cylindra podeprzeć go nogą w sposób dostateczny, unikając zwisania cylindra, które u motorów większych połączone być może ze skutkami ujemnymi.

2) Cylindry motorów Diesela.

Dwusuwowe motory Diesela są stosowane przeważnie w celu uzyskania skutku wielkiego (mocy). Wykonywane są one o ustroju leżącym jak i stojącym; ostatni rodzaj jest więcej rozpowszechniony. Przed kilku laty zaczęto budować także t. zw.



Rys. 59 — 61.

motory bezwentylowe, posiadające zamiast dwóch lub czterech wentyli wpustowych, umieszczonych w łbicy, szczeliny wpustowe, znajdujące się naprzeciwko wypustowych. Celem tej zmiany konstrukcyjnej jest uniknięcie trudności, jakie sprawia przy dużej liczbie obrotów motoru opanowanie sterowania wentyli wpustowych, z powodu krótkiego czasu ich otwarcia. Długość

szczelin wypustowych waha się u motorów wykonanych w wielkich granicach, bo od 15% do 26% skoku maszyny, a wynosi średnio około 20%; dłuższe szczeliny wypustowe stosuje się przy przepłukiwaniu szczelinami wpustowymi.

Cylindry dwusuwowych motorów Diesela wykonywa się jako dwusciankowe lub też z oddzielną tuleją roboczą. Konstrukcja ich jest bardzo różnorodna, co bezwątpienia świadczy o trudnościach, jakie przy budowie danego typu są do przewyciężenia, jak i o tem, że nie znaleziono dotychczas najkorzystniejszego rozwiązania konstrukcyjnego. Rysunki, w rozdziale tym umieszczone, zostały wykonane na podstawie wiadomości, zaczerpniętych z czasopism¹⁾ o konstrukcyach fabryk następujących: M. A. N. w Norymberdze, Sulzer, Creusot, Tosi, Krupp, Carrels frères. Liczba obrotów omawianych motorów ma wynosić 140 do 150 na min.

¹⁾ 1) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 2) Technique Moderne. 3) Oelmotor.

a) Cylindry dwuściankowe.

Wykonywanie cylindra dwuściankowego razem z łbicą z jednej części, u której uzyskuje się dobre chłodzenie przestrzeni kompresyjnej i unika wszelkich nieszczelności wody, jest tylko możliwe u motorów małych. U typów średniej wielkości wykonanie takie sprawiałoby już trudności, obsługa byłaby uciążliwa, a koszty zastąpienia cylindra uszkodzonego nowym bardzo duże.

Natomiast sam cylinder dwuściankowy, przyśrubowany do ramy, jest używany u motorów o średnim skutku, a jako przykłady posłużyć mogą rys. 59 do 66, na których oznaczono przez W dopływ, przez V odpływ wody, przez R otwory do czyszczenia, przez T tłok, przez H smarowanie cylindra, znajdujące się w trzech lub czterech miejscach.

Pomimo, że u maszyn przedstawionej wielkości nierówne wydłużanie się tulei roboczej i płaszcza w ruchu motoru nie tak łatwo przyczyni się do pęknięcia cylindra jak u cylindrów o wielkich średnicach, poleca się nadać płaszczeni i ściankom poszczególnym kształt, któryby się łatwo poddawał odkształceniom tego rodzaju.

U cylindra, uwidocznionego na rys. 59 do 61, umożliwia przejście płaszcza o średnicy P na znacznie większą średnicę w środku cylindra nierówne wydłużanie się obydwu tulei bez wpływu ujemnego. Różnica wspomnianych średnic jest tak znaczna, że bezwarunkowo nastąpiłoby musiało pęknięcie w niebezpiecznych przekrojach I—I lub II—II, spowodowane naprężeniem na zginanie, gdyby siły ciągnące w kierunku podłużnej osi maszyny były przejmowane wyłącznie przez płaszczyznę. W rzeczywistości przenoszą się one przez obiedwie tuleje cylindra, które są oprócz tego wzajemnie połączone żebrami Z .

Wydłużanie się materiału tulei roboczej pomiędzy szczelinami wypustowymi jest pod wpływem wysokich temperatur gazów wydmuchowych bez wątpienia większe niż innych sąsiednich części materiału, a pęknięciu cylindra w miejscu odnośnem zapobiega się jedynie przez odpowiedni kształt kanału wydmuchowego.

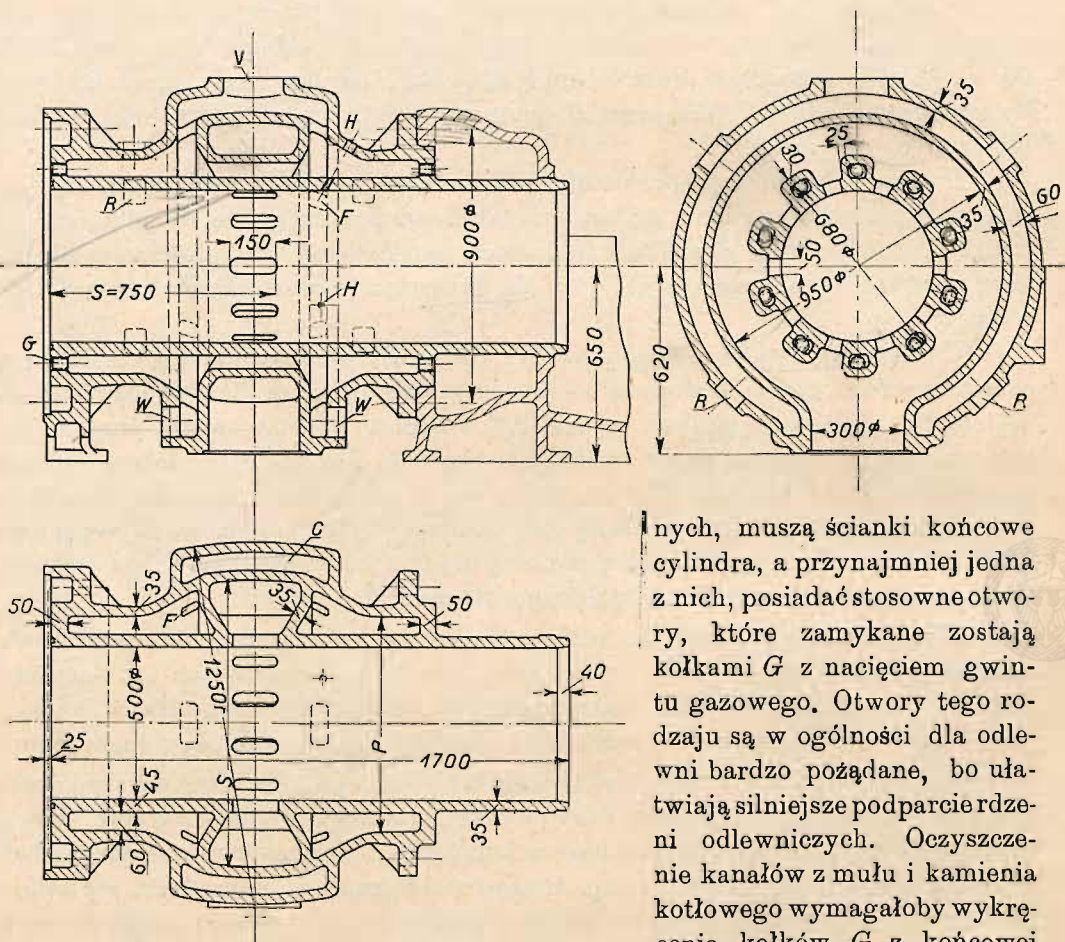
Szczeliny są umieszczone po obydwóch bokach cylindra, aby uzyskać dobre chłodzenie dolnej i górnej części tulei roboczej, na których opiera się tłok w swej funkcji wodzika. Jestto bezwarunkowo korzystne rozwiązanie ze względu na beznaganną pracę tłoka, lecz powoduje drugostronnie znaczne naprężenia, wywołane różnicą wydłużania się materiału dobrze chłodzonego i wcale nie chłodzonego, znajdującego się pomiędzy szczelinami.

Jeden koniec cylindra spoczywa w ramie, a drugi opiera się na nodze, skutkiem czego swobodne wydłużanie się całości maszyny pod wpływem ciepła jest zapewnione.

Omówione wątpliwości konstrukcyjne skłaniają do budowy cylindra według rys. 62 do 64. Średnica płaszcza P przechodzi tutaj stożkiem w średnicę S ; woda, chłodząca kanał wydmuchowy, znajduje się w przestrzeni C , do której dopływa otworami F . Naprężenia na zginanie, spowodowane siłami ciągnącymi, są tutaj przez środkowy kształt płaszcza cylindra umiejętnie opanowane. Również materiał pomiędzy szczelinami wypustowymi nie będzie się przy pracy maszyny więcej wydłużał niż części sąsiednich, ponieważ jest chłodzony wodą. Konstrukcja z chłodzonymi szczelinami wypustowymi rozpowszechniła się bardzo u dwu-

suwowych motorów Diesela; możnaby nawet powiedzieć, że staje się typową, pomimo trudności jej wykonania.

Pewne uproszczenie odlewu uzyskałoby się przez zastosowanie mniejszej liczby szczelin wydechowych o większej szerokości. Pomimo, że konstruktor jest w tym kierunku skrzepowany, możnaby u cylindra o średnicy 500 mm wykonać osiem, a nawet tylko sześć szczelin, ze względu na dobre podparcie rozprężnych pierścieni tłokowych. W celu usunięcia rdzeni odlewniczych z kanałów wspomnia-



Rys. 62 — 64.

nych, muszą ścianki końcowe cylindra, a przynajmniej jedna z nich, posiadać stosowne otwory, które zamykane zostają kołkami *G* z nacięciem gwintu gazowego. Otwory tego rodzaju są w ogólności dla odlewów bardzo pożądane, bo ułatwiają silniejsze podparcie rdzeni odlewniczych. Oczyszczenie kanałów z mułu i kamienia kotłowego wymagałoby wykręcenia kołków *G* z końcowej ścianki cylindra. Chcąc uniknąć tej pracy uciążliwej, za-

leca się używanie do chłodzenia motorów podobnych wody oczyszczonej i zmiękzonej.

Kanał wydechowy może być ułożony środkowo lub mimośrodkowo względem tulei roboczej. Środkowy kanał (rys. 62 do 64) ułatwia wykonanie cylindra, natomiast mimośrodkowy, zastosowany do poszczególnych koniecznych wolnych przekrojów (rys. 59 — 61), zapewnia lepsze prowadzenie gazów wydechowych, zapobiegając przez to ewentualnemu ich falowaniu, któreby mogło ujemnie oddziaływać na napełnienie cylindra powietrzem.

Podparcie korpusu cylindra jest uskutecznione na rys. 62 w ramie i zapomo-

cą przylanej do kołnierza nogi, która spoczywa swobodnie, więc bez przytwierdzenia jej śrubami, na płycie fundamentowej.

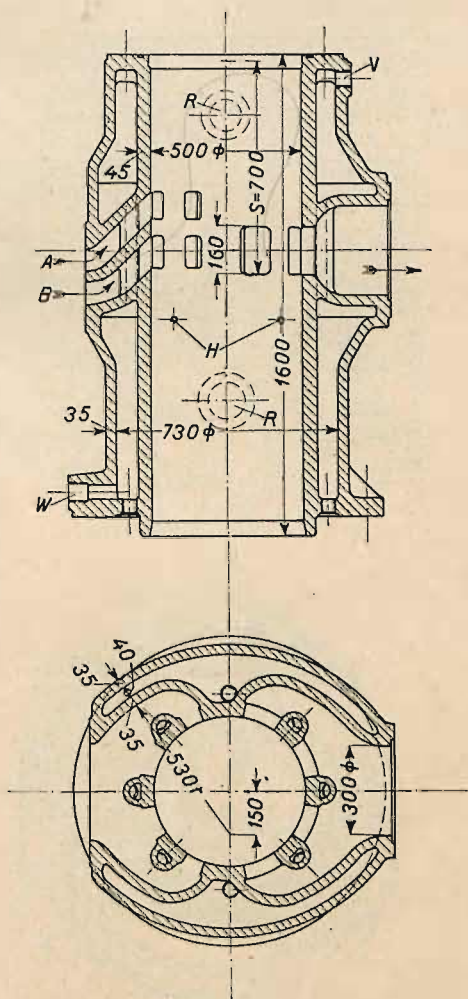
Cylindry, przedstawione na rys. 59 do 64, należy uważać za najwięcej typowe dwusciankowe cylindry dwusuwowych motorów Diesela, pracujących z wentylami wpustowymi. Po przeprowadzeniu odpowiednich zmian konstrukcyjnych mogą być również wykonywane o ustroju stojącym.

Jako przykład motoru, pracującego z przepłukiwaniem i napełnianiem cylindra za pomocą szczelin wpustowych, służyć ma budowa, uwidoczniona na rys. 65 i 66. Szczeliny wpustowe są tutaj podzielone na dwie części. Powietrze, dopływające kanałem *B*, służy częściowo do przepłukania, a częściowo do napełnienia cylindra. Natomiast kanał *A*, który oprócz tego jest sterowany osobnymi wentylami, umożliwia wraz ze swymi szczelinami dodatkowe napełnienie cylindra po zamknięciu szczelin wydechowych, uzyskując przez to zalety motoru, pracującego z wentylami wpustowymi w łbicy (patent Sulzera). Nie wchodząc w krytykę podobnego rozwiązania zasadniczego, zaznaczyć można, że powoduje ono dosyć zawiły (skomplikowany) odlew części środkowej cylindra. Chłodzenie materiału tulei roboczej, znajdującego się pomiędzy szczelinami, jest tutaj bardzo pożądane.

b) Cylindry z oddzielną tuleją roboczą.

Konstrukcja cylindrów tego typu posiada zalety i wady, omówione przy czterosuwie na str. 19, z wyjątkiem uszczelnienia kanału wydechowego, względem przestrzeni, napełnionej wodą chłodzącą. Płaszcz cylindra może być wykonany z jednej części z ramą lub też oddzielnie; ostatni rodzaj jest kosztowniejszy, lecz odpowiedniejszy w razie przyłania kanału wydechowego do płaszcza. Szczegóły, dotyczące konstrukcji obydwóch końców tulei roboczej, znajdują się w rozdziale II, C.

Budowa cylindra, przedstawionego na rys. 67 i 68, może nasuwać pewne wątpliwości, ponieważ siły ciągnące w kierunku osi podłużnej podejmowane są przede wszystkim ściankami *S*, których materiał jest wystawiony na działanie gazów wydechowych o wysokiej temperaturze i skutkiem tego nie posiada zwykłej wytrzymałości. Również można się obawiać, że różnica w wydłużaniu się ścianek *A* i *S* może spowodować znaczniejsze naprężenia dodatkowe, przyczyniające się



Rys. 65 i 66.

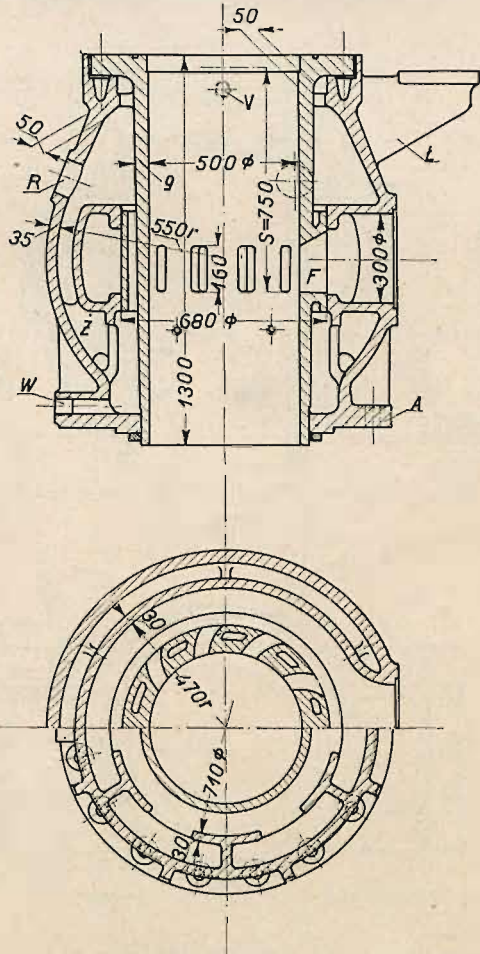
Środkowa część tulei roboczej jest uszczelniona względem płaszcza również tylko przez przyleganie żelaza do żelaza. Płaszczyzny uszczelniające są długie, a grubość F jest stosunkowo duża, aby mógł szczeliny wypustowe możliwie dobrze chłodzić wodą. Grubość ścianki g tulei roboczej jest tutaj zbieżna, stosownie do naprężeń, zachodzących w poszczególnych częściach cylindra, co jednakże w wykonaniu nie jest zbyt dogodne.

Cylinder, uwidoczniiony na rys. 71 i 72, różni się od poprzedniego jedynie zaopatrzeniem płaszcza w nogi B i innym zakończeniem po stronie łbicy. Pierwsza zmiana wymaga zastosowania innej ramy, druga uźebrowania odpowiedniego przy M . Waga jak i koszty wykonania cylindra według konstrukcyi rys. 71 są większe, niż według rys. 69.

W celu zmniejszenia kosztów wykonania motoru, niektóre fabryki stosują u cylindrów średniej wielkości budowę, przedstawioną na rys. 73 i 74. Rama tworzy z płaszczem cylindrowym, zaopatrzonym w kanał wydmuchowy, jedną całość. Siły ciągnące, działające w kierunku osi podłużnej, przenoszą się na ramę w sposób właściwy, lecz należałoby się obawiać, że w razie nieudania się odlewu fabryka ponosi znaczne wydatki, w razie zaś pęknięcia płaszcza w czasie ruchu maszyny ponosi straty odbiorca. Mimo wszelkiej ostrożności w wykonaniu, pęknięcie płaszcza może się zdarzyć przede wszystkim w środkowej części cylindra z powodu niedostatecznego chłodzenia. W celu osiągnięcia lepszej szczelności płaszczyzn, przylegających do siebie, wytoczone zostały tutaj wpustki obwodowe (t. zw. uszczelnienie grzebieniaste).

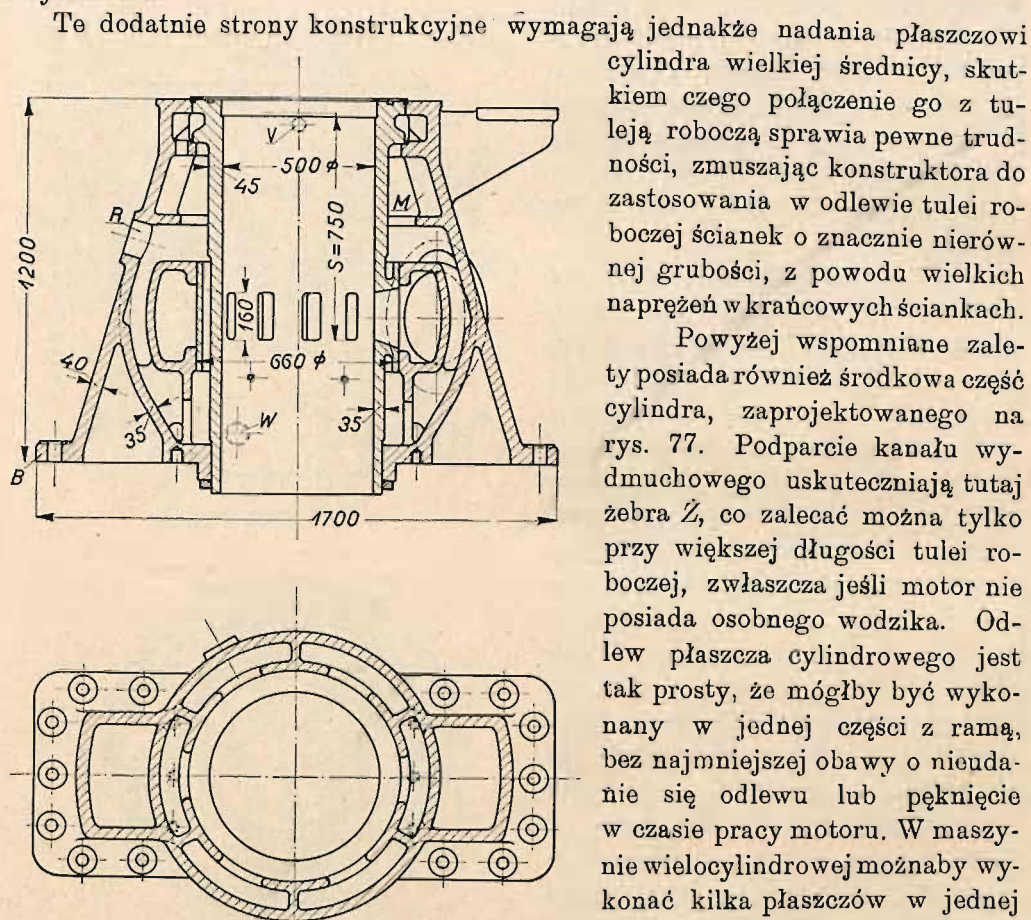
Do powyższych wywodów dodać jeszcze należy, że konstrukcyje cylindrów, pokazane na rys. 69 do 74, mogą być także zastosowane przy przepłukiwaniu zapomocą szczelin wpustowych. Środkowa część cylindra jest wtedy, skutkiem przeprowadzenia odpowiednich zmian, jeszcze trudniejsza w wykonaniu warsztatowym.

Promieniowe wydłużanie się kołnierza tulei roboczej po stronie łbicy może w czasie ruchu motoru przyczynić się w niektórych konstrukcyach cylindrów o dużej średnicy do pęknięcia kołnierza płaszcza. Jeśli podobna obawa jest usprawiedliwiona, zaleca się naciągnąć na kołnierz płaszcza stalowy pierścień skurczowy (rys. 75) przed włożeniem tulei roboczej.



Rys. 69 i 70.

Z powodu obawy o rozsądzenie środkowej części płaszcza przez tuleję roboczą, jak i o dostanie się wody do wnętrza cylindra wskutek nieszczelności, stosuje się także budowę, zaprojektowaną na rys. 76. Kanał wydmuchowy jest tutaj przyłany do tulei roboczej i może się swobodnie wydłużać pod wpływem ciepła. Pierścieniowe uszczelnienie rury wydmuchowej przy *B* nie sprawia żadnych trudności, a jego wykonanie staranne jest łatwe. Również uszczelnienie zewnętrznego obwodu rury wydmuchowej zapomocą dławnicy, wypełnionej sznurem azbestowym, jest proste w wykonaniu.

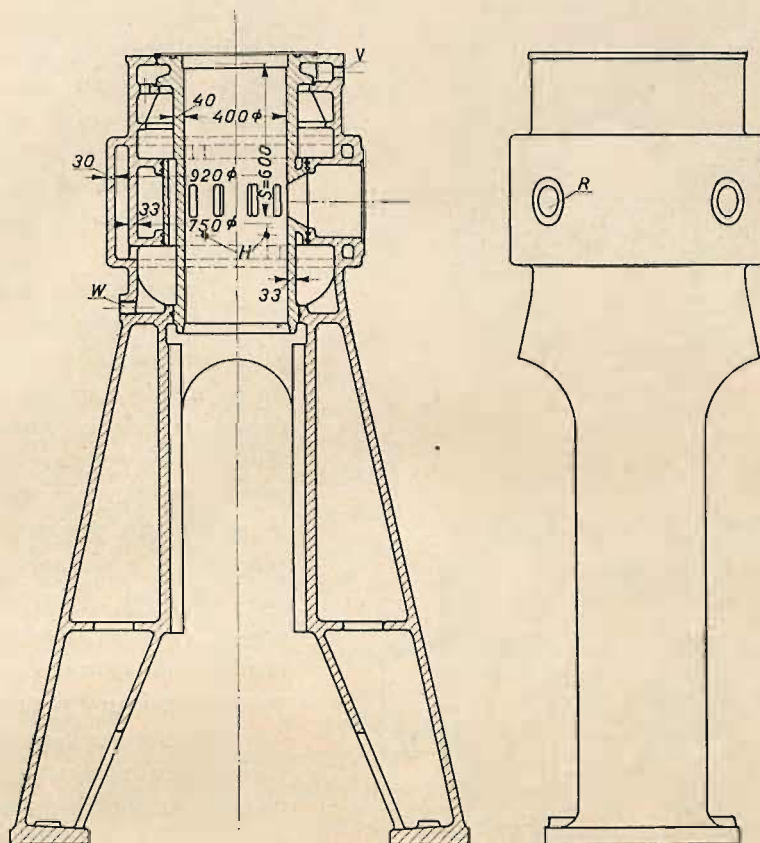


Rys. 71 i 72.

Tuleja robocza z przyłaną do niej łbicą, w której znajdują się wentyle (4 wpustowe i 1 lub 2 paliwowe), jest natomiast częścią, nasuwającą wielkie wątpliwości co do swej trwałości. Skutkiem tego konstruowania tego rodzaju prawdopodobnie nie stanie się typową. Jediną jej zaletą jest bowiem korzystniejsze chłodzenie przestrzeni kompresyjnej, niż w innych wykonaniach.

Jeśli zależy na możliwie małej wadze motoru, co dla maszyn lądowych może być bardzo ważne np. ze względów celnych, to zastosować można konstrukcję, pokazaną na rys. 78 i 79. Cztery drążki *A* przenoszą tutaj siły ciągnące w kierunku osi podłużnej bezpośrednio na podstawę fundamentową. Rama i płaszcz cylindra mogą więc posiadać stosunkowo cienkie ścianki. Pomimo bezsprzecznej zalety od-

ciężenia części, wykonanych z żelaza lanego, nie można uważać tej budowy za odpowiednią w warunkach normalnych.



Rys. 73 i 74.

C. Szczegóły konstrukcyjne.

W rozdziale tym rozważone zostaną szczegóły konstrukcyjne:

- 1) uszczelnienia oddzielnej tulei roboczej względem łbicy i kołnierza płaszcza cylindrowego;
- 2) uszczelnienia oddzielnej tulei roboczej względem płaszcza po stronie ramy;
- 3) smarowania cylindra.

1. Uszczelnienie tulei roboczej po stronie łbicy.

Do uszczelnienia wysokich ciśnień przy wysokich temperaturach, panujących w cylindrze, używa się najczęściej cienkiego pierścienia z klingerytu oryginalnego, papieru azbestowego, wulcasbestonu i wulcaufibru, a w małych motorach nawet cienkiej tektury, nasyczonej olejem lnianym. W ogólności nie można zalecać stosowania uszczelki grubszych niż 1 mm, ponieważ w razie przeciwnym trzeba bardzo silnie dociągać śruby, aby zapobiedz rozerwaniu uszczelki przez gazy