

# Ż Y C I E TECHNICZNE

ORGAN KÓŁ NAUKOWYCH  
POLSKIEJ MŁODZIEŻY AKADE-  
MICKIEJ WYŻSZYCH UCZELNI  
TECHNICZNYCH W POLSCE  
I W WOLNYM MIEŚCIE GDAŃSKU.

Wychodzi raz na miesiąc  
z wyjątkiem lipca i sierpnia

Tymczasowy Komitet Redakcyjny: inż. Władysław Brzyski, Henryk Desch,  
inż. Lech Eker, Zbigniew Szymankiewicz

Redakcja i administracja: Lwów, ulica Ujejskiego 1, godz. 13–14.  
Wszelkie prawa zastrzeżone — przedruk dozwolony za podaniem źródła.

## K O M U N I K A T Y

### XV Zjazd Lekarzy i Przyrodników.

W dniach 4 do 7 lipca br. odbędzie się we Lwowie XV Zjazd Lekarzy i Przyrodników. Protektorat nad Zjazdem raczył objąć Pan Prezydent Rzeczypospolitej Prof. Dr Ignacy Mościcki. Komitet Organizacyjny Zjazdu ukonstytuował się w następującym składzie: Prof. Dr R. Rencki — przewodniczący; Prof. Dr D. Szymkiewicz — zastępca przewodniczącego; Prof. Dr W. Koskowski — sekretarz generalny dla nauk lekarskich; Prof. Dr M. Kamiński — sekretarz generalny dla nauk przyrodniczych; Prof. Dr A. Zakrzewski — skarbnik; Dr J. Papierkowski — sekretarz.

Prace Zjazdu podzielone zostały między 31 sekcji obejmujących nauki ścisłe, przyrodnicze oraz wiedzę lekarską. Oprócz referatów i komunikatów sekcyjnych będą zorganizowane dyskusje na ogólne tematy interesujące przyrodników i lekarzy.

W Zjeździe przewidzany jest udział około 3.000 osób. Liczba zgłoszonych referatów przekracza cyfrę 1000.

W czasie Zjazdu będzie otwarta Wystawa Przyrodniczo-Lekarska, na której przewidziane są działy: naukowy, opieki społecznej, zdrojowiskowy, przemysłu farmaceutycznego, chemicznego itp.

We wszelkich sprawach dotyczących Zjazdu zwracać się można do Sekretarzy Generalnych: Prof. Dr W. Koskowskiego, Lwów, ul. Piekarska 52, telef. 240-52 i Prof. Dr M. Kamińskiego, Lwów, Ujejskiego 1, telef. 279-58.

### 75-lecie T-wa Bratniej Pomocy Stud. Polit. Lwow.

W bieżącym roku Towarzystwo Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Lwowskiej, najstarsze Towarzystwo Akademickie obchodzi 75-lecie swego istnienia. Od roku 1861 do chwili obecnej przodowało Towarzystwo w działalności wśród organizacji Młodzieży Akademickiej, wychowało w swych szeregach wielu powszechnie znanych i zasłużonych mężów i reprezentowało Młodzież najstarszej w Polsce Uczelni technicznej.

Jako stowarzyszenie samopomocowe zawsze wyciągało bratnią dłoń do będących w potrzebie swoich członków, niosąc im pomoc materialną i moralną.

Stawiając tę działalność na pierwszym planie nie zapominało nigdy o kształtowaniu ducha Młodzieży technicznej, tak w czasach przedwojennych, jak i w chwilach zawieruchy dziejowej, która dała naszej Ojczyźnie niepodległość.

Towarzystwo dało świadectwo swych uczuć patriotycznych i gotowość do poświęceń dla wielkiej sprawy, znacząc krwią swych członków te miejsca, gdzie tylko oręż polski wykuwał granice Ojczyzny.

Nie brakło członków Twa w szeregach lwowskich „Orląt”, bohaterów broniących odwiecznych praw do polskiej ziemi, a I Dom Techników był tej obrony bastionem.

Gdy przeszła groza wojenna zaistniała potrzeba nowych wartości czynów, dla pokojowej budowy potęgi Polski. Z myślą o rozbudowie polskiego stanu posiadania, o zapewnieniu odpowiednich warunków dla zdrowia przyszłych pokoleń inżynierskich, o stworzeniu ośrodka gorąco patriotycznej młodzieży we Lwowie, rzucono a następnie zrealizowano śmiały plan budowy domu dla techników. Jak gdyby cudem wyrósł dzięki ofiarności społeczeństwa i nieustraszonej pracy członków Twa wspaniały gmach II Domu Techników, w którym znajduje odpowiednie pomieszczenie 450 studentów.

Z biegiem czasu postarzały się pamiętne mury I Domu Techników, to też doczekał się świeżej szaty w postaci nadbudowy trzeciego piętra i zupełnego odnowienia.

Nie poprzestając na zapewnieniu lwowskiemu technikowi podstaw materialnego bytu, lecz mając na względzie wychowanie ducha, Two zbudowało, jedno z pierwszych w Polsce, piękną kaplicę w swoim domu.

W ciągłej pracy i w ciągłych zmaganiach się z trudnościami powstały wielkie porywy i wspaniałe dzieła.

Dziś zanim z szlachetnych myśli i poczynań wyłonią się nowe sprawy i nowe zadania czas jest rzucić okiem w tył i zmierzyć dorobek lat 75-ciu. Czas oddać należne uznanie pracy przeszłych pokoleń i wspólnie przypomnieć sobie chwile swej „chmurnej i górnej młodości”.

W dniach 5 i 6 czerwca odbędzie się uroczysty obchód 75-lecia istnienia Tow. Br. Pom. St. P. Lw., w którym winien wziąć udział każdy inżynier, który kiedyś był jego członkiem. Uroczystość ta będzie chwilą łączącą dwa pokolenia: inżynierów i techników studentów w jedną wielką rodzinę, i odświeży węzły zadzierżgnięte kiedyś na ławie koleżeńskej.

Bramy Domów Technicznych oczekują gościnnie wszystkich przybywających na ten uroczysty obchód.

Szczegółowych informacji udzieli Komitet Obchodu 75-lecia Twa Br. Pom. St. P. Lw. — Lwów, Politechnika.

### Konkurs na artykuł o robotach żelbetowych.

W następnym zeszycie podamy szczegółowy regulamin konkursu na artykuły o robotach żelbetowych z praktyk wakacyjnych, drukowane w „Życiu Technicznym”.

Nagrody przeznaczyła Redakcja Czasopism „Cement” i „Beton” Organów Związku Polskich Fabryk Cementu, w wysokości: I — 100 zł gotówką, II — 50 zł wydawnictwami Związku.

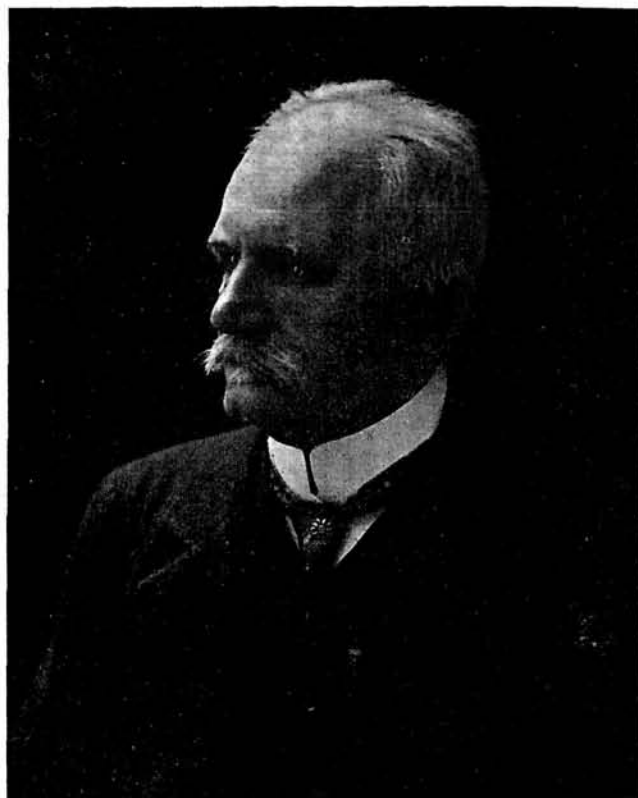


## Śp. prof. Placyd Zasław Dziwiński 1851–1936

Dnia 13 lipca 1936 r. zmarł we Lwowie śp. dr Placyd Zasław Dziwiński, emerytowany zwyczajny profesor Politechniki Lwowskiej. Jakkolwiek obecne pokolenie studentów naszej uczelni nie było bezpośrednio związane z Jego osobą, wskazanym jednak jest podnieść tutaj, czym był Zmarły dla młodzieży technicznej i jako słuchacz Akademii Technicznej, z której powstała Politechnika, i w późniejszych latach, jako profesor.

Śp. Placyd Dziwiński rozumiejąc znaczenie organizacji w życiu społecznym należał przez cały czas swych studiów na Akademii Technicznej w latach 1870–1874 (równocześnie zapisany był na Uniwersytet Lwowski) do Towarzystwa Bratniej Pomocy słuchaczy tej szkoły i brał czynny udział w życiu akademickim. Dawszy się poznać jako jednostka ze wszech miar wartościowa wszedł On do Zarządu Bratniej Pomocy a następnie wybrany został prezesem Towarzystwa na rok administracyjny 1873/74. O chlubnym wywiązaniu się przez Niego z przyjętych obowiązków tak pisze w sprawozdaniu rocznym jeden z późniejszych przewodniczących Bratniaka przy omawianiu 30-letniej działalności tej instytucji: „Uchwalony w r. 1865 statut a zatwierdzony w r. 1866 na nowe tory popchnął Bratnią Pomoc. Walcząc z niedostatkiem pieniężnym rozwija się ciągle choć bardzo powoli. Zwiększa się liczba członków, zwiększają — to znów maleją dochody, rosną wydatki, słowem Towarzystwo znajduje się na przełomie. W r. 1873 obejmuje przewodnictwo Placyd Dziwiński. Pod energicznym przewodnictwem Towarzystwo szybko wzrasta. Ustanowiona Komisja Dłużnicza krząta się koło ściągania należności od wierzycieli, zaprowadzone księgi kasowe, uchwalony regulamin, zapewniają Twu rozkwit. Przedsiębiorstwa urządzone szczęśliwie przynoszą bardzo znaczne dochody, tak że odważono się na składanie funduszu na zakupno biblioteki. Zaprowadzone wykłady — repetytoria dla kolegów, przyczyniają się do większego zainteresowania się ogółu słuchaczy Towarzystwem”.

Niebawem opuścił On Akademię Techniczną po ukończeniu Wydziału Inżynierii i zdaniu wszystkich egzaminów, nie dających jednak tytułu inżyniera; tym samym przerwała się Jego łączność z Bratniakiem. Jednakże z chwilą powrotu w celu objęcia wykładów matematyki, w zmienionej już na Szkołę Politechniczną uczelni, okazał całą swą sympatię dla Towarzystwa Bratniej Pomocy i już w 1884 figuruje jako członek wspierający. Pragnąc wydatniej służyć pomocą młodzieży, zaproszony w 1888 r. na kuratora Towarzystwa, chętnie przyjął ten urząd, który z małymi przerwami piastował aż do wybuchu wielkiej wojny. Okres ten to pasmo dowodów wielkiego umiłowania młodzieży technicznej. Brał On żywy udział w urządzanych przez Bratnią Pomoc wieczorkach, akademiach i obchodach patriotycznych, podczas których często głos zabierał nawołując młodzież do skupiania się w Towarzystwie i rozwijania wśród siebie koleżeństwa.



W 1893 roku bratniacki Komitet Budowy Domu Techników, działający już od r. 1890, powołał Komitet Obywatelski Budowy Domu, na którego czele stanął śp. prof. Dziwiński, ówczesny rektor Politechniki. Komitet ten rozwinął energiczną działalność w celu gromadzenia funduszy na powyższy cel. Dzięki tej akcji można było już w 1894 r. w czasie zjazdu byłych słuchaczy Akademii Techn. i Politechniki z okazji 50-tej rocznicy jej istnienia założyć kamień węgielny pod I Dom Techników i ukończyć jego budowę w następnym roku. W dniu 24 listopada 1895 r. śp. prof. Dziwiński jako prezes Obywatelskiego Komitetu Budowy Domu oddał po uroczystej akademii gmach na własność Tow. Br. Pom. O tym, że śp. prof. Dziwiński był prawdziwym opiekunem i przyjacielem młodzieży, która też odwzajemniała Mu się szczerym uczuciem, świadczą następujące wyjątki z rocznych sprawozdań ustępujących wydziałów Towarzystwa: „Czcigodny pan profesor Pl. Dziwiński zawsze, kiedykolwiek zwracało się Towarzystwo do niego z prośbą czy to o radę, czy o pomoc w chwilach cięższych, z całą życzliwością się do nas odnosił, dając nam swe cenne wskazówki, nie szczędząc trudów dla dobra Bratniej Pomocy. Za to dzięki mu serc młodych nie siemy”. Oraz na innym miejscu: „Szczególniej poczuwamy się do wdzięczności względem naszego czcigodnego kuratora prof. Dr Pl. Dziwińskiego, który, możemy to śmiało powiedzieć, związał życie swoje z działalnością ukochanego przez siebie naszego Towarzystwa, przychodząc mu ciągle

z ofiarną pomocą". (Sprawozdanie Twa za rok 1910/11).

Uczucie młodzieży do śp. Dziwińskiego okazało się najlepiej w zdarzeniu, które miało miejsce w czasie Komersu Koleżeńskigo, odbytego w gmachu Politechniki z okazji zjazdu byłych członków Tow. Br. Pom. w 50 tą rocznicę istnienia Tow., a opisanego w sprawozdaniu za rok 1912/13: „W trakcie tego (przemówienia rektora prof. E. Hauswalda) od strony podium odzywa się z początku przyciszony, stopniowo wzmagający się grzmot oklasków, który wnet przechodzi w istną burzę. Na podium ukazuje się postać prof. Dziwińskiego, tak ukochanego przez młodzież, przewodniczącego Bratniej Pomocy z przed 40 laty, który nie mogąc wcześniej dopiero teraz zdążył na komers. Owacja trwa czas dłuższy...”

Powyższe szczegóły naświetlają dostatecznie, ile dawniejsza młodzież a pośrednio i obecna zawdzięcza śp. prof. Dziwińskiemu. Na podkreślenie zasługuje fakt, że ta ojcowska opieka przypadła na czas zaboru, co na skutek zapalczywości polskiej młodzieży akademickiej, dla której On był nad wyraz pobłażliwy, powodowało nierzadkie nieporozumienia z władzami wyższymi.

Można więc stwierdzić, że pamięć o śp. prof. Dziwińskim nie zaginie wśród młodzieży technicznej, zrzeszonej w Towarzystwie Bratniej Pomocy, bo urządzone co kilka lat obchody jubileuszowe dadzą sposobność do przypomnienia niepożytych Jego zasług i na tym polu.

Aby wspomnienie uczynić kompletne należy choćby w skróceniu podać działalność naukową prof. Dziwińskiego. Po ukończeniu gimnazjum w Tarnopolu zapisał się w r. 1869 na Wydział Filozoficzny Uniwersytetu J. K. we Lwowie, a równocześnie uczęszczał na Wydział Inżynierii Akademii Technicznej. W czasie tych studiów ułożył skrypt geodezji i pełnił obowiązki asystenta przy Katedrze Geodezji od roku 1873/4. W roku 1875 zdał egzamin nauczycielski z prawem nauczania matematyki i geometrii wykreślnej w szkołach

realnych z językiem wykładowym polskim i niemieckim. W tym samym roku został aplikantem przy Szkole realnej we Lwowie a w r. 1876 profesorem Szkoły realnej w Jarosławiu. W roku 1881 promował się na doktora filozofii. Przewidywany przez grono profesorów Politechniki Lwowskiej na następcę prof. Żmurki, wykładowcy matematyki, otrzymał śp. Dziwiński urlop, który wykorzystał na pogłębienie wiedzy w Seminarium Matematycznym Uniwersytetu Berlińskiego pod kierunkiem sławnych Weierstrassa i Kroneckera. W roku 1884 powołany został do objęcia zastępstwa wykładów matematyki na Politechnice Lwowskiej. Wkrótce zamianowano Go nadzwyczajnym a w r. 1889 zwyczajnym profesorem I Katedry Matematyki na Wydziale Inżynierii. Na tej placówce, do której, jak nikt inny, był przygotowany swymi studiami pedagogicznymi i technicznymi, działał już nieprzerwanie do przejścia w zasłużony stan spoczynku. Swym żywym słowem i znajomością wiedzy umiał wzbudzać zapal i zainteresowanie u słuchaczy, tym bardziej że umiłowanie, jakim darzył młodzież, było powszechnie znane. Czas swój poświęcał wielorakim obowiązkom; opracowywał bardzo starannie swe wykłady, wydał dla użytku słuchaczy „Wykłady Matematyki” w dwu tomach, które służyły nie tylko przyszłym inżynierom, ale również przyszłym nauczycielom matematyki i fizyki, gdyż przez długie lata był członkiem Komisji egzaminacyjnej na Uniwersytecie. Oprócz tego brał żywy udział w organizowaniu młodej jeszcze uczelni. To też wcześniej powierzono Mu Urzędy akademickie: dwukrotnie dziekanat a następnie rektorat w 1893/4. Nie zaniedbywał również pracy naukowej. Rezultatem jej jest około 20 prac oryginalnych z matematyki, obok rozpraw dydaktycznych i podręczników. Nic więc dziwnego, że w roku 1925, gdy usunął się z Katedry, Politechnika Lwowska nadała Mu tytuł profesora honorowego w uznaniu pracy naukowej, pedagogicznej i organizacyjnej.

## Inżynierskie spółdzielnie pracy

W dobie dzisiejszej w większości krajów, a zwłaszcza u nas, spółdzielczość jest jednym bodaj że najważniejszym czynnikiem, który mógłby zebrać i zorganizować większy kapitał narodowy i ludzi połączyć dla wspólnej wytwórczości i pracy. Przeciętna jednostka ludzka jest gospodarczo słaba, trudno jej raczej wytwarzać i zbywać swe wyroby, oraz trudno znaleźć samej pracę. Niezorganizowane miliony bezrobotnych w Polsce napróżno poszukują pracy, gdy równocześnie przemysł mało rozwinięty czeka na ludzi obrotowych i zorganizowanych, wyszkolonych fachowo, którzy by rozwinięli swe zdolności i pracę swoją poświęcili dla zorganizowania przedsiębiorstw przemysłowych i handlowych.

Z drugiej strony cel, jaki spółdzielczość stawia sobie i realizuje, a to cel nie tylko gospodarczy,

ale także społeczny i wychowawczy podnosi spółdzielnię do rzędu organizacji o charakterze ideowym, o bardzo ważnej roli narodowej. Ścisły związek i zorganizowana współpraca kapitału i osób dla planowej samopomocy materialnej i społecznej zjednoczonych, stwarza organizacje silne i uczciwe w działalności gospodarczej. Szczególnie zaś ważną rolę może spełnić spółdzielczość w dziedzinie rozwoju przemysłu średniego i małego, w dziedzinie rozwoju rzemiosła i przemysłu chałupniczego oraz organizacji pracy i pośrednictwa w jej uzyskaniu.

Wobec często spotykanego bezrobocia wśród inżynierów, a w szczególności tych, którzy nie dawno ukończyli studia oraz wobec braku poważniejszych organizacji inżynierskich dla pośrednictwa w poszukiwaniu pracy i zarobku, czy też

zatrudniających inżynierów u siebie — ważną rolę odegrać mogłyby spółdzielnie inżynierskie. Spółdzielnia inżynierska jest przedsiębiorstwem zorganizowanym w celu zarobkowego zatrudniania swoich członków w innych przedsiębiorstwach czy też u siebie. W związku z tym rozróżniamy spółdzielnie: a) gwarancyjne — pośrednictwa pracy, b) zatrudniające członków u siebie. Pierwsze za cel mają pośrednictwo w poszukiwaniu pracy. Taka spółdzielnia inżynierska wpłaca przedsiębiorstwu, zatrudniającemu członka spółdzielni, kaucję gwarancyjną, udziela informacji i opinii o swoich członkach i jako organizacja przyjmuje pewną odpowiedzialność, nawet materialną, za swoich członków, zatrudnionych w przedsiębiorstwach przemysłowych. Tego rodzaju spółdzielnie wiele mogłyby ułatwić starania o zatrudnienie i zarobek. Drugie spółdzielnie wykonują same pracę dla osób trzecich (biuro konstrukcyjne, przedsiębiorstwo instalacyjne).

Spółdzielnia inżynierska winna mieć ściśle określony i wyraźny cel oraz rodzaj pracy, który ma wykonywać, stosownie do czego należy dobrać członków i ułożyć statut i program działania. Spółdzielnie wszechstronne są trudne do prowadzenia.

Przed założeniem spółdzielni inżynierskiej należy zorganizować i przeprowadzić akcję propagandową w celu uprzedniego pozyskania dla mającej powstać spółdzielni, jak największej przychylności, najszerszego zainteresowania w celu zapewnienia spółdzielni z góry zamówień czy pracy dla swoich członków.

Członków spółdzielni powinna cechować dokładna znajomość zawodu, zasad i celów spółdzielni, obowiązkowość i karność, uczciwość i przywiązanie do spółdzielni. W pierwszym okresie swego istnienia spółdzielnie inżynierskie mieć będą niewątpliwie wielkie trudności tak natury wewnętrznej jako też i zewnętrznej — walka o pracę

i rynek zbytu, tarcia i nieporozumienia pomiędzy członkami, a jednocześnie słabe przywiązanie do spółdzielni. To też z tych i innych przyczyn, o których nie sposób w tak krótkim artykule mówić, ilość założycieli nie powinna przekraczać liczby 20 osób.

Kapitał zakładowy spółdzielni uzyskuje się przez: a) wpłatę udziałów członków (zazwyczaj w wysokości miesięcznego zarobku) b) z nadwyżek bilansowych; część nadwyżki przechodzi na fundusz zasobowy, a część dzieli się pomiędzy członków c) z wkładów oszczędnościowych.

Wynagrodzenie akordowe w młodej spółdzielni pracy jest najlepsze, przy czym należy oznaczyć górną granicę wysokości zapłaty, ale należy pamiętać o tym, by przeciętny zarobek członka zatrudnionego w spółdzielni, lub za jej pośrednictwem był co najmniej w wysokości wynagrodzenia za pracę w innych analogicznych przedsiębiorstwach.

Kierownik spółdzielni powinien mieć większe niż ogół wykształcenie zawodowe i wyrobienie praktyczne a ponadto winien posiadać kwalifikacje handlowe.

Bardzo ważne są dla spółdzielni gwarancje, czy to finansowe czy też organizacyjne w postaci dobrej organizacji wewnętrznej, odpowiedniego doboru członków i kierownictwa oraz solidnego i w terminie wykonanego każdego zamówienia. Unikać należy w początkującej spółdzielni zbytniego zadłużenia w bankach, u dostawców, czy odbiorców, gdyż spółdzielnia zadłużona zmuszona jest pracować na procent dla wierzycieli.

Nie sposób było omówić w tak krótkim artykule całokształtu zagadnień związanych z organizacją spółdzielni inżynierskich. Znacznie szerzej znajdzie chętny czytelnik omówione zagadnienia te w „Spółdzielni Pracy” — Wolskiego, oraz „Ustawie spółdzielczej”.

Czesław Gładysiewicz

## WAŻNE DLA TURYSTÓW!

# LWÓW — II DOM TECHNIKÓW

Towarzystwa Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Lwowskiej  
UL. ABRAHAMOWICZÓW 14. CENTR. TEL. 103-53.

dysponuje w okresie wakacyjnym od 15 czerwca do 30 września wolnymi mieszkaniami, które wynajmuje turystom i wycieczkowcom.

Dom jest położony w najzdrowszej części miasta Lwowa, urządzeniem zaś swoim zapewnia maksimum wygody mieszkańcom.

Bufet i kuchnia, która znajduje się na miejscu wydaje posiłki 3 razy dziennie. Ponadto uczestnicy wycieczek, kursów i zjazdów korzystają z daleko idących ulg.



# Układ tolerancji średnic

**Wstęp.** Zwracając się do kogoś z życzeniem, aby wykonał pracę, zaczyna się często słowami: „proszę to zrobić mniej więcej tak...”. Mówiąc „mniej więcej” zostawia się wykonawcy nieco swobody, na przykład w odniesieniu do kształtu lub wymiarów przedmiotu. Potrzebę swobody uzasadnia następująca przyczyna: Im dokładniej wykonywa się zadany kształt lub wymiar przedmiotu, tym wykonanie jest trudniejsze, wymaga więcej czasu i kosztów. Dokładne wykonanie jest wtedy uzasadnione, gdy korzyści, płynące z dokładności, są współmierne z poniesionymi wydatkami.

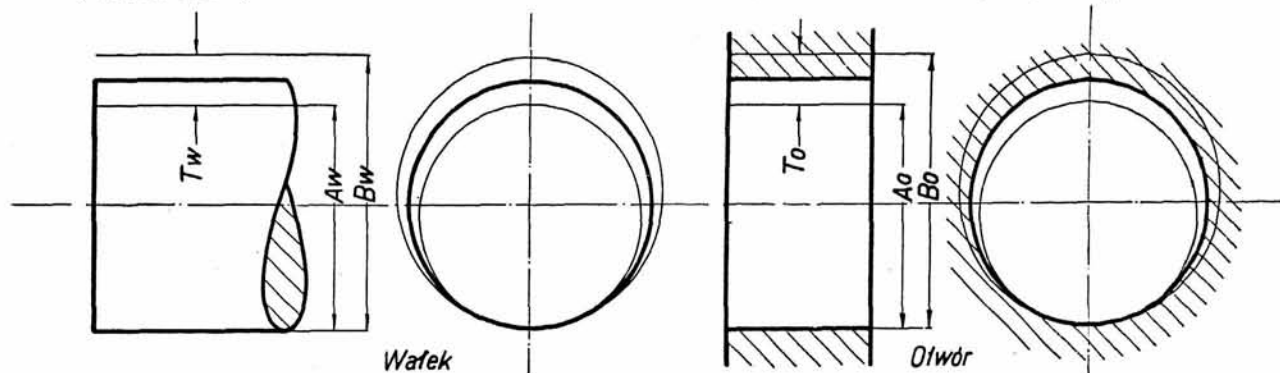
W maszynach powszechnie spotyka się pasowane otwory i wałki, które pracują wspólnie ze sobą, na przykład panewki i czopy, cylindry i tłoki itd. Na rysunkach oznacza się je wymiarami średnic normalnych<sup>1)</sup> i wymiary te mogą być wykonane z różnym stopniem dokładności. Aby wytwarzać ekonomicznie, trzeba wykonywać otwory i wałki tylko z taką dokładnością, jakiej potrzeba do osiągnięcia żądanej dobroci pasowanych powierzchni i określonej dokładności pasowań. Wykonywanie za dokładne jest grzechem przeciw ekonomii tak samo, jak praca niedokładna.

Układ tolerancji średnic pozwala konstruktorom podać warsztatowi zrozumiale żądania, ty-

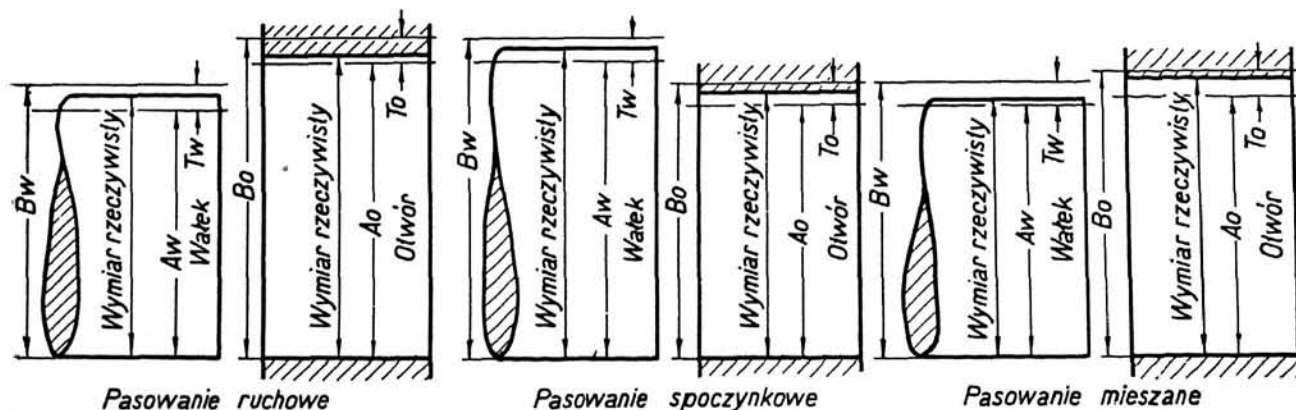
cząc się dokładności wykonania otworów i wałków, a tym samym dokładności wykonania pasowań. Ujęcie pasowań za pomocą układu tolerancji w liczbowe karby ułatwia wytwarzanie i składanie maszyn, ponieważ wałki i otwory, wykonywane niezależnie od siebie, po złożeniu ze sobą tworzą należyte i wymienne pasowania.

**Wymiary graniczne, tolerancja.** Gdy nie chce się dopuścić, aby potok wystąpił z brzegów i zalał okoliczne pola, ujmuje się go w wały ochronne, w granice, pomiędzy którymi musi płynąć. Mając na uwadze ekonomię wytwarzania, wymiary rzeczywiste otworów i wałków zamyka się również między dwa wymiary graniczne, określające obszar swobody dla tego wymiaru. Różnica między górnym i dolnym wymiarem granicznym nazywa się tolerancją,  $T=B-A$  (rys. 1.). Wielkość tolerancji określa tu przyjętą dokładność wykonania otworu lub wałka.

**Wymiar nominalny, odchyłki.** Otwory i wałki, które pracują wspólnie ze sobą, konstruktor oznacza na rysunku średnicą nominalną, nazwaną w układzie tolerancji wymiarem nominalnym. Są to na przykład wały i panewki, tłoki i cylindry, kołki ustalające i otwory, w których one się mieszczą. Wymiar nominalny zazwyczaj wynika z obliczenia wytrzymałościowego mechanizmu. Określając odpowiednie wymiary graniczne dla otworów i wałków o wspólnym wymiarze nomi-

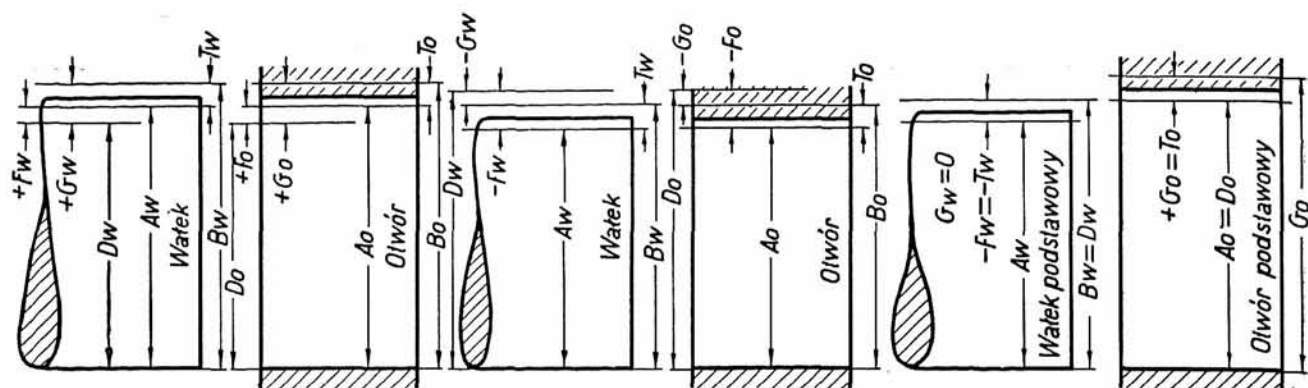


Rys. 1.



Rys. 2.

<sup>1)</sup> Polskie Normy G-101.



Rys. 3.

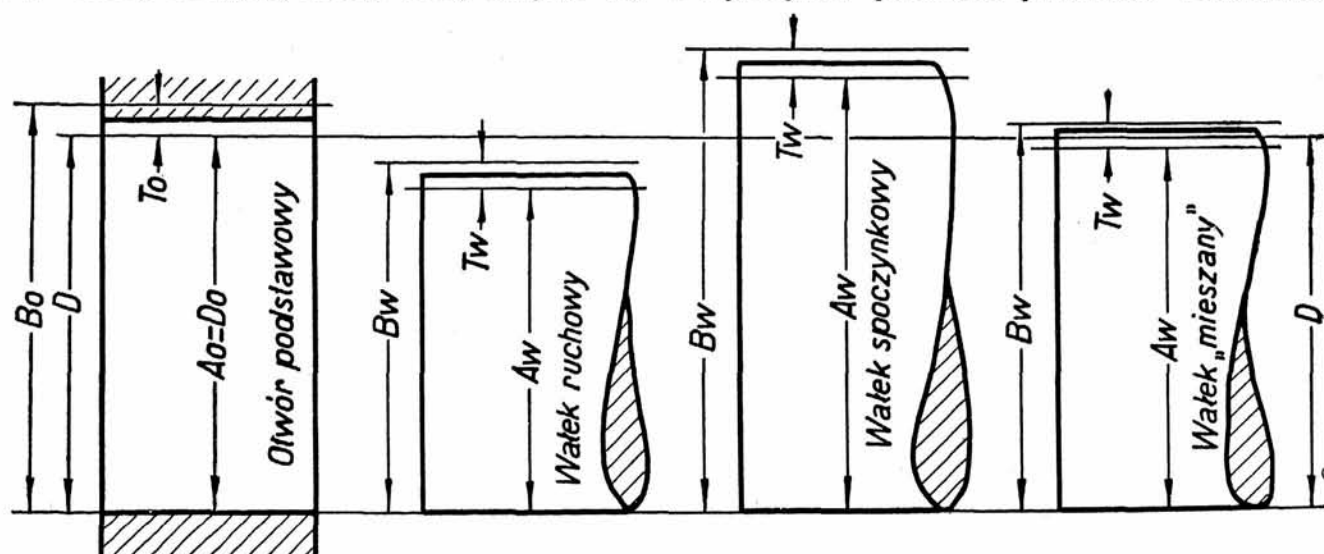
nalnym, konstruktor stwarza potrzebne pasowania. Pasowania są ruchowe, jeżeli walek jest pasowany z luzem, czyli mniejszy od otworu, spoczynkowe, w którym walek jest większy od otworu, czyli tkwi w otworze z wciskiem. Pasowania, w których może zachodzić zarówno luz jak wcisk, nazywają się mieszane (rys. 2.).

Wygodny łącznik między wymiarem nominalnym a wymiarami granicznymi tworzą odchyłki. Wskazują one, jak dalece różnią się wymiary graniczne od wymiaru nominalnego. Odchyłka górna  $G$  jest różnicą między górnym wymiarem granicznym  $B$  i wymiarem nominalnym  $D$ ;  $G = B - D$ ; odchyłka dolna  $F$  — różnicą między dolnym wymiarem granicznym  $A$  i nominalnym;  $F = A - D$ . Pasowania określa się ściśle w dwójaki sposób: albo za pomocą wymiarów granicznych otworu i wałka, lub przy pomocy wymiaru nominalnego i odchyłek. Zależnie od wartości wymiarów granicznych otwór lub walek może mieć dla określonego wymiaru nominalnego odchyłki dodatnie, ujemne — jedną odchyłkę dodatnią, drugą ujemną — wreszcie jedną z odchyłek równą zero (rys. 3.). Wypadek ostatni wyróżnia się w układzie pasowań: otwór, dla którego przyjęto dolny wymiar graniczny jako wymiar nominalny, czyli dolną odchyłkę równą zero, nazywa się

otworem podstawowym. Podobnie walek, którego górny wymiar graniczny spływa się z nominalnym, czyli górna odchyłka równa się zero, nazywa się wálkiem podstawowym (rys. 3.). Otwory i wálki podstawowe są kamieniem węgielnym dla tworzenia pasowań normalnych.

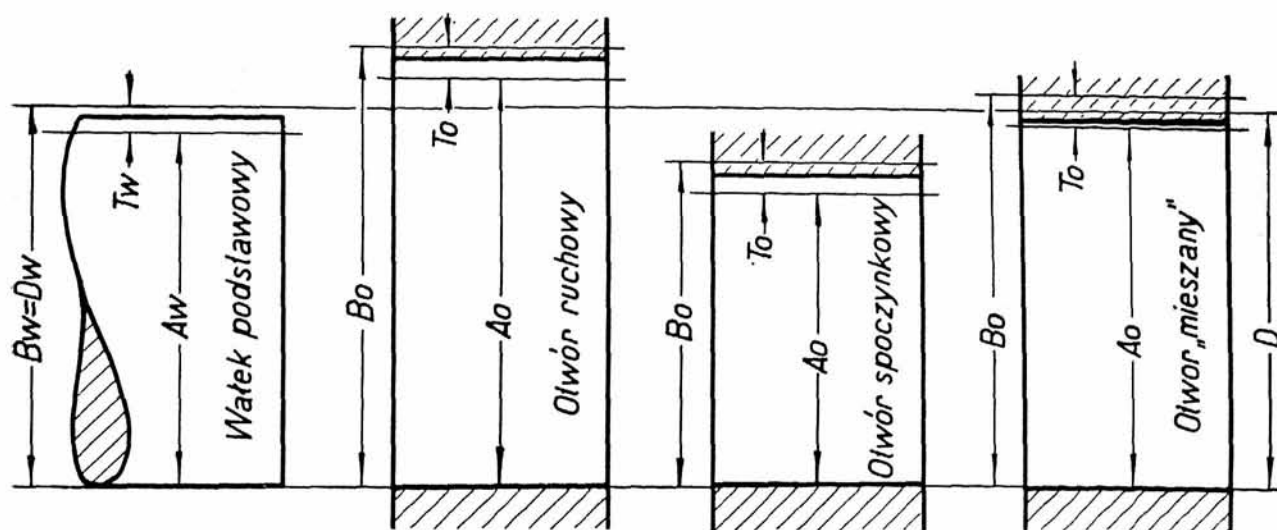
**Zasada stałego otworu i stałego wałka.** Dla określonego wymiaru nominalnego otrzymuje się pasowania na zasadzie stałego otworu, składając wálki wykonane z różnymi odchyłkami z otworami podstawowymi o ustalonej tolerancji (rys. 4.). Pasowania można również otrzymać, kojarząc otwory o różnych odchyłkach z wálkiem podstawowym. Takie pasowania są zbudowane na zasadzie stałego wałka (rys. 5.). Przymiotnik „stały” mówi tu, że obszar tolerancji jednej części składowej pasowania (w pierwszym wypadku otworu, w drugim wálka) zachowuje dla poszczególnych rodzajów pasowań niezmiennie położenie względem wymiaru nominalnego. Otwory i wálki, z których żaden nie jest podstawowy, wykonane z określonymi odchyłkami, tworzą pasowania złożone.

Omówione „zasady” pochodzą z czasów, w których monterzy, a nie konstruktorzy, ustalali i wykonywali potrzebne pasowania. Pasowania



Pasowania na zasadzie stałego otworu

Rys. 4.



Pasowania na zasadzie stałego wałka

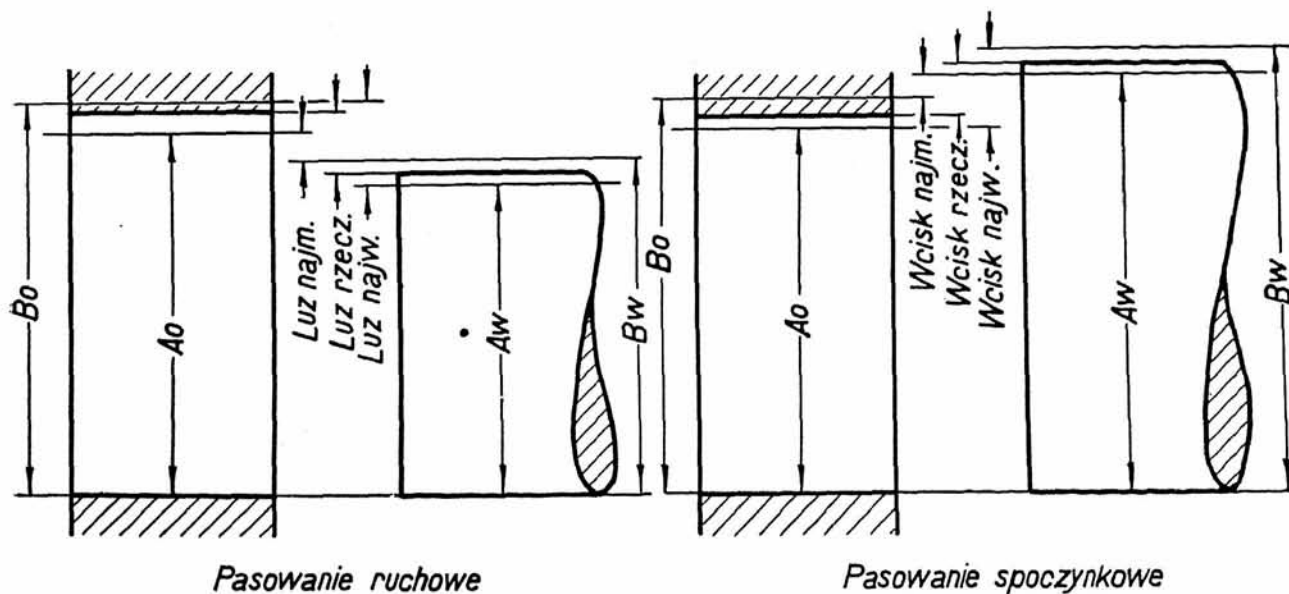
Rys. 5.

tworzono w taki sposób, że na przykład otwory, mające ten sam wymiar nominalny, wykonywano wszystkie możliwie dokładnie według jednego „kalibru“, a wałki w otworach „pasowano na czucie“, tak aby uzyskać żądany luz lub wcisk. Była to więc niedoskonała zasada stałego otworu. Jeżeli przy składaniu opierano się na wałkach wykonanych według jednego „kalibru“, a „pasowano“ otwory, to pasowania takie odpowiadały dzisiejszej zasadzie stałego wałka. Jednak otwory i wałki nie były wówczas zamienne, pomimo że pasowanie miało ten sam charakter i odnosiło się do tej samej średnicy nominalnej. Tworzyły one nierozdzielne pary, mogące pracować tylko ze sobą. Brakowało ściśle ustalonych wartości liczbowych dla odchylek, które sprawiają, że w tych samych pasowaniach, utworzonych dla określonego wymiaru nominalnego, wszystkie lub przynajmniej część otworów

i wałków może się wzajemnie zastępować, zamieniać.

W budownictwie maszyn używa się zarówno zasady stałego otworu, jak i zasady stałego wałka. O wyborze zasady decyduje dogodne rozwiązanie konstrukcyjne projektowanych mechanizmów i możliwość taniego wytwarzania.

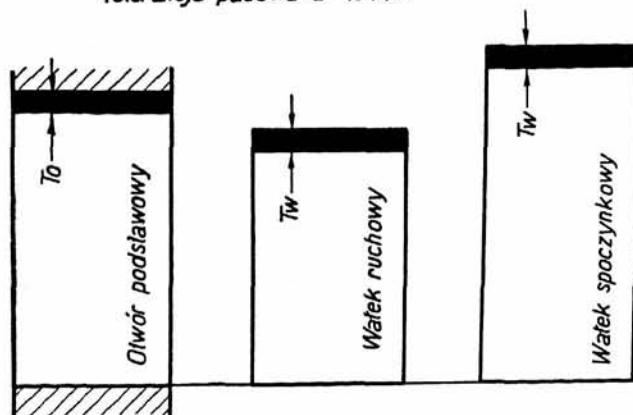
**Klasy dokładności wykonania otworów i wałków.** Wymiary graniczne otworów i wałków stwarzają graniczne luzy lub wciski, czyli obszary, w których mają się mieścić rzeczywiste luzy lub wciski wykonanych pasowań (rys. 6.). Dopuszczalna dla luzów lub wcisków swoboda zależy od przeznaczenia i warunków pracy maszyn, a określa tę swobodę w języku pasowań suma tolerancji wykonania otworów i wałków, zwana tolerancją pasowania (rys. 7.). Jeżeli rzeczywiste luzy lub wciski pasowań mają możliwie ściśle osiągać wartości, uznane z doświadczenia za naj-



Rys. 6.



Tolerancja pasowania =  $T_o + T_w$



Rys. 7.

odpowiedniejsze dla poszczególnych pasowań, to należy stosować wąskie tolerancje wykonania otworów i wałków, aby otrzymać wąską tolerancję pasowania. Natomiast tam, gdzie większa swoboda rzeczywistego luzu lub wcisku nie szkodzi działaniu konstrukcji, są wskazane duże tolerancje wykonania otworów i wałków, ułatwiające i potanijające wytwarzanie.

Szesnaście klas dokładności, zebranych w układzie tolerancji średnic, zaspokaja rozmaite potrzeby przemysłu maszynowego (tabl. 1.)<sup>2)</sup>. Tolerancje obrano w taki sposób, że w klasie pierwszej są one najmniejsze, w szesnastej — największe. Tablica 1. podaje wartości tolerancji wykonania otworów i wałków w milimetrach i odnosi je do grup wymiarów nominalnych, na przykład 1 ÷ 3, 3 ÷ 6, 6 ÷ 10 itd.

Trudność dokładnej obróbki otworów i wałków wzrasta się w miarę wzrostu średnicy. Z tego powodu przyjęte tolerancje wykonania wzrastają

<sup>2)</sup> Tablice 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 są wyjęte z projektu Układu Tolerancji Średnic PN/N-1.

ze średnicą w poszczególnych klasach dokładności. Następujące prawidła matematyczne ujmują zależność tolerancji od średnicy: w klasach 1 ÷ 4 tolerancja  $T = a + b \cdot D$ , w klasach 5 ÷ 16 tolerancja  $T = a_x \cdot (c \cdot \sqrt[3]{D} + d \cdot D)$ , przy czym  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  są to stałe współczynniki, czynnik  $a_x$  zależy od klasy dokładności wykonania.

| Pasowania ruchowe        | Pasowania spoczynkowe  |
|--------------------------|------------------------|
| Przestronne bardzo luźne | Przylgowe              |
| Przestronne luźne        | Lekko wciskane         |
| Przestronne (zwykłe)     | Wciskane (zwykłe)      |
| Obrotowe bardzo luźne    | Mocno wciskane         |
| Obrotowe luźne           | Bardzo lekko wtlaczane |
| Obrotowe (zwykłe)        | Lekko wtlaczane        |
| Obrotowe ciasne          | Wtlaczane (zwykłe)     |
| Suwliwe                  | Mocno wtlaczane        |
|                          | Bardzo mocno wtlaczane |

Tabl. 2.

**Pasowania.** W budowie maszyn używa się pasowań ruchowych i spoczynkowych. Pasowania ruchowe dzielą się na przestronne, obrotowe i suwliwe; pasowania spoczynkowe — na przylgowe, wciskane i wtlaczane. Tablica 2. wymienia poszczególne pasowania i ich odmiany.

Pasowania przestronne są najluźniejszymi pasowaniami ruchowymi, wykonywanymi zazwyczaj z małą dokładnością. Służą one jako połączenia obrotowe, na przykład w prostych, tanich maszynach rolniczych lub maszynach budowlanych.

Pasowania obrotowe mają powszechne zastosowanie w budownictwie maszyn. Zapewniają należyte smarowanie wałków, które obracają się w łożyskach.

Pasowania suwliwego używa się dla części wzajemnie przesuwanych. Nieduży luz tego

| $D$<br>mm<br>ponadł do |     | Klasy dokładności                                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                              |      |      |      |      |
|------------------------|-----|--------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------------------------------|------|------|------|------|
|                        |     | 1                                                | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12                                                           | 13   | 14   | 15   | 16   |
| 1                      | 3   | 0,0015                                           | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,007 | 0,009 | 0,014 | 0,025 | 0,040 | 0,060 | 0,09                                                         | 0,14 | 0,25 | 0,40 | 0,60 |
| 3                      | 6   | 0,0015                                           | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,008 | 0,012 | 0,018 | 0,030 | 0,048 | 0,075 | 0,12                                                         | 0,18 | 0,30 | 0,48 | 0,75 |
| 6                      | 10  | 0,0015                                           | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,006 | 0,009 | 0,015 | 0,022 | 0,036 | 0,058 | 0,090 | 0,15                                                         | 0,22 | 0,36 | 0,58 | 0,90 |
| 10                     | 18  | 0,0015                                           | 0,002 | 0,003 | 0,005 | 0,008 | 0,011 | 0,018 | 0,027 | 0,043 | 0,070 | 0,110 | 0,18                                                         | 0,27 | 0,43 | 0,70 | 1,10 |
| 18                     | 30  | 0,0015                                           | 0,002 | 0,004 | 0,006 | 0,009 | 0,013 | 0,021 | 0,033 | 0,052 | 0,084 | 0,130 | 0,21                                                         | 0,33 | 0,52 | 0,84 | 1,30 |
| 30                     | 50  | 0,002                                            | 0,003 | 0,004 | 0,007 | 0,011 | 0,016 | 0,025 | 0,039 | 0,062 | 0,100 | 0,160 | 0,25                                                         | 0,39 | 0,62 | 1,00 | 1,60 |
| 50                     | 80  | 0,002                                            | 0,003 | 0,005 | 0,008 | 0,013 | 0,019 | 0,030 | 0,046 | 0,074 | 0,120 | 0,190 | 0,30                                                         | 0,46 | 0,74 | 1,20 | 1,90 |
| 80                     | 120 | 0,003                                            | 0,004 | 0,006 | 0,010 | 0,015 | 0,022 | 0,035 | 0,054 | 0,087 | 0,140 | 0,220 | 0,35                                                         | 0,54 | 0,87 | 1,40 | 2,20 |
| 120                    | 180 | 0,004                                            | 0,005 | 0,008 | 0,012 | 0,018 | 0,025 | 0,040 | 0,063 | 0,100 | 0,160 | 0,250 | 0,40                                                         | 0,63 | 1,00 | 1,60 | 2,50 |
| 180                    | 250 | 0,005                                            | 0,007 | 0,010 | 0,014 | 0,020 | 0,029 | 0,046 | 0,072 | 0,115 | 0,185 | 0,290 | 0,46                                                         | 0,72 | 1,15 | 1,85 | 2,90 |
| 250                    | 315 | 0,006                                            | 0,008 | 0,012 | 0,016 | 0,023 | 0,032 | 0,052 | 0,081 | 0,130 | 0,210 | 0,320 | 0,52                                                         | 0,81 | 1,30 | 2,10 | 3,20 |
| 315                    | 400 | 0,007                                            | 0,009 | 0,013 | 0,018 | 0,025 | 0,036 | 0,057 | 0,089 | 0,140 | 0,230 | 0,360 | 0,57                                                         | 0,89 | 1,40 | 2,30 | 3,60 |
| 400                    | 500 | 0,008                                            | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,027 | 0,040 | 0,063 | 0,097 | 0,155 | 0,250 | 0,400 | 0,63                                                         | 0,97 | 1,55 | 2,50 | 4,00 |
|                        |     | Stosuje się w pasowaniach części maszyn          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Stosuje się przy wielkich luzach i powierzchniach swobodnych |      |      |      |      |
|                        |     | Stosuje się w wyrobie przeciwspr. i sprawdzianów |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                              |      |      |      |      |

Tabl. 1.

Tolerancje  $T$  otworów i wałków.



pasowania ułatwia składanie części i umożliwia dobre prowadzenie. Pasowanie suwliwe jest niewłaściwe dla części, które są w ciągłym ruchu, ponieważ smarowanie jest tu skąpe.

Pasowanie przylgowe tworzy dokładne osadzenie, bez luzu, łatwe do składania i rozbierania przy pomocy drewnianego lub metalowego młotka.

Pasowania wciskane są ciśniejsze od przylgowych. Do składania wymagają one użycia sporej siły. Koło wcisnięte na wałek, który przenosi moment obrotowy, zabezpiecza się klinem.

Pasowania wtłaczane są mocnymi, nierozbieralnymi pasowaniami spoczynkowymi. Koła w taki sposób osadzone mogą przenosić momenty bez pomocy klinów.

Pasowania ruchowe określa się za pomocą luzu, który umożliwia należyte smarowanie. Pasowania spoczynkowe charakteryzuje wcisk, czyli nadmiar materiału, stwarzający trwałe, mocne połączenie pasowanych części. W pierwszym i drugim wypadku podaje się granice, w których może się wahać rzeczywisty luz lub wcisk, bez obawy zmiany charakteru żądanego pasowania.

Układ tolerancyj średnic znormalizował pasowania, ustalając dla wałków ruchowych odchyłki górne i dla wałków spoczynkowych odchyłki dolne (tabl. 3.). Odchyłki te zwiększają się ze wzrostem średnicy nominalnej pasowania, podobnie jak tolerancje wykonania, podane w tablicy 1.

Wałki ruchowe tworzą z otworem podstawowym  $H$  pasowania ruchowe na zasadzie stałego otworu. Górne odchyłki poszczególnych wałków ruchowych są najmniejszymi luzami, które w pasowaniach ruchowych jeszcze umożliwiają należyte

smarowanie powierzchni. Wałki ruchowe, poczynając od przestronnego bardzo luźnego do suwliwego, są oznaczone w tablicy 3. małymi literami  $a \div h$ .

Wałki spoczynkowe, złożone z otworem podstawowym  $H$ , tworzą pasowania spoczynkowe na zasadzie stałego otworu. Gdyby się zdarzyło, że otwory podstawowe wykonano ściśle według wymiaru nominalnego, to dolne odchyłki wałków spoczynkowych byłyby najmniejszymi wciskami w poszczególnych pasowaniach spoczynkowych. Dla oznaczenia wałków spoczynkowych używa się liter  $j \div u$ .

Tolerancje wykonania (klasy dokładności) otworów podstawowych, oraz skojarzonych z otworami podstawowymi wałków ruchowych lub spoczynkowych, określają tolerancje poszczególnych pasowań. Tablica 4. podaje klasy dokładności dla normalnych wałków ruchowych i spoczynkowych, używanych do tworzenia normalnych pasowań. W kolumnie „wałki” znajdują się tam normalne wałki ruchowe i spoczynkowe, zgrupowane w klasach dokładności  $5 \div 12$ .

Posiłkując się tablicą 1. znajduje się odchyłki dolne dla normalnych wałków ruchowych, odejmując od odchyłek górnych tolerancje wykonania wałków, odpowiadające poleconym klasom. Podobnie górne odchyłki wałków spoczynkowych oblicza się, dodając do dolnych odchyłek tolerancję wykonania wałka. Dolna odchyłka otworu podstawowego wynosi, jak wiadomo, zero, górna równa się tolerancji, odpowiadającej obranej dla otworu klasie dokładności.

Przejście z zasady stałego otworu do zasady stałego wałka jest łatwe, ponieważ tak w jednej jak i drugiej zasadzie graniczne luzy lub wciski

| $D$<br>mm |     | Górne odchyłki wałków ruchowych. |        |        |                            |        |        |        |                  | Dolne odchyłki wałków spoczynkowych. |        |                         |        |        |                                |        |        |        |        |
|-----------|-----|----------------------------------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|--------|------------------|--------------------------------------|--------|-------------------------|--------|--------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| ponad     | do  | Przestronnych<br>$a, b, c$       |        |        | Obrotowych<br>$d, e, f, g$ |        |        |        | Suwliwych<br>$h$ | Przylgowych<br>$j5, j6, j7$          |        | Wciskanych<br>$k, m, n$ |        |        | Wtłaczanych<br>$p, r, s, l, u$ |        |        |        |        |
| 1         | 3   | -0,270                           | -0,140 | -0,060 | -0,020                     | -0,014 | -0,007 | -0,003 | 0,000            | -0,001                               | -0,002 | -                       | +0,002 | +0,006 | +0,009                         | +0,012 | +0,015 | -      | +0,018 |
| 3         | 6   | -0,270                           | -0,140 | -0,070 | -0,030                     | -0,020 | -0,010 | -0,004 | 0,000            | -0,001                               | -0,003 | -                       | +0,004 | +0,008 | +0,012                         | +0,015 | +0,019 | -      | +0,023 |
| 6         | 10  | -0,280                           | -0,150 | -0,080 | -0,040                     | -0,025 | -0,013 | -0,005 | 0,000            | -0,002                               | -0,005 | +0,001                  | +0,006 | +0,010 | +0,015                         | +0,019 | +0,023 | -      | +0,028 |
| 10        | 18  | -0,290                           | -0,150 | -0,095 | -0,050                     | -0,032 | -0,016 | -0,006 | 0,000            | -0,003                               | -0,006 | +0,001                  | +0,007 | +0,012 | +0,018                         | +0,023 | +0,028 | -      | +0,033 |
| 18        | 24  | -0,300                           | -0,160 | -0,110 | -0,065                     | -0,040 | -0,020 | -0,007 | 0,000            | -0,004                               | -0,008 | +0,002                  | +0,008 | +0,015 | +0,022                         | +0,028 | +0,035 | -      | +0,041 |
| 24        | 30  | -0,310                           | -0,170 | -0,120 | -0,080                     | -0,050 | -0,025 | -0,009 | 0,000            | -0,005                               | -0,010 | +0,002                  | +0,009 | +0,017 | +0,026                         | +0,034 | +0,043 | -      | +0,048 |
| 30        | 40  | -0,320                           | -0,180 | -0,130 | -0,090                     | -0,060 | -0,030 | -0,010 | 0,000            | -0,007                               | -0,012 | +0,002                  | +0,011 | +0,020 | +0,032                         | +0,041 | +0,053 | +0,066 | +0,087 |
| 40        | 50  | -0,340                           | -0,190 | -0,140 | -0,100                     | -0,060 | -0,030 | -0,010 | 0,000            | -0,009                               | -0,015 | +0,003                  | +0,013 | +0,023 | +0,037                         | +0,051 | +0,071 | +0,091 | +0,124 |
| 50        | 65  | -0,360                           | -0,200 | -0,150 | -0,120                     | -0,072 | -0,036 | -0,012 | 0,000            | -0,010                               | -0,018 | +0,003                  | +0,015 | +0,027 | +0,043                         | +0,065 | +0,100 | +0,134 | +0,190 |
| 65        | 80  | -0,380                           | -0,220 | -0,170 | -0,140                     | -0,085 | -0,043 | -0,014 | 0,000            | -0,011                               | -0,021 | +0,004                  | +0,017 | +0,031 | +0,050                         | +0,080 | +0,130 | +0,180 | +0,258 |
| 80        | 100 | -0,410                           | -0,240 | -0,180 | -0,160                     | -0,100 | -0,050 | -0,015 | 0,000            | -0,013                               | -0,026 | +0,004                  | +0,020 | +0,034 | +0,056                         | +0,094 | +0,158 | +0,218 | +0,315 |
| 100       | 120 | -0,460                           | -0,260 | -0,200 | -0,190                     | -0,110 | -0,056 | -0,017 | 0,000            | -0,016                               | -0,028 | +0,004                  | +0,021 | +0,037 | +0,062                         | +0,108 | +0,190 | +0,268 | +0,390 |
| 120       | 140 | -0,520                           | -0,280 | -0,210 | -0,210                     | -0,125 | -0,062 | -0,018 | 0,000            | -0,018                               | -0,032 | +0,005                  | +0,023 | +0,040 | +0,068                         | +0,126 | +0,232 | +0,330 | +0,490 |
| 140       | 160 | -0,580                           | -0,310 | -0,230 | -0,230                     | -0,135 | -0,068 | -0,020 | 0,000            | -0,020                               | -0,032 | +0,005                  | +0,023 | +0,040 | +0,068                         | +0,132 | +0,252 | +0,360 | +0,540 |
| 160       | 180 | -0,660                           | -0,340 | -0,240 | -0,240                     | -0,150 | -0,075 | -0,025 | 0,000            | -0,025                               | -0,040 | +0,006                  | +0,025 | +0,045 | +0,075                         | +0,150 | +0,270 | +0,400 | +0,600 |
| 180       | 200 | -0,740                           | -0,380 | -0,260 | -0,260                     | -0,170 | -0,085 | -0,030 | 0,000            | -0,030                               | -0,050 | +0,007                  | +0,028 | +0,050 | +0,085                         | +0,170 | +0,300 | +0,450 | +0,660 |
| 200       | 225 | -0,820                           | -0,420 | -0,280 | -0,280                     | -0,190 | -0,100 | -0,040 | 0,000            | -0,040                               | -0,060 | +0,008                  | +0,030 | +0,055 | +0,100                         | +0,200 | +0,360 | +0,540 | +0,810 |
| 225       | 250 | -0,920                           | -0,480 | -0,300 | -0,300                     | -0,210 | -0,110 | -0,050 | 0,000            | -0,045                               | -0,070 | +0,009                  | +0,035 | +0,060 | +0,110                         | +0,220 | +0,400 | +0,600 | +0,900 |
| 250       | 280 | -1,050                           | -0,540 | -0,330 | -0,330                     | -0,230 | -0,120 | -0,060 | 0,000            | -0,050                               | -0,080 | +0,010                  | +0,040 | +0,070 | +0,130                         | +0,260 | +0,480 | +0,720 | +1,080 |
| 280       | 315 | -1,200                           | -0,600 | -0,360 | -0,360                     | -0,250 | -0,130 | -0,070 | 0,000            | -0,060                               | -0,100 | +0,012                  | +0,045 | +0,080 | +0,150                         | +0,300 | +0,540 | +0,810 | +1,215 |
| 315       | 355 | -1,350                           | -0,680 | -0,400 | -0,400                     | -0,270 | -0,140 | -0,080 | 0,000            | -0,070                               | -0,120 | +0,015                  | +0,050 | +0,090 | +0,180                         | +0,360 | +0,630 | +0,945 | +1,417 |
| 355       | 400 | -1,500                           | -0,760 | -0,440 | -0,440                     | -0,300 | -0,160 | -0,100 | 0,000            | -0,080                               | -0,140 | +0,018                  | +0,060 | +0,110 | +0,210                         | +0,420 | +0,750 | +1,125 | +1,687 |
| 400       | 450 | -1,650                           | -0,840 | -0,480 | -0,480                     | -0,330 | -0,180 | -0,120 | 0,000            | -0,100                               | -0,160 | +0,020                  | +0,070 | +0,130 | +0,240                         | +0,480 | +0,840 | +1,260 | +1,890 |
| 450       | 500 | -1,800                           | -0,920 | -0,520 | -0,520                     | -0,360 | -0,200 | -0,140 | 0,000            | -0,120                               | -0,180 | +0,025                  | +0,080 | +0,150 | +0,270                         | +0,540 | +0,990 | +1,485 | +2,227 |

Tabl. 3.

Górne odchyłki wałków ruchowych i dolne odchyłki wałków spoczynkowych.



| Nazwy<br>otworów lub wałków         |                          | Klasy dokładności |      |       |      |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
|                                     |                          | 5                 |      | 6     |      | 7     |      | 8     |      | 9     |       | 10    |       | 11    |       | 12    |      |       |
|                                     |                          | wałki             | otw. | wałki | otw. | wałki | otw. | wałki | otw. | wałki | otw.  | wałki | otw.  | wałki | otw.  | wałki | otw. | wałki |
| Ruchowe                             | Przestranny bardzo luźny |                   |      |       |      |       |      |       |      |       | (A10) | (a10) | (A11) | (a11) | A12   | a12   |      |       |
|                                     | Przestranny luźny        |                   |      |       |      |       |      |       |      | (B9)  | (b9)  | (B10) | (b10) | (B11) | (b11) |       |      |       |
|                                     | Przestranny (zwykły)     |                   |      |       |      |       |      |       |      | (C9)  | (c9)  | (C10) | (c10) | (C11) | (c11) |       |      |       |
|                                     | Obrotowy bardzo luźny    |                   |      |       |      |       |      |       |      | D9    | d9    | (D10) | (d10) | (D11) | (d11) |       |      |       |
|                                     | Obrotowy luźny           |                   |      |       |      |       |      | E8    | e8   | E9    | e9    | E10   | e10   |       |       |       |      |       |
|                                     | Obrotowy (zwykły)        |                   |      |       |      | F7    | f7   | F8    | f8   | F9    | f9    |       |       |       |       |       |      |       |
|                                     | Obrotowy ciasny          | g5                | G6   | (g6)  | (G7) | g7    | G8   |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|                                     | Suwliwy lub podstawowy   | h5                | H6   | (h6)  | (H7) | h7    | (H8) | (h8)  | (H9) | (h9)  | H10   | h10   | (H11) | (h11) |       |       |      |       |
| Spoczynkowe<br>mieszane<br>włączane | Przylgowy                | j5                | J6   | (j6)  | (J7) | j7    | (J8) |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|                                     | Lekko wciskany           | k5                | K6   | k6    | K7   | k7    | K8   |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|                                     | Wciskany (zwykły)        | m5                | M6   | (m6)  | (M7) | m7    | (M8) |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|                                     | Mocno wciskany           | n5                | N6   | n6    | N7   | n7    | N8   |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|                                     | Bardzo lekkowłaczany     |                   |      | (p6)  | (P7) | p7    | (P8) |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|                                     | Lekko właczany           |                   |      | r6    | R7   | r7    | R8   |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|                                     | Właczany (zwykły)        |                   |      | (s6)  | (S7) | s7    | (S8) |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|                                     | Mocno właczany           |                   |      | t6    | T7   | t7    | T8   |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|                                     | Bardzo mocno właczany    |                   |      | u6    | U7   | (u7)  | (U8) |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       |

□ otwory i wałki uprzywilejowane

( ) otwory i wałki niezalecane

Tabl. 4.

Normalne otwory i wałki.

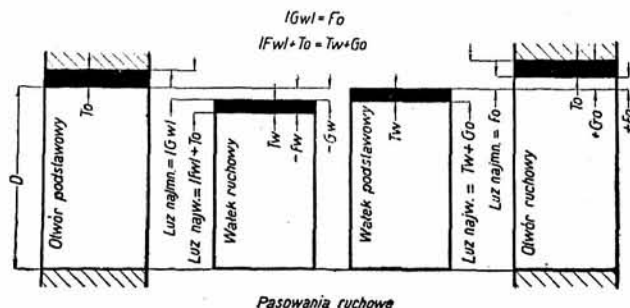
muszą być takie same (rys. 8.a i b). Dlatego dolne odchyłki otworów ruchowych w zasadzie stałego wałka równają się górnym odchyłkom wałków ruchowych w zasadzie stałego otworu ze znakiem przeciwnym. Bez względu na wartość górnych odchyłek otworów spoczynkowych otrzymuje się, dodając do dolnych odchyłek wałków spoczynkowych w zasadzie stałego otworu różnicę między tolerancją wykonania podstawowego wałka i tolerancją wykonania podstawowego otworu. W tablicy 4. w kolumnie „otwory” mieszczą się normalne otwory ruchowe i spoczynkowe, zgrupowane w klasach dokładności 5÷12. Tworzą one z wałkiem podstawowym  $h$  normalne pasowania na zasadzie stałego wałka.

Górne odchyłki otworów ruchowych oblicza się, dodając do dolnych odchyłek tolerancję wykonania otworów, określoną klasami dokładności podanymi w tabl. 4. W podobny sposób otrzymuje się dolne odchyłki otworów spoczynkowych, odejmując od górnych odchyłek tolerancję wykonania otworów. Górną odchyłką wałka podstawowego jest zero, dolna równa się tolerancji wykonania wałka, okre-

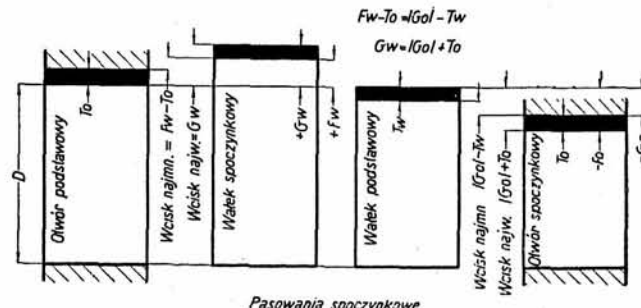
ślonej klasą dokładności przyjętą dla wałka. Otwory ruchowe oznacza się literami  $A \div H$ , otwory spoczynkowe —  $J \div U$ . Otwór suwliwy  $H$  jest zarazem otworem podstawowym (dolna odchyłka 0), wałek suwliwy  $h$  jest wałkiem podstawowym (górna odchyłka 0).

**Klasy pasowań.** Za pomocą tablicy 1. i 3. można budować najrozmaitsze pasowania. Normalne wałki i otwory tworzą pasowania normalne na zasadzie stałego otworu lub stałego wałka. Gotowe tablice odchyłek normalnych wałków i otworów, podane na przykład w Kalendarzu Techniczno-Warsztatowym Przeglądu Technicznego, ułatwiają konstruktorowi obliczanie wymiarów granicznych. Pasowania, w których ani wałek ani otwór nie jest podstawowy, są pasowaniami złożonymi.

Obszerny zakres pasowań jest w użyciu drogi, ponieważ wymaga licznych rozwiertaków i sprawdzianów. Dlatego układ tolerancji średnic ograniczył ten zakres, skupiając pasowania, szczególnie przydatne dla budowy maszyn, w następujących klasach pasowań: 6/5, 7/6, 8/7, 10, 11 (tablica 5. i 6.). Pierwsza liczba znaku klasy pasowa-



Rys. 8 a.



Rys. 8 b.



| Nazwy pasowań |                         | Klasy pasowań |       |                  |          |           |         |
|---------------|-------------------------|---------------|-------|------------------|----------|-----------|---------|
|               |                         | dokładne      |       | średnio dokładne |          | zgrubne   |         |
|               |                         | 6/5           | 7/6   | 8/7              | 9/8      | 10        | 11      |
| ruchowe       | przesłonne bardzo luźne |               |       | (H8/a10)         | (H9/a11) | (H10/a12) | H11/a12 |
|               | przesłonne luźne        |               |       | (H8/b9)          | (H9/b10) | H10/b11   | H11/b11 |
|               | przesłonne (zwykłe)     |               |       | (H8/c9)          | H9/c10   | H10/c11   | H11/c11 |
|               | obrotowe bardzo luźne   |               | H7/d9 | H8/d9            | H9/d10   | H10/d11   | H11/d11 |
|               | obrotowe luźne          |               | H7/e8 | H8/e9            | H9/e9    | H10/e10   |         |
|               | obrotowe (zwykłe)       |               | H7/f7 | H8/f8            | H9/f8    |           |         |
|               | obrotowe ciasne         | H6/g5         | H7/g6 | H8/g7            |          |           |         |
|               | suwliwe                 | H6/h5         | H7/h6 | H8/h7            | H9/h8    | H10/h10   | H11/h11 |
| spoczynkowe   | przylgowe               | H6/j5         | H7/j6 | H8/j7            |          |           |         |
|               | lekko wciskane          | H6/k5         | H7/k6 | H8/k7            |          |           |         |
|               | wciskane (zwykłe)       | H6/l5         | H7/l6 | H8/l7            |          |           |         |
|               | mocno wciskane          | H6/n5         | H7/n6 | H8/n7            |          |           |         |
|               | bardzo lekko włączane   |               | H7/p6 | H8/p7            |          |           |         |
|               | lekko włączane          |               | H7/r6 | H8/r7            |          |           |         |
|               | włączane (zwykłe)       |               | H7/s6 | H8/s7            |          |           |         |
|               | mocno włączane          |               | H7/t6 | H8/t7            |          |           |         |
|               | bardzo mocno włączane   |               | H7/u6 | H8/u7            |          |           |         |
|               | Stopień wymienności     | ~100%         |       | ~94%             |          | ~75%      |         |

□ klasy podstawowe: □ pasowania uprzywilejowane: ( ) pasowania nie zalecane:

Tabl. 5.

Pasowania normalne, zasada stałego otworu.

nia wskazuje klasę dokładności wykonania otworu, druga — klasę dokładności wykonania wałka. Klasy: 7/6, 9/8 i 11 nazywają się klasami podstawowymi. Pasowania obwiedzione w poszczególnych klasach ramkami nazywają się pasowaniami uprzywilejowanymi, ujęte w kłamek nie są zalecane. Klasy podstawowe i pasowania uprzywilejowane mają pierwszeństwo przed innymi.

Poszczególnym pasowaniom odpowiada w klasach pasowań pewien stopień wymienności, na przykład: 100%, 94%, 75%. Stopień wymienności określa w procentach ilość otworów i wałków, wykonanych według poleconych odchyłek, które złożone ze sobą „na chybił trafił”, czyli bez szczególnego dobierania, tworzą żądane pasowania. Tablice 7. i 8. przedstawiają wykreślenie odchyłki dla otworów i wałków o średnicy 40 mm w poszczególnych klasach pasowań.

**Przykłady.** 1) Odchyłki i wymiary graniczne dla średnicy nominalnej 50 mm i pasowania obrotowego ciasnego, zbudowanego na zasadzie stałego otworu w 7/6 klasie pasowania:  
Znak pasowania: H7/g6.

Otwór podstawowy:

Znak otworu podstawowego w klasie 7: H7.  
Dolna odchyłka  $F_o = 0$ .

Górna odchyłka  $G_o$  równa się tolerancji wykonania otworu  $T_o$ , podanej w tablicy 1.  $G_o = T_o = +0,025$  mm.

Dolny wymiar graniczny  $A_o = D + F_o = 50$  mm.  
Górny wymiar graniczny  $B_o = D + G_o = 50,025$  mm.

Wałek:

Znak wałka obrotowego ciasnego w klasie 6: g6.  
Górna odchyłka  $G_w$  znajduje się w tablicy 3.  $G_w = -0,009$  mm.

Tolerancja wykonania  $T_w$  jest podana w tablicy 1.  $T_w = 0,016$  mm.

Dolna odchyłka  $F_w = G_w - T_w = -0,025$  mm.  
Górny wymiar graniczny  $B_w = D + G_w = 49,991$  mm.  
Dolny wymiar graniczny  $A_w = D + F_w = 49,975$  mm.

2) Odchyłki i wymiary graniczne dla średnicy nominalnej 30 mm i pasowania włączanego, zbudowanego na zasadzie stałego otworu w klasie pasowania 8/7.

Znak pasowania: H8/s7.

Otwór podstawowy:

Znak otworu podstawowego w klasie 8: H8.  
Dolna odchyłka  $F_o = 0$ .

Górna odchyłka  $G_o = T_o = +0,033$  mm (tabl. 1.).  
Dolny wymiar graniczny  $A_o = D + F_o = 30$  mm.  
Górny wymiar graniczny  $B_o = D + G_o = 30,033$  mm.

| Nazwy pasowań        |                         | Klasy pasowań |       |                  |          |           |         |
|----------------------|-------------------------|---------------|-------|------------------|----------|-----------|---------|
|                      |                         | dokładne      |       | średnio dokładne |          | z grube   |         |
|                      |                         | 6/5           | 7/6   | 8/7              | 9/8      | 10        | 11      |
| ruchowe              | przesłonne bardzo luźne |               |       | (A10/h8)         | (A11/h9) | (A12/h10) | A12/h11 |
|                      | przesłonne luźne        |               |       | (B9/h8)          | (B10/h9) | B11/h10   | B11/h11 |
|                      | przesłonne (zwykłe)     |               |       | (C9/h8)          | C10/h9   | C11/h10   | C11/h11 |
|                      | obrotowe bardzo luźne   |               | D9/h7 | D9/h8            | D10/h9   | D11/h10   | D11/h11 |
|                      | obrotowe luźne          |               | E8/h7 | E9/h8            | E9/h9    | E10/h10   |         |
|                      | obrotowe (zwykłe)       |               | F7/h7 | F8/h8            | F9/h8    |           |         |
|                      | obrotowe ciasne         | G6/h5         | G7/h6 | G8/h7            |          |           |         |
|                      | suwliwe                 | H6/h5         | H7/h6 | H8/h7            | H9/h8    | H10/h10   | H11/h11 |
| spoczynkowe mieszane | przylgowe               | J6/h5         | J7/h6 | J8/h7            |          |           |         |
|                      | lekko wciskane          | K6/h5         | K7/h6 | K8/h7            |          |           |         |
|                      | wciskane (zwykłe)       | M6/h5         | M7/h6 | M8/h7            |          |           |         |
|                      | mocno wciskane          | N6/h5         | N7/h6 | N8/h7            |          |           |         |
| właczane             | bardzo lekko włączane   |               | P7/h6 | P8/h7            |          |           |         |
|                      | lekko włączane          |               | R7/h6 | R8/h7            |          |           |         |
|                      | włączane (zwykłe)       |               | S7/h6 | S8/h7            |          |           |         |
|                      | mocno włączane          |               | T7/h6 | T8/h7            |          |           |         |
|                      | bardzo mocno włączane   |               | U7/h6 | U8/h7            |          |           |         |
| Stopień wymienności  |                         | ~100%         |       | ~94%             |          | ~75%      |         |

□ klasy podstawowe: □ pasowania uprzywilejowane: ( ) pasowania nie zalecane

Tabl. 6.

Pasowania normalne, zasada stałego wałka.

Wałek:

Znak wałka włączanego w klasie 7:s7.

Dolna odchyłka  $Fw$  znajduje się w tablicy 3.  $Fw = +0,035$  mm.Tolerancja wykonania  $Tw = 0,021$  mm (tabl. 1.).Górna odchyłka  $Gw = Fw + Tw = +0,056$  mm.Dolny wymiar graniczny  $Aw = D + Fw = 30,035$  mm.Górny wymiar graniczny  $Bw = D + Gw = 30,056$  mm.

3) Odchyłki i wymiary graniczne dla średnicy nominalnej 60 mm i pasowania obrotowego bardzo luźnego, zbudowanego na zasadzie stałego wałka w klasie pasowania 9/8:

Znak pasowania: D10/h9.

Wałek podstawowy:

Znak wałka podstawowego w klasie 9:h9.

Górna odchyłka  $Gw = 0$ .Dolna odchyłka  $Fw$  jest równa tolerancji wykonania wałka  $Tw$  ze znakiem ujemnym.  $Fw = -Tw = -0,074$  mm (tabl. 1.).Górny wymiar graniczny  $Bw = D + Gw = 60$  mm.Dolny wymiar graniczny  $Aw = D + Fw = 59,926$  mm.

Otwór:

Znak otworu bardzo luźnego w klasie 10:D10.

Dolna odchyłka  $Fo$  równa się górnej odchyłce  $Gw$  wałka obrotowego bardzo luźnego ze znakiem dodatnim.  $Fo = +Gw = +0,10$  mm (tabl. 3.).Tolerancja wykonania  $To = 0,120$  mm (tabl. 1.).Górna odchyłka  $Go = Fo + To = +0,220$  mm.Dolny wymiar graniczny  $Ao = D + Fo = 60,100$  mm.Górny wymiar graniczny  $Bo = D + Go = 60,220$  mm.

4) Odchyłki i wymiary graniczne dla średnicy nominalnej 40 mm i pasowania bardzo lekko włączanego, zbudowanego na zasadzie stałego wałka w klasie pasowania 8/7:

Znak pasowania: P8/h7.

Wałek podstawowy:

Znak wałka podstawowego w klasie 7:h7.

Górna odchyłka  $Gw = 0$ .Dolna odchyłka  $Fw = -Tw = -0,025$  mm (tabl. 1.).Górny wymiar graniczny  $Bw = D + Gw = 40$  mm.Dolny wymiar graniczny  $Aw = D + Fw = 39,975$  mm.

Otwór:

Znak otworu bardzo lekko włączanego w klasie 8:P8.

Tolerancja wykonania  $To = 0,039$  mm (tabl. 1.).Górną odchyłkę  $Go$  oblicza się, dodając do dolnej odchyłki wałka bardzo lekko włączanego  $Fw$  różnicę między tolerancją wykonania wałka podstawowego  $Tw$  a tolerancją wykonania otworu  $To$ :  $Go = -(Fw + Tw - To)$ ;  $Fw = +0,026$  mm (tabl. 3.);  $Tw = 0,025$  mm (tabl. 1.);  $To = 0,039$  mm

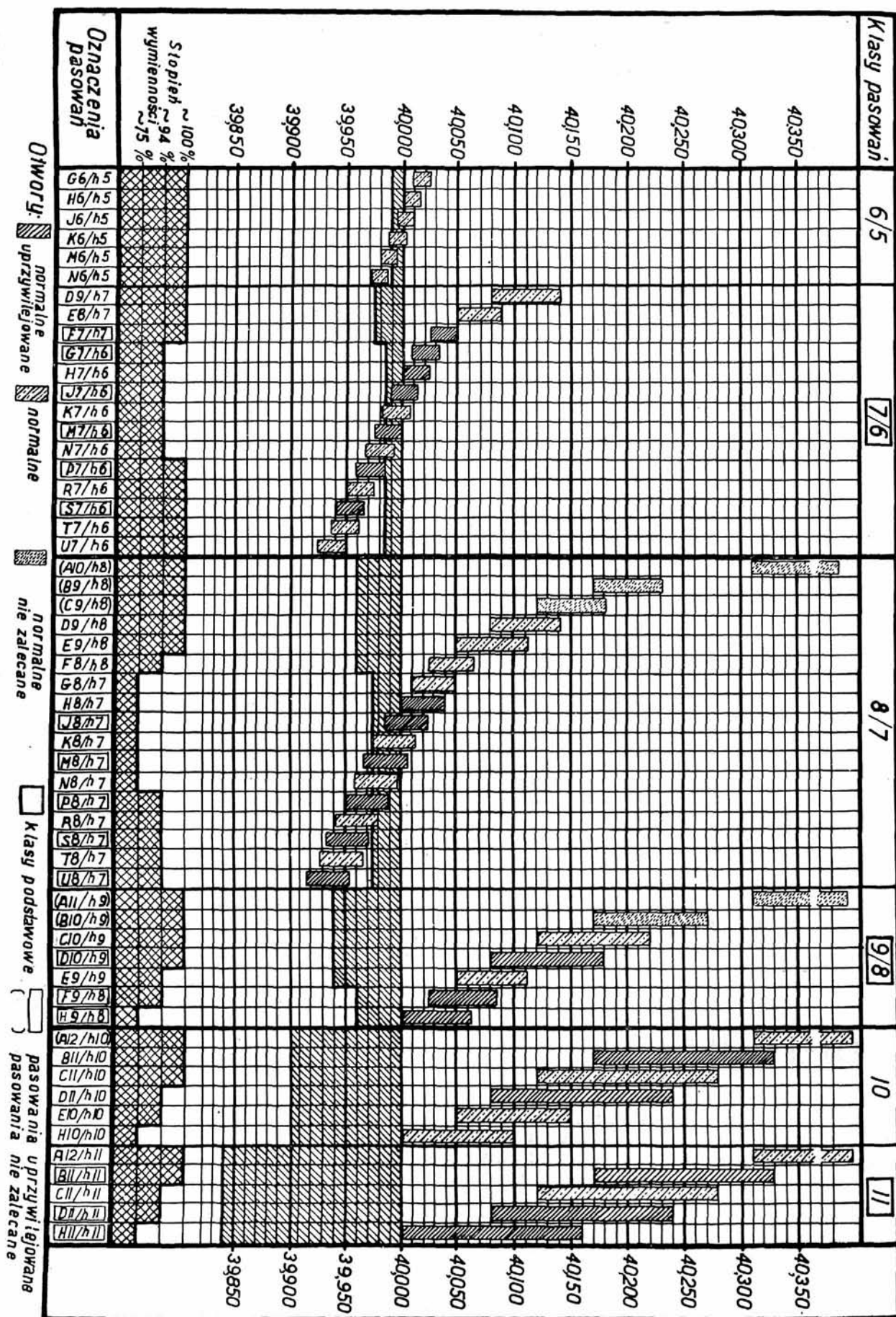




**Tabl. 7.**

Tabl. 8.

Zasada stałego walka.





(tabl. 1.);  $G_o = -(0,026 + 0,025 - 0,039) = -0,012 \text{ mm}$ .

Dolna odchyłka  $F_o = G_o - T_o = -0,051 \text{ mm}$ .

Górny wymiar graniczny  $B_o = D + G_o = 39,988 \text{ mm}$ .

Dolny wymiar graniczny  $A_o = D + F_o = 39,949 \text{ mm}$ .

5) Odchyłki i wymiary graniczne dla średnicy nominalnej 50 mm i pasowania złożonego z otworu obrotowego ciasnego klasy 8 oraz wałka obrotowego klasy 7:

Otwór:

Znak otworu obrotowego ciasnego: G8.

Tolerancja wykonania otworu  $T_o = 0,039 \text{ mm}$  (tabl. 1.).

Dolna odchyłka otworu  $F_o$  jest równa górnej odchyłce wałka obrotowego ciasnego  $G_w$  ze znakiem przeciwnym.  $F_o = -G_w = +0,009 \text{ mm}$  (tabl. 3.).

Górna odchyłka otworu  $G_o = F_o + T_o = +0,048 \text{ mm}$ .

Dolny wymiar graniczny  $A_o = D + F_o = 50,009 \text{ mm}$ .

Górny wymiar graniczny  $B_o = D + G_o = 50,048 \text{ mm}$ .

Wałek:

Znak wałka obrotowego w klasie 7: f7.

Tolerancja wykonania  $T_w = 0,025 \text{ mm}$  (tabl. 1.).

Górna odchyłka  $G_w = -0,025 \text{ mm}$  (tabl. 3.).

Dolna odchyłka  $F_w = G_w - T_w = -0,050 \text{ mm}$ .

Górny wymiar graniczny  $B_w = D + G_w = 49,975 \text{ mm}$ .

Dolny wymiar graniczny  $A_w = D + F_w = 49,950 \text{ mm}$ .

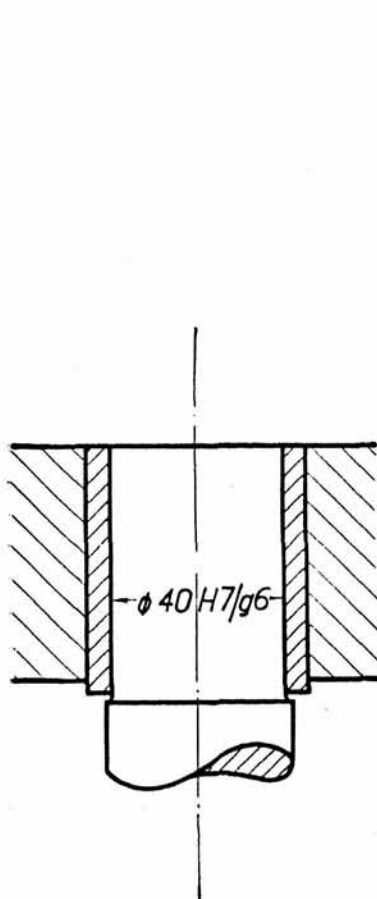
**Oznaczenie pasowań na rysunkach.** Na rysunkach zestawień mechanizmów, na których otwory

i wałki rysuje się złożone ze sobą, oznacza się pasowania za pomocą znaków pasowań, umieszczonych obok wymiarów nominalnych. Rysunek 9. jest przykładem oznaczenia pasowania obrotowego ciasnego dla średnicy nominalnej 40 mm, wykonanego na zasadzie stałego otworu w 7/6 klasie pasowania.

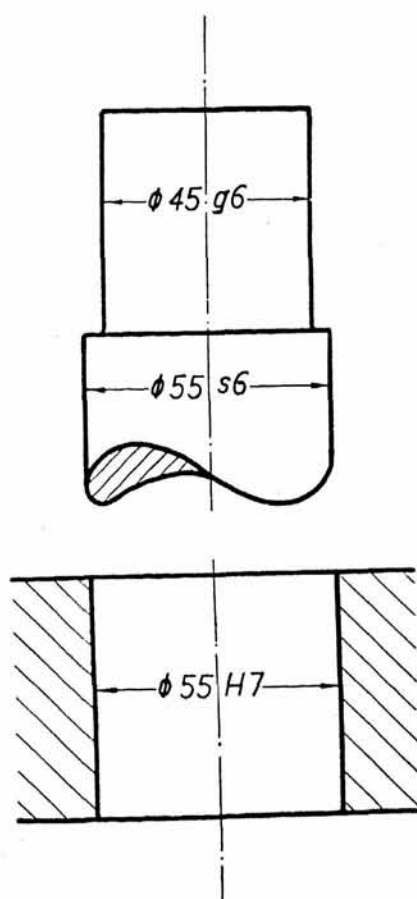
Na rysunkach wykonawczych (warsztatowych) rysuje się pasowane otwory i wałki oddzielnie i oznacza jednym z następujących sposobów:

Sposób 1.: Znak użytego wałka pisze się na rysunku obok wymiaru nominalnego wałka, znak otworu — obok wymiaru otworu (rys. 10.). Odchyłki odczytuje się w tablicy odchyłek, jeżeli są one potrzebne do wykonania otworu lub wałka. Sposób 1. jest bardzo wygodny do oznaczania otworów pasowanych, wykonywanych za pomocą rozwiertaków. Znajomość odchyłek nie jest tu konieczna, ponieważ narzędziownia wydaje gotowe rozwiertaki, którymi wykonywa się otwory, bez potrzeby mierzenia ich średnic. Rozwiertaki są opatrzone znakami otworów, które mają wykonać.

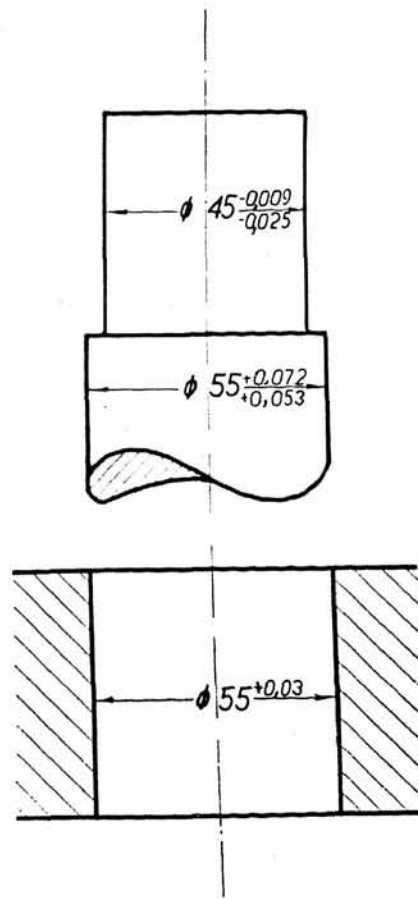
Sposób 2.: U góry wymiaru nominalnego otworu lub wałka pisze się odchyłkę górną, u dołu — dolną; (rys. 11.). Odchyłki podaje się z właściwymi znakami algebraicznymi, odchyłek 0 nie wpisuje się. Ten sposób jest powszechnie używany do oznaczania pasowanych otworów i wałków na rysunkach warsztatowych. Można tu obliczyć bez pomocy tablic wymiary graniczne, któ-



Rys. 9.



Rys. 10.

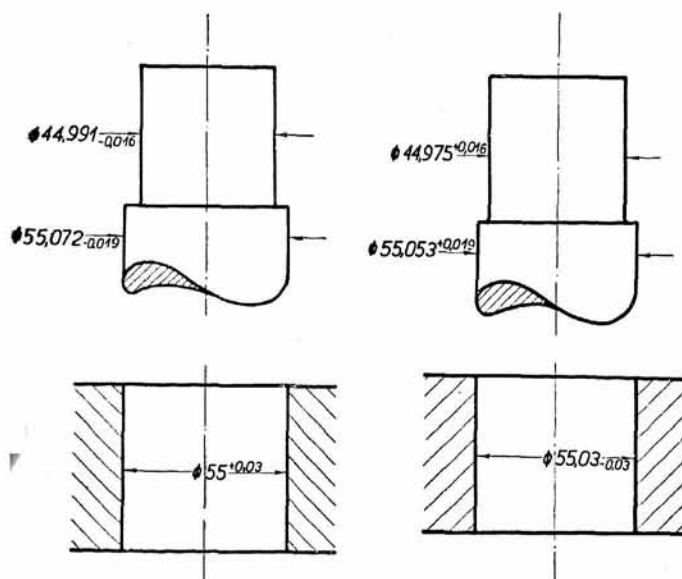


Rys. 11.

rych znajomość umożliwia kolejne mierzenie części pasowanych podczas ich wykonywania.

**Sposób 3.:** Otwory pasowane oznacza się za pomocą dolnego wymiaru granicznego i tolerancji, napisanej u góry tego wymiaru ze znakiem dodatnim. Dla wałków podaje się górny wymiar graniczny i tolerancję wykonania, napisaną u dołu tego wymiaru ze znakiem ujemnym (rys. 12.). Wymiary graniczne są tu wymiarami wyjściowymi przy obróbce, tolerancje podają najgrubszą warstwę materiału którą można skroić. Otwory i wałki, oznaczone w taki sposób, nazywają się „tolerowane w głąb materiału“.

**Sposób 4.:** Otwór oznacza się za pomocą górnego wymiaru granicznego i tolerancji wykonania, napisanej u dołu tego wymiaru ze znakiem ujemnym. Dla wałków podaje się dolny wymiar graniczny i tolerancję wykonania, napisaną u góry tego wymiaru ze znakiem dodatnim (rys. 13.). Wy-



Rys. 12.

Rys. 13.

miarów granicznych można użyć bezpośrednio do nastawienia narzędzi na automacie lub rewolwerówce. Tolerancje wskazują zużycie dopuszczalne dla narzędzi.

**Wybór pasowania.** Przeznaczenie pasowania określa nazwa pasowania, która w normalnych okolicznościach ułatwia konstruktorowi wybór właściwego pasowania. Normalne okoliczności zachodzą wtedy, gdy długość pasowanych otworów jest półtora razy większa od ich średnicy, otwory i wałki są wykonane ze stali, podczas pracy mają tę samą temperaturę i pracują w korzystnych warunkach, to znaczy bez wstrząsów, obficie smarowane itp. Wybierając pasowanie dla okoliczności nienormalnych trzeba zdać sobie sprawę, w jaki sposób wpływają one na wielkość przypuszczalnego luzu lub wcisku pasowania. Niejednokrotnie trzeba ustalać właściwe pasowanie za pomocą prób, lub wysnuwać wnioski przydatne dla projektowanego pasowania z dobrze pracujących konstrukcji wykonanych.

**Wybór klasy pasowania.** Klasy pasowania wybiera się według stopnia wymienności części

maszynowych i żądanej dobroci powierzchni pasowanych. W dokładnych klasach pasowań wykonywa się części maszyn dokładnych, na przykład obrabiarek, oraz takich maszyn, które wykonywają odpowiedzialną pracę (silniki lotnicze, szybkobieżne silniki spalinowe).

Niektóre wytwórnie, na przykład wytwórnie obrabiarek, używają jednej klasy pasowania dla wszystkich części pasowanych, a więc i dla takich części, dla których jest ona za dokładna. Ograniczenie ilości klas pasowań, używanych przez te wytwórnie, zmniejsza w narzędziowni zapas kosztownych rozwieraków i sprawdzianów.

Następujące przykłady obrazują zastosowanie poszczególnych klas pasowań w budownictwie maszynowym:

W klasach 1÷4 wykonywa się dokładne sprawdziany i przeciwsprawdziany.

W klasie 6/5 wykonywa się na przykład dokładne narzędzia, przyrządy obróbcze, niektóre części silników lotniczych i samochodowych. Otwory i wałki klasy 6/5 wykończa się za pomocą szlifowania.

Klasa 7/6 służy na przykład dla pasowanych części dokładnych obrabiarek, silników szybkobieżnych, następnie dla dokładnych części silników tłokowych, sprężarek, przyrządów obróbczych itp. Otwory w klasie 7/6 mogą być wyjątkowo starannie rozwiercane.

W klasach 8/7 i 9/8 wykonywa się części maszynowe średnio dokładne. Wałki są tu bardzo starannie toczone, niekiedy wyjątkowo starannie ciągnięte, otwory są bardzo starannie rozwiercane lub wyjątkowo starannie wytaczane.

Klasy 10 i 11 mieszczą w sobie pasowania mało dokładne, używane w maszynach rolniczych, ciągnikach, maszynach budowlanych itp. Otwory w tych klasach wierci się bardzo starannie, wałki przeciąga się starannie.

Klasy 12÷16 używa się dla zgrubnych otworów i wałków, które zależnie od stopnia dokładności wykonywa się za pomocą jednego z następujących sposobów: odlewania wtryskowego, tłoczenia, wycinania, odlewania w formach metalowych, kucia w dokładnych matrycach, odlewania we formach z piasku, walcowania, odkuwania ręcznego.

**Wybór zasady pasowania.** Sposób budowy projektowanego mechanizmu, w tym wypadku kolejność następowania po sobie pasowań luźnych i ciasnych, dyktuje wybór zasady pasowania. Jeżeli na wałku osadza się części mechanizmu w takiej kolejności, że wprowadza się najpierw części pasowane ciasno, należy użyć zasady stałego otworu. Podczas składania otwory przechodzą bez trudu na wałku przez luźne pasowania, poprzedzające ciasne pasowania. Posługując się zasadą stałego wałka trzeba by tu ciasne otwory przesuwac „siłą“ wzdłuż wałka, niszcząc powierzchnię wałka. Użycie różnych średnic nominalnych dla poszczególnych pasowań, zmniejszających się stopniowo w kierunku pasowań luźnych, umożliwiłoby składanie, jednak podrożyłoby obróbkę i zwiększyło wymiary wałka.

Wypadek odwrotny, a więc taki, w którym pasowania ciasne poprzedzają luźne, wymaga za-



sady stałego wałka. Zasada stałego otworu spowodowałaby tu podobne trudności, jak w poprzednim wypadku zasada stałego wałka.

Taniość wytwarzania również ma głos przy wyborze zasady pasowania. Maszyny, które wytwarza się pojedynczo lub w małych szeregach, na przykład obrabiarki, projektuje się według zasady stałego otworu. Obróbka otworów wymaga tu niewielu drogich narzędzi, rozwiertaków. Dla każdej średnicy nominalnej potrzeba jednego rozwiertaka wykończającego. Tymczasem używając zasady stałego wałka trzeba by sprawić dla każdej średnicy nominalnej tyle rozwiertaków wykończających, ile różnych pasowań zachodzi w maszynie. Obróbka wałków, które mają różne odchyłki dla poszczególnych pasowań, trwa długo, ponieważ wykonywa się i mierzy dużo średnic. Doświadczenie uczy, że w koszcie maszyn wykonywanych jednostkowo lub w małych szeregach, koszt narzędzi do obróbki otworów (rozwiertaków) odgrywa większą rolę aniżeli robocizna wałków. Potrzeba taniego wytwarzania wymaga tu zasady stałego otworu.

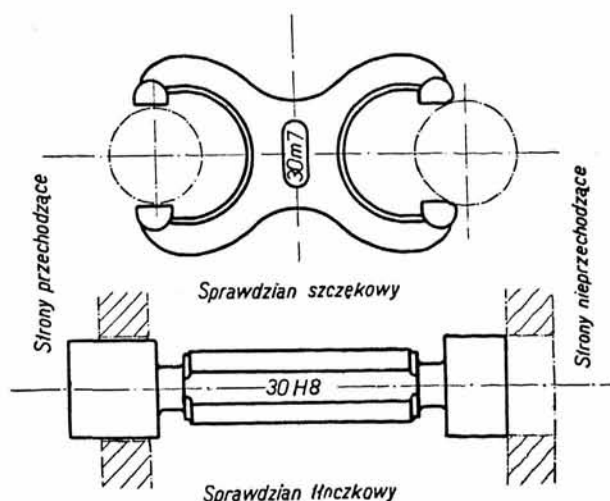
Maszyny wyrabiane w dużych ilościach — masowo, projektuje się według zasady stałego wałka. Koszt rozwiertaków do obróbki licznych otworów o różnych odchyłkach jest stosunkowo nieznaczny, ponieważ rozkłada się na dużą ilość wykonywanych maszyn. Obróbka wałków trwa krótko, ponieważ mają one niedużą ilość różnych średnic, jako pasowane na zasadzie stałego wałka. Oszczędności na robociznie wałków, które powoduje użycie zasady stałego wałka, są tym większe, im więcej maszyn się wykonywa.

W budowie pędni jest korzystna zasada stałego wałka. Średnio dokładne pasowania dopuszczają tu użycie wałków ciągnionych, wyrabianych w dużych ilościach przez specjalne wytwórnie. Rozmieszczenie na wałku części różnie pasowanych, na przykład łożysk, kół pasowych luźnych i stałych, sprzęgieł itp., spoczywa w ręku urządzającego warsztat.

Aby połączyć możliwość taniego wytwarzania z dogodnym rozwiązaniem konstrukcyjnym niektórych mechanizmów, duże wytwórnie używają kombinowanej zasady pasowań. Składa się ona z szeregu pasowań, zbudowanych w obranej zasadzie głównej, szczególnie przydatnej dla wytwórni, oraz zawiera kilka pasowań z drugiej zasady, które stosuje się w niektórych wypadkach.

#### Sprawdzanie wykonanych otworów i wałków.

Wymiary otworów i wałków sprawdza się po wykonaniu, to znaczy bada się, czy leżą one w granicach, ustalonych wymiarami granicznymi. Do tego celu służą tłoczkowe i szczękowe sprawdziany graniczne (rys. 14.). Wymiary rzeczywiste otworów należycie wykonanych muszą być większe od dolnych wymiarów granicznych, a mniejsze od górnych. Stwierdzają to sprawdziany tłoczkowe; jedna strona takiego tłoczka, wykonana według dolnego wymiaru granicznego sprawdzanego otworu, przechodzi przez niego, a druga strona, wykonana według górnego wymiaru granicznego, nie przechodzi przez ten otwór. Wałki muszą



Rys. 14.

być mniejsze od górnych wymiarów granicznych, a większe od dolnych. Szczęki sprawdzianów granicznych o średnicy odpowiadającej górnemu wymiarowi granicznemu sprawdzanego wałka, dają się nań nałożyć; szczęki, wykonane według dolnego wymiaru granicznego wałka, nie wchodzi na wałki. Sprawdziany graniczne mają więc dwie strony: „przechodzące” i „nieprzechodzące”. Wchodzenie „nieprzechodzących” stron sprawdzianów wskazuje, że otwory lub wałki są źle wykonane, zepsute. Nadają się one tylko do przeróbki na inne średnice nominalne.

Prócz stałych sprawdzianów granicznych, podanych na rysunku 14., używa się również sprawdzianów nastawialnych; szczęki i tłoczki takich sprawdzianów ustawia się na rozmaite średnice za pomocą płytek wzorcowych (płytek Johansona).

#### Zalety układu tolerancji średnic.

1. Układ tolerancji średnic przystosowuje dokładność wykonania otworów i wałków do rozmaitych potrzeb budownictwa maszynowego, chroniąc wytwórnię przed kosztami obróbki zbyt dokładnej;
2. w poszczególnych pasowaniach zapewnia wzajemną zamienną części maszynowych z otworami i wałkami, jeżeli zamieniane części mają tę samą średnicę nominalną;
3. pozwala wytwarzać części mechanizmów w jednym miejscu, a składać je w innym, bez potrzeby żmudnego dopasowywania;
4. umożliwia ekonomiczne wytwarzanie maszyn.

**Polskie książki o pasowaniach.** Zagadnienie pasowań opracował w polskiej literaturze technicznej inż. W. Moszyński w następujących książkach:

1. Pasowania w przemyśle.
2. Zasady pasowań
3. Geometria pasowań.

L. Eker