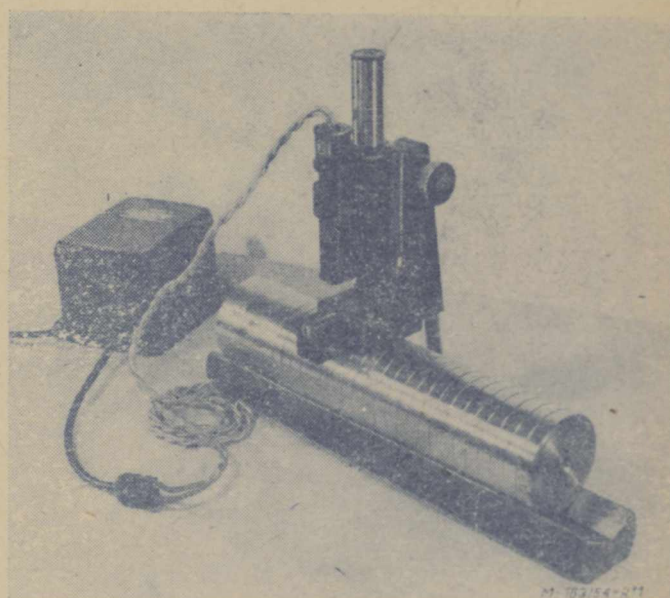


MECHANIK

MIESIĘCZNIK TECHNICZNY



Gładkościomierz Biernawskiego
typ WB-4.

Nr 11-12

LISTOPAD-GRUDZIEŃ

1954

ZESZYT SPECJALNY POŚWIĘCONY
KONFERENCJI
W SPRAWIE
METROLOGII WARSZTATOWEJ
I
KONTROLI TECHNICZNEJ

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

ARTYKUŁY GŁÓWNE

	Str.
Pomiary warsztatowe i kontrola techniczna jako czynniki postępu technicznego	401
Profesor Henryk Mierzejewski — twórca naukowych podstaw polskiej techniki pomiarów precyzyjnych	402
Inż.-mech. Jan Stefan Kowalski — Postępy metrologii warsztatowej	403
Inż.-mech. Zygmunt Bochenek — Pomiary warsztatowe w procesie wytwarzania	411
Inż.-mech. Antoni Wiśniewski — Technika kontroli produkcji masowej	417
Inż.-mech. Wincenty Kos — Dobór środków mierniczych	427
Inż.-mech. Tadeusz Sawicki — Nadzór nad środkami mierniczymi w przemyśle	430
Inż.-mech. Eugeniusz Jankowski i inż.-mech. Tadeusz Przybyłowicz — Regeneracja i przeróbka środków mierniczych	435
Dr inż. Tadeusz Jakubowski — Wpływ sposobu wymiarowania i tolerowania na planowanie tolerancyjne obróbki skrawaniem	433
Inż.-mech. Jerzy Zacharzewski — Wprowadzenie nowego układu tolerancji, pasowań i gładkości powierzchni do przemysłu obrabiarkowego	442
Inż.-mech. Andrzej Sadowski — Kontrola gładkości powierzchni w przemyśle maszynowym	417
Inż.-mech. Andrzej Józefik — Kontrola dokładności wykonania ostrzy narzędzi skrawających	454
Inż.-mech. Stefan Pstrągowski — Podstawy prawne organizacji i działalności kontroli technicznej	460
Inż.-mech. Roman Golik — Ewidencja techniczna braków — podstawowym czynnikiem analizy techniczno-ekonomicznej	464
Inż.-mech. Józef Płużek — Współpraca kontroli technicznej z innymi wydziałami w zakładach produkcyjnych	468
Dr inż. Jan Obalski — Niewykorzystany oręż w walce o wysoką jakość produkcji — statystyczna kontrola jakości	472
Inż. Jan Stefan Kowalski — Niektóre zastosowania i możliwości użycia w przemyśle czujników pneumatycznych	477
Inż.-mech. Jan Stefan Kowalski — Niektóre zastosowania i możliwości użycia w przemyśle czujników pneumatycznych	476
Sprawdzanie optometrów — inż. J. St. K.	483
Inż.-mech. Jerzy Mikoszewski — O wyborze sposobu pomiaru twardości	485
Mgr Stanisław Bąk — Pomiary dokładnych gwintów stożkowych	489
Piotr Katuski — Sprawdzanie gwintowników o nieparzystej liczbie ostrzy	493
Inż.-mech. Aleksander Tomaszewski — Zastosowanie mikointerferencji do pomiarów chropowatości powierzchni	495
Szkolenie pracowników kontroli technicznej — inż. St. P.	500
Wydawnictwa z dziedziny metrologii i pomiarów warsztatowych — inż. K. S.	502
Ośrodek Dokumentacji Metrologii — J. D.	502
Komunikaty Komitetu Organizacyjnego Konferencji	503
WIADOMOŚCI SIMP	504
KRONIKA	506
WIADOMOŚCI IOOS	507

TRESC ROCZNIKA 1954

WARUNKI PRENUMERATY

Prenumerata normalna	
Kwartalna	zł 27.—
półroczna	„ 54.—
roczna	„ 108.—

Zgłoszenia na prenumeratę normalną na rok 1955 przyjmują urzędy pocztowe oraz listonosze wiejscy i miejscy. Ponadto można zamawiać prenumeratę normalną przez wpłacanie należności na konto PKO Nr I-110/14000, PPK „Ruch“, Warszawa, Centralna Ekspedycja, Srebrna 12.

Pojedyncze zeszyty „Mechanika“ można nabyć jedynie w Wydziale Zbytu Czasopism Technicznych NOT, Warszawa, Czackiego 3/5. Zakupu można dokonać osobiście względnie przesyłką pocztową po uprzednim wpłaceniu należności (za zeszyt i koszty przesyłki) na konto PKO W-wa, I-21338/113 z wyszczególnieniem opłaconych zeszytów. Cena pojedynczego zeszytu zł 9, porto zł 0,45

Prenumerata ulgowa

($\frac{1}{3}$ ceny prenum. norm.)

Z prenumeraty ulgowej na rok 1955 mogą korzystać członkowie stowarzyszeń technicznych NOT, członkowie Klubów Racjonalizacji i Techniki, studenci szkół wyższych oraz uczniowie szkół zawodowych. Zamówienia sporządzane zbiorowo, przyjmować będą łącznie z należnością) koła zakładowe, oddziały stowarzyszeń oraz koła naukowe uczelni i dyrekcje szkół zawodowych.

Wydawca: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA, Warszawa, ul. Czackiego 3/5

KOMITET REDAKCYJNY: prof. inż. Władysław GWIAZDOWSKI, inż.-mech. Paweł KOSIERADZKI, inż.-mech. Stanisław KUNSTETTER, inż.-mech. Zdzisław MARCINIAK, inż.-mech. Kazimierz OCHĘDUSZKO, inż.-mech. Jan TUSZYŃSKI, inż.-mech. Eugeniusz WOŁNIEWICZ. Redaktor naczelny inż.-mech. Heliodor CHMIELEWSKI. Z-ca redaktora naczelnego inż.-mech. PRZEMYSŁAW MAŃKOWSKI. Redakcja przyjmuje codziennie od godz. 9,30 do 16,30.

Redaktor techniczny Józef IŻYCKI.
Adres Redakcji: Warszawa, Czackiego 3/5, tel. 6-74-61, wewn. 35

NOT — Naczelna Organizacja Techniczna 1954. Warszawa
Ark. wyd. 21. Ark. druk. 7. Pap. druk. sat. kl. V, 60 g, 88 × 122/16. Nakład 14.600.
Oddano do składania 27.IX.54. Podpisano do druku 17.XI.54. Druk ukończono 25.XI.54.
Druk. im. Rewolucji Październikowej, Warszawa. Zam. 1253c/54. 5-B-30797.

M E C H A N I K

MIESIĘCZNIK TECHNICZNY

ORGAN

STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

REDAKCJA: WARSZAWA, ULICA CZACKIEGO 3/5

ADMINISTRACJA: WARSZAWA, ULICA CZACKIEGO 3/5

POMIARY WARSZTATOWE I KONTROLA TECHNICZNA JAKO CZYNNIKI POSTĘPU TECHNICZNEGO

Pięć lat upływa od czasu pierwszej powojennej Konferencji Pomiarowej zorganizowanej przez Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich. W referacie programowym tej konferencji zwrócono uwagę, że poprzedzające ją lata były latami walki o wykonanie planów produkcyjnych pod względem ilościowym; świadomie przymykało się wtedy oczy na pewne niedociągnięcia jakościowe produktów, gdyż na tym etapie stanu gospodarczego kraju ważne było wyprodukowanie jak największej ilości towarów, odbudowanie i inwestowanie zakładów przemysłowych oraz nadanie im bardziej celowej z punktu widzenia gospodarki socjalistycznej struktury organizacyjnej.

Następny etap, który rozpoczął się u progu planu 6-letniego i trwa dotychczas, znamionuje walka o wysoką jakość, o zapewnienie produktowi niezbędnych cech związanych z jego przeznaczeniem.

Częste głosy kierowników życia gospodarczego z okazji różnych zjazdów i konferencji nawołują do tej walki i wskazują środki osiągnięcia wysokiej jakości.

Pierwsza Konferencja Pomiarowa z r. 1949 dała też szereg wskazań w tym kierunku. Wychodząc z założenia, że zagadnienie jakości jest zagadnieniem wysokiego poziomu kontroli technicznej, a podstawą tej ostatniej jest pomiar, Konferencja zaleciła starania o unowocześnienie sprzętu pomiarowego, o mechanizację kontroli wymiarowej, o zautomatyzowanie (w uzasadnionych przypadkach) pomiarów, o szkolenie kadr pomiarowców, o należytą organizację kontroli w przemyśle maszynowym.

Stwierdzić należy, że w ciągu ubiegłego 5-lecia dokonano dużego postępu. Stosownie do Zalecenia Przewodniczącego PKPG z r. 1949 zorganizowano znaczną liczbę izb pomiarowych, zaopatrzonych w nowoczesne narzędzia miernicze. Powiązane te narzędzia z państwowymi wzorcami podstawowymi przez zaopatrzenie izb w komplety płytek wzorcowych uwiarytelnionych w Głównym Urzędzie Miar ustalając w ten sposób niezbędną „jedność miar”. Wydano wiele przepisów GUM dotyczących konstrukcji i dokładności narzędzi mierniczych oraz instrukcji o ich stosowaniu i sprawdzaniu. Opracowano wytyczne organizacji kontroli technicznej. Zorganizowano kursy szkoleniowe dla pomiarowców. Wydano szereg podstawowych książek z zakresu pomiarów warsztatowych i KT.

O dużym znaczeniu jakie władze państwowe przypisują tym zagadnieniom świadczy Uchwała Prezydium Rządu z dnia 2 listopada 1953 r. w sprawie produkcji, importu, eksportu i stosowania aparatury kontrolnej, naukowej i laboratoryjnej. We wstępie do tej Uchwały czytamy: „Rozwój produkcji maszynowej, przemysłu chemicznego, hutnictwa, górnictwa i energetyki oraz przemysłu środków spożycia, a w szczególności przejście na procesy technologiczne ciągłe i automatycznie regulowane, stawia przed przemysłem maszynowym, terenowym i spółdzielczym nowe zadania w zakresie produkcji przyrządów i urządzeń kontrolnych wysokiej klasy, o działaniu ciągłym i rejestracji wskazań. Doskonalenie procesów technologicznych i wprowadzenie nowych elementów postępu technicznego wymagają poważnego zwiększenia zakresu działania laboratoriów zakładowych i zaopatrzenia w sprzęt najwyższej klasy”.

Realizacja daleko idących postanowień tej Uchwały rokuje dalszy postęp w dziedzinie pomiarów i kontroli. Między innymi podkreślić należy utworzenie zgodnie z tą Uchwałą Zakładu Aparatury Laboratoryjno-Naukowej przy GUM, którego głównym celem jest opracowywanie dokumentacji technicznej aparatury mierniczej oraz budowa prototypów. Niemniej ważne jest uwzględnienie zagadnień pomiarów i kontroli w programach politechnicznych, co zapewni przemysłowi tak potrzebne kadry inżynierów pomiarowców.

Mimo znacznych osiągnięć kontrola techniczna nie stoi dziś jeszcze na wysokości zadania.

W przemówieniu na II Kongresie Inżynierów i Techników Polskich, wskazując istniejące niedociągnięcia, które stawiają przed inżynierami i technikami szczególnie odpowiedzialne zadania, min. E. Szyr powiedział: „Niedostatecznie opanowana jest i zorganizowana kontrola techniczna jakości wyrobów, zarówno międzyoperacyjna, jak i kontrola gotowego produktu, co przynosi gospodarce narodowej nieobliczalne straty”.

Również na II Zjeździe Partii sprawa podniesienia jakości produkcji była przedmiotem dyskusji i uchwał, zmierzających do poprawy obecnego stanu.

Druga po wywołaniu Krajowa Konferencja w sprawie pomiarów warsztatowych i kontroli technicznej, która odbędzie się w dn. 10, 11, 12 grudnia r. zorganizowana przez Sekcję Metrologii i Mechaniki Precyzyjnej SIMP ma być nowym ogniwem w kierunku realizacji wytycznych Rządu i Partii, w kierunku podniesienia jakości produkcji i postępu technicznego naszego przemysłu.

Celem Konferencji jest danie przemysłowi konkretnych wskazówek w zakresie pomiarów warsztatowych i kontroli technicznej. Ma ona przedstawić dotychczasowe osiągnięcia w tych dziedzinach, zanalizować obecne trudności i niedociągnięcia, wskazać sposoby zaradzenia im, omówić nowe kierunki w technice i metodyce pomiarów, budowie narzędzi mierniczych, metodach kontroli technicznej, dać wytyczne w sprawie szkolenia kadr.

Znakomicie ułatwia spełnienie tych zadań możliwość korzystania z bogatych doświadczeń radzieckich udostępnionych nam, czy to w związku z produkcją podejmowaną na podstawie licencji radzieckich, czy też za pośrednictwem bogatej literatury książkowej i periodycznej.

W tematyce Konferencji znajdują się zagadnienia dotyczące zarówno pomiarowców i pracowników KT, jak konstruktorów i technologów. Działalność bowiem każdego z tych grup pracowników zalega się z sobą ściśle. Podniesienie jakości wymaga ścisłej współpracy wydziału KT z innymi wydziałami. W szczególności technolodzy muszą w większym niż dotychczas stopniu

interesować się zagadnieniami kontroli jakości. Stąd wynikają konkretne wytyczne organizacyjne i techniczne, będące przedmiotem kilku referatów.

Nowe metody pomiarów, w szczególności pneumatyczne i elektryczne, pozwalające osiągnąć dużą szybkość, dokładność i pewność pomiaru, nie znajdują jeszcze dostatecznego rozpowszechnienia w naszym przemyśle. Wskazanie możliwości i zakresu ich zastosowań jest tematem innej grupy referatów.

Zagadnienia jakości powierzchni części maszynowych odgrywają coraz większą rolę w technice w związku ze stosowaniem coraz to większych szybkości i naprężeń elementów maszyn. Łączy się z tym szybki rozwój metod pomiarów chropowatości, których znana różnorodność wymaga pewnej syntezy i wskazania właściwych warunków stosowania. Omawiają te zagadnienia dwa referaty.

Różne specjalne metody pomiarów, niedostatecznie ujęte w istniejącej literaturze, a mające duże znaczenie praktyczne są rozpatrywane w referatach o pomiarze gwintów stożkowych, o pomiarze gwintowników z nieparzystą liczbą ostrzy, o kontroli dokładności ostrzy narzędzi skrawających, o błędach kształtu i położenia, o błędach zarysu zębów kół zębatych itd.

Szereg trudnych zagadnień nasuwa przejście na nowe normy tolerancji i pasowań (OCT) w przemyśle maszynowym. Omówiono je na przykładzie kluczowego przemysłu obrabiarkowego.

Omówione są dalej nowe metody kontroli, w szczególności kontrola statystyczna, która daje piękne wyniki w walce z brakami w Związku Radzieckim i innych krajach, a u nas natrafia przy usiłowaniu jej wprowadzenia na nieprzezwyciężone dotychczas opory.

Różne zagadnienia organizacyjne kontroli technicznej, niedostatecznie opanowane przez przemysł, znajdują wyraz w specjalnej grupie referatów.

Omówiliśmy tu pokrótce niektóre tematy konferencyjne. W bieżącym i następnych zeszytach czasopisma „Mechanik” znajdują czytelnicy również szereg innych, niemniej ważnych prac. Dyskusja, która wyłoni się na ich tle, przyczyni się niewątpliwie do pogłębienia poruszonych tematów i ściślejszego ich powiązania z potrzebami praktyki przemysłowej.

Pozostaje kwestia jak działając poprzez Stowarzyszenie wcielić wytyczne i uchwały Konferencji w życie? Doświadczenie wskazuje, że najlepszą drogą jest aby bezpośrednio po powrocie do swych zakładów Delegaci zorganizowali przy pomocy kół zakładowych SIMP zebrania, na których byłby przedstawiony przebieg Konferencji, streszczone interesujące dane zakładów referaty i rozpatrzone w związku z tym własne zagadnienia. Byłoby pożądane, aby poszczególne zakłady, delegaci i koła zakładowe SIMP systematycznie nadsyłały do Sekcji Metrologii i Mechaniki Precyzyjnej SIMP (albo do redakcji czasopisma „Mechanik”) swoje uwagi i spostrzeżenia na tematy poruszone na Konferencji i komunikowały o przeszkodach i trudnościach napotykanym przy realizacji uchwał, jak również wysuwały nowe zagadnienia, które mogłyby być przedmiotem prac następnej konferencji pomiarowej.

W ten sposób konferencje stałyby się nie dorywczymi akcjami, ale ogólnokrajową instytucją o ciągłym działaniu czuwającą nad sprawą postępu w dziedzinie pomiarów warsztatowych i kontroli technicznej.

PROFESOR HENRYK MIERZEJEWSKI – TWÓRCA NAUKOWYCH PODSTAW POLSKIEJ TECHNIKI POMIARÓW PRECYZYJNYCH

W roku obecnym mija 25 lat od śmierci pioniera polskiej techniki pomiarów precyzyjnych — profesora Henryka Mierzejeńskiego.

Będący wówczas dopiero w zaczątku polski przemysł budowy maszyn wymagał zastosowania nowoczesnych, opartych na badaniach naukowych, metod pomiarów. Ważność tego zagadnienia umiał właściwie ocenić profesor Henryk Mierzejeński i rzucając hasło „unaukowania” przemysłu, przystąpił do opracowywania zagadnień pomiarowych dla potrzeb przemysłowych, opierając się na ścisłych podstawach naukowych.

Profesor Henryk Mierzejeński był założycielem pierwszego w Polsce laboratorium metrologii technicznej, które powstało w r. 1920 przy Politechnice Warszawskiej. Powstałe dzięki niestrudzonej Jego pracy Laboratorium Obróbki Metali i Pomiarów Warsztatowych miało niewiele podobnych sobie w krajach znacznie więcej uprzemysłowionych. Laboratorium to zaspokajało nie tylko potrzeby dydaktyczne, lecz prowadziło również stałe badania naukowe, wykonywane pod kierunkiem prof. Mierzejeńskiego przez asystentów oraz specjalizujących się dyplomantów. Wielką jego zasługą było wychowanie całego zastępu inżynierów praktyków i teoretyków, którzy podjęli z entuzjazmem rzucone przez niego hasło „unaukowania przemysłu”.

Profesor Henryk Mierzejeński, choć niezwykle skromny i nie wysuwający się nigdy naprzód, był człowiekiem wybitnym i niepospolitym. Gruntownie wykształcony, obdarzony umysłem żywym i bystrym, ujmujący głęboko i ciekawie każde zagadnienie, posiadał wybitne zamiłowanie do teorii. Wyszedłszy z twardej szkoły fabrycznej, jako konstruktor umiał jednak łączyć oderwaną od praktyki teorię z tak łatwo przechodzącą w rutynę i rzemiosło technikę.

Zorganizowanie laboratorium pomiarów warsztatowych było zapoczątkowaniem w kraju wytwórczości przyrządów pomiarowych, tak niezbędnych przy wyrobie części zamiennych. W kraju naszym, gdzie nie było pod tym względem żadnych tradycji, tylko w laboratorium można było zapoczątkować ten dział pracy. W ten sposób zostały stworzone nowe na ówczesne czasy typy przyrządów i maszyn pomiarowych jak: warsztatowa maszyna miernicza, nowy typ aparatu projekcyjnego do pomiarów warsztatowych, przyrząd do mierzenia gwintów itp.

W laboratorium prof. Henryka Mierzejeńskiego została podjęta po raz pierwszy w Polsce produkcja płytek wzorcowych. Ci, którzy byli w jego laboratorium, pamiętają na jakiej prymitywnej maszynie, z drewnianym stojakiem, wykonywano wysokiej klasy płytki wzorcowe. Do pomiarów płytek zastosowano nowoczesne sposoby pomiarowe, za pomocą interferencji światła.

Do tego celu zostały zbudowane specjalne przyrządy pomiarowe. W następstwie, produkcja tych przyrządów została przekazana specjalnie do tego celu zorganizowanej fabryce sprawdzianów. Postawienie na należytych poziomach w przemyśle techniki pomiarów precyzyjnych umożliwiło nowoczesną produkcję, opartą na tolerancjach i pasowaniach.

Działalność profesora Henryka Mierzejeńskiego na polu metrologii technicznej przejawiała się również w licznych publikacjach. Na pierwszym miejscu należy postawić fundamentalną pracę pt. „Metrologia techniczna”, która po dziś dzień jeszcze nie straciła swej aktualności. Praca ta ujmując głęboko, po raz pierwszy w Polsce z punktu widzenia teoretycznego i praktycznego zagadnienia: pasowań, narzędzi mierniczych, metod pomiarowych, w szczególności interferencyjnych sposobów pomiarów długości. Książka ta przez długie lata stanowiła jedyny podręcznik dla studiujących te zagadnienia.

Profesor Henryk Mierzejeński, jako przewodniczący Komisji Techniki Warsztatowej przy Polskim Komitecie Normalizacyjnym, był inicjatorem opracowania Polskiego Układu Pasowań i innych prac normalizacyjnych z dziedziny tolerancji. Prace te prowadzone były na takim poziomie, że zyskały rozgłos za granicą i przyczyniły się do powstania międzynarodowego układu pasowań.

Zagadnienia pomiarowe były tylko jednym z wycinków pracy naukowej prof. Mierzejeńskiego, którego główne zainteresowania skupiały się wokół zagadnień, związanych z obróbką metali. Prowadził on trudne, teoretyczne prace nad teorią skrawania, równoległe z wykonywanymi przez niego pracami doświadczalnymi nad tym zagadnieniem. W pracach doświadczalnych wykazywał niesłychane zdolności eksperymentatora. Między innymi, do badań mechanizmu tworzenia się wióra zastosował jako pierwszy na świecie filmowanie procesu skrawania, połączone z jednoczesną rejestracją oporów skrawania i temperatury ostrza.



POSTĘPY METROLOGII WARSZTATOWEJ

1. Ogólne tendencje współczesnego rozwoju metod i środków kontroli wymiarowej

Ogólny wzrost dokładności wyrobów, coraz szersze wprowadzanie zasady zamienności części oraz rozwój produkcji masowej przy użyciu automatycznych obrabiarek, spowodowały konieczność opracowania nowych metod i środków kontroli, dostatecznie wydajnych i dokładnych. Uniwersalne przyrządy miernicze nie mogą na ogół sprostać nowym zadaniom, przede wszystkim ze względu na zbyt małą wydajność oraz niejednokrotnie niedostateczną dokładność pracy i za niską trwałość.

Głównymi metodami umożliwiającymi dostosowanie kontroli do współczesnych wymagań są:

- 1) kontrola wrywkowa oparta na rozważaniach naukowych (statystycznych),
- 2) zastąpienie sprawdzianów przyrządami mierniczymi wskazującymi,
- 3) zastosowanie urządzeń wielokontrolnych, sygnałowych, zautomatyzowanych,
- 4) bieżąca kontrola jakości wyrobu w cyklu produkcji
- 5) zastosowanie urządzeń mierniczo-sterujących na obrabiarkach.

Metody podane wiążą się częściowo ze sobą, np. wprowadzenie kontroli wrywkowej związane jest do pewnego stopnia z zastosowaniem przyrządów mierniczych wskazujących itd.

Zagadnienia kontroli statystycznej, stanowiące odrębny obszerny dział nie będzie tu omawiane.

Przechodząc do omawiania zastąpienia sprawdzianów przyrządami mierniczymi wskazującymi należy podkreślić, że te ostatnie wykazują w stosunku do pierwszych następujące zalety:

- a) zwiększoną pewność pomiaru wobec stałej wielkości nacisku mierniczego;
- b) duży obszar mierniczy przyrządu, pozwalający na zastosowanie do wymiarów nominalnych w szerokim obszarze;
- c) lepsze wykorzystanie pola tolerancji przedmiotu, którego nie zawężają tolerancje wykonawcze samych sprawdzianów;
- d) możliwość sprawdzenia i skorygowania ustawienia wskazującego przyrządu mierniczego w każdej chwili, zmniejsza znaczenie zużywania się go w pracy;
- e) usunięcie nieporozumień między kontrolą i warsztatem, jakie stanowi używanie sprawdzianów o różnym stopniu zużycia.

Przyrządy wskazujące, nazywane ogólnie czujnikami, umożliwiają realizację zasady unikania braków i zapobiegania im, nie zaś tylko rozpoznania i oddzielenia braków od przedmiotów dobrych.

Wybór najbardziej odpowiedniego typu czujnika zależy przede wszystkim od:

- a) rodzaju sprawdzanego przedmiotu (kształtu powierzchni i jej stanu, wielkości przedmiotu i jego materiału, rodzaju wymiaru),
- b) żądanej dokładności pomiaru,
- c) sposobu użycia (pomiaru uniwersalnego czy specjalnego; pojedynczego, seryjnego czy masowego).

Wybór właściwego narzędzia mierniczego jest rzeczą ważną również ze względów ekonomicznych: błędem będzie np. zastosowanie bez potrzeby przyrządów o zbyt wysokiej dokładności.

Ogólnie biorąc, czujnikom stawia się następujące wymagania:

- 1) możliwość szybkiego i dokładnego ustawienia przyrządu na żądany wymiar, trwałość tego ustawienia.
- 2) możliwość przeprowadzenia pomiaru w sposób szybki, dostatecznie dokładny i pewny,
- 3) dostateczna trwałość przyrządu, również w warunkach długotrwałej nieprzerwanej pracy (kontrola produkcji masowej).

Pracując metodą bezdotykową optyczne przyrządy miernicze, tj. mikroskopy i projektory warsztatowe, nie stanowią nowości, lecz ukazujące się ich nowe modele umożliwiają rozszerzenie zakresu zastosowań na dziedziny dawniej nie opanowane (np. do kontroli zarysów łopatek turbin). Coraz częściej stosuje się optyczne urządzenia miernicze bezpośrednio na obrabiarkach.

W celu zaoszczędzenia męczącego wzroku odczytywania wskazań, wprowadzono czujniki sygnałowe i głowice elektrostatyczne, gdzie osiągnięcie granicy tolerancji jest wskazywane sygnałem świetlnym lub dźwiękowym. Umożliwia to około dwukrotne zwiększenie wydajności kontroli.

Automaty kontrolne istniały już od dawna, lecz budowane były jako urządzenia zupełnie specjalne. Dopiero powstanie samoczynnych urządzeń kontrolnych utworowało drogę do bardziej

powszechnej automatyzacji kontroli wymiarowej. Pierwsze rozwiązania konstrukcyjne tych urządzeń o działaniu mechanicznym, odznaczały się małą dokładnością pomiaru; ich zastosowanie ograniczało się do przedmiotów o prostych kształtach i do sprawdzania z reguły jednego tylko wymiaru. Przedmioty segregowano na dobre, podwymiarowe i nadwymiarowe.

W związku z żądaniem jednoczesnego sprawdzania kilku wymiarów przedmiotu powstały automaty, przeznaczone do kontroli drobnych części, wyrabianych masowo na obrabiarkach automatycznych. Automaty te sortują zwykłe części tylko na 2 grupy: dobre i złe. Dokładność pomiaru nie przekracza na ogół 0,005 mm co wystarcza w wielu przypadkach.

Dla wyższych wymagań co do dokładności pomiarów, nikłe przesunięcia końcówki mierniczej nie wystarczają do sterowania mechanicznych urządzeń segregujących. Tutaj znajdują zastosowanie układy miernicze elektryczne z czujnikami, zwierającymi odpowiednie styki.

Żądanie przemysłu segregowania wyrobów na grupy wymiarowe spełniano początkowo przez zastosowanie w urządzeniach odpowiedniej liczby stanowisk mierniczych. Następnie jednak, w drodze do osiągnięcia rozszerzonej uniwersalności, łatwej przystosowalności oraz prostoty budowy i obsługi, okazało się konieczne przejście na system jednego stanowiska mierniczego, co stało się możliwe dzięki skonstruowaniu elektrycznego czujnika stykowego o wielkiej czułości i dokładności, pozwalającego na segregowanie wyrobów np. na 40 grup co 0,002 mm.

Umieszczanie urządzeń mierniczych bezpośrednio przy stanowiskach roboczych jest spotykane coraz częściej. Służą one w tym przypadku do dorywczej kontroli wyrobów w celu kontrolowania ustawienia obrabiarki lub też do bieżącej kontroli poszczególnych przedmiotów.

Urządzenia miernicze mierzące przedmiot w czasie procesu obróbki pozwalają na śledzenie przebiegu obróbki, a więc na najoszczędniejsze wykorzystanie czasu oraz utrzymanie prawidłowych i niezmiennych jej wymiarów. Urządzenia mierniczo-sterujące przejmują ponadto czynności sterowania obrabiarki.

2. Niektóre nowe i ulepszone narzędzia miernicze do pomiarów warsztatowych

Z nowych osiągnięć w dziedzinie wzorców należy wymienić:

a) *Płytki wzorcowe bardzo cienkie*, o wymiarach nominalnych od 0,1 do 0,5 mm ze stopniowaniem co 0,01 mm, wypuszczone niedawno przez radziecki przemysł precyzyjny.

b) *Płytki ze stali nierdzewnej*, wyrabiane przez niektóre wytwórnie.

c) *Płytki z węglików spiekanych*, wyrabiane i dostarczane pojedynczo i w kompletach, jako płytki zwykłego typu *Johanssona* oraz jako płytki *Hoke'a* (kwadratowe z otworem w środku). Płytki te poza odpornością na ścieranie i korozję mają się odznaczać doskonałą przywieralnością.

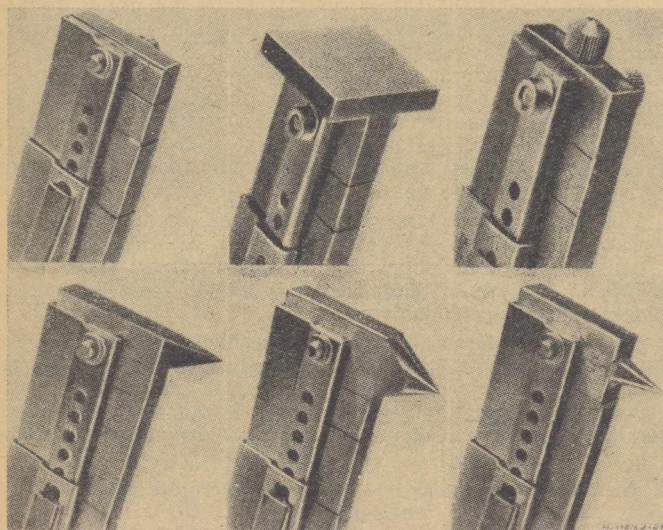
d) *Płytki kwarcowe*. Użyciu kwarcu do wyrobu płytek stały dłuższy czas na przeszkodzie różne trudności natury technologicznej, między innymi trudność usunięcia naprężeń wewnętrznych i uzyskania stabilizacji materiału. Jako surowiec na płytki wchodzi w rachubę kwarc bezpostaciowy, otrzymywany przez przetopienie kwarcu naturalnego (krystalicznego) w temperaturze 1700 °C. Zalety płytek wzorcowych z kwarcu są następujące:

- stałość wymiarów w czasie (stabilizacja wymiarowa);
- współczynnik rozszerzalności ($0,43 \cdot 10^{-6}$) około 25 razy mniejszy niż stali stosowanej na narzędzia miernicze. Dzięki temu odpadają kłopoty z koniecznością utrzymywania temperatury płytek w wąskim obszarze, co jest nieodzowne w przypadku płytek stalowych;
- niewrażliwość na korozję, dzięki czemu odpada konieczność starannej konserwacji i ciągłego mycia płytek. Wystarcza lekkie przetarcie ich gałką przed użyciem do pomiarów;
- mały ciężar wobec małej gęstości kwarcu ($2,2\text{g/cm}^3$). Zmniejszenie ciężaru płytek, zwłaszcza o dużych wymiarach nominalnych, ułatwia operowanie nimi przy pomiarach;
- doskonała przywieralność; poza tym niewrażliwość na korozję umożliwia pozostawienie stosu płytek kwarcowych w stanie przywartym przez dłuższy czas, czego nie należy robić w przypadku płytek stalowych;

— przezroczystość, pozwalająca na łatwe wykrycie wszelkich zanieczyszczeń pomiędzy przywieranymi do siebie powierzchniami, bądź to bezpośrednio (przy większych zanieczyszczeniach), bądź też pośrednio — dzięki zakłóceniom obrazu prążków interferencyjnych. Kvarcowe płytki wzorcowe mogą w pewnych przypadkach spełniać zarazem rolę płytek interferencyjnych, umożliwiając np. jednocześnie sprawdzanie płaskości powierzchni, do których je przykładamy;

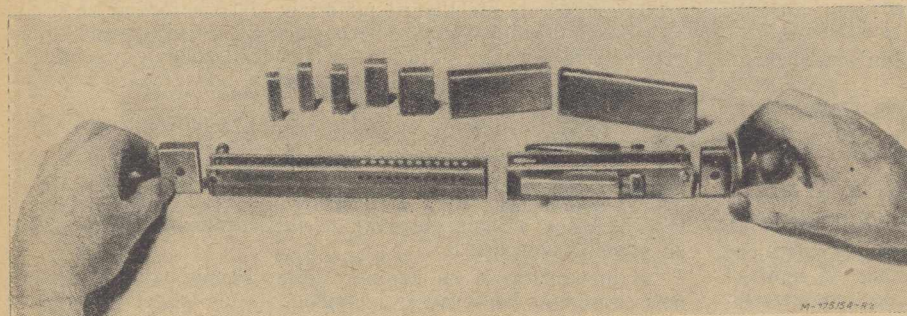
— brak wpływu uszkodzeń mechanicznych na dokładność wymiaru. Płytkę stalową upuszczoną na podłogę nie pęka, lecz potem nie można być pewnym prawidłowości jej wymiarów i kształtu. Płytkę kwarcową, o ile nie pęknie, w takim przypadku jest nadal pełnowartościowa, jeśli zaś pęknie, to po złożeniu obu części jej wymiar całkowity również pozostanie bez zmiany. W płytkach stalowych zarysowaniu powierzchni mierniczych towarzyszy zawsze powstanie wystających ostrych brzegów, zagrażających innym powierzchniom, z jakimi się ona styka. W przypadku płytki kwarcowej powstaje przy porysowaniu tylko wgłębiony rowek bez jakichkolwiek wybrzuszeń w pobliżu brzegów.

Uchwyty i przybory do płytek wzorcowych, obejmujące między innymi nowy typ rozsuwnego uchwytu (rys. 1), oraz cały



Rys. 1

szereg nakładek o różnym przeznaczeniu jak np.: specjalne nakładki podstawowe w kształcie litery T; nakładki z szafirową końcówką kulistą przeznaczone do sprawdzenia otworów; ryśniki, kły itd. (patrz rys. 2). Nakładki mocuje się w uchwycie za pomocą kołków przetykanych przez odpowiednie otwory. Uchwyty wyrabia się różnych rozmiarów, dla składania stosów o długościach do ok. 1830 mm (72 cale), przy czym w razie potrzeby możliwe jest użycie kilku uchwytów jednocześnie dla odtworzenia wymiarów jeszcze większych. Specjalny uchwyt cyrkłowy (rys. 3) umożliwia zastosowanie płytek wzorcowych do dokładnego odmierzenia, trasowania łuków itp.



Rys. 2

Z obszernego działu uniwersalnych przyrządów mierniczych, pracujących metodą dotykową, podamy jedynie niektóre nowości, zasługujące na szczególną uwagę.

Nowoczesne suwmiarki wyrabiane są na ogół ze stali nierdzewnej i całkowicie hartowane. Podziałka główna i noniusza

wykonywana jest na powierzchni matowo chromowanej, co ułatwia odczytania. Powierzchnia ta na przewodnicy jest nieco wgłębiona, ażeby nie stykała się z nią krawędź suwaka. Rozwiązanie takie zabezpiecza przed szybkim ścieraniem się chromu z powierzchni przewodnicy.

Suwmiarke uniwersalną, mającą w swej budowie kilka nowych cech konstrukcyjnych, wyprodukowała niedawno firma Keilpart. Celem tej konstrukcji jest stworzenie narzędzia mierniczego o poprawionych właściwościach, przy jednoczesnym umożliwieniu szybkiego wytwarzania suwmiarek o wysokiej dokładności w produkcji potokowej na taśmie.

Suwmiarka ta odznacza się małym ciężarem (około 95 g w stosunku do ok. 120 g przy dotychczas wytwarzanych suwmiarkach), co oznacza możliwość uzyskania pouzających oszczędności materiału. Mimo tego jednakże ma ona nie ustępować cięższym typom pod względem sztywności i trwałości. Posiada ona szczękę nożową do pomiaru wtoczeń, średnic rdzeniowych gwintów itp., oraz wysuwkę głębokościomierza do bezpośredniego pomiaru głębokości i wymiarów mieszanych. Wysuwka ta daje się zdejmować. Alternatywne wykonanie suwmiarki posiada szczękę ostrzową (górne) skrzyżowane, przeznaczone do pomiarów wewnętrznych.

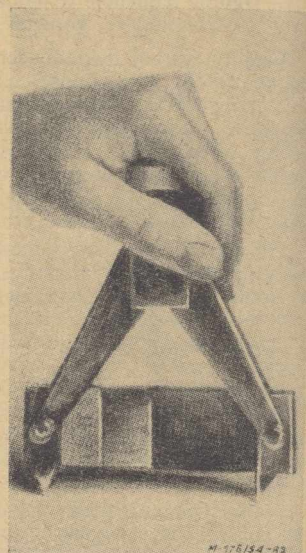
Charakterystyczną cechą opisanej suwmiarki jest kształt przekroju przewodnicy, której wąskie powierzchnie są walcowe (rys. 4). Przewodnice takie szlifuje się z dużą dokładnością na szlifierce do wałków, uzyskując szybko i łatwo gładkie i proste powierzchnie, nie wymagające już żadnej dalszej obróbki. Zużywanie się krawędzi tak wykonanej przewodnicy ma być bardzo nieznaczne: po przesunięciu suwaka na przewodnicy 1 milion razy stwierdzono pogorszenie się równoległości przeciwnych krawędzi zaledwie o 0,004 mm.

Suwak suwmiarki wykonany jest z części połączonych ze sobą śrubami i zabezpieczonych kołkami. Ma to na celu uproszczenie procesów produkcyjnych i ułatwienie uzyskania dokładności wymiarów i kształtów, jaka jest niezbędna dla zapewnienia zamienności suwaków i przewodnic.

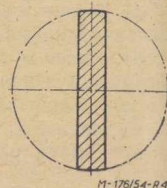
Podziałka wykonana jest metodą fotochemiczną, jako szybszą i prostszą od metody nacinania za pomocą maszyny podziałowej, a dającą kreski i cyfry o doskonałej ostrości i kontrastowości. Obszar mierniczy opisanej suwmiarki wynosi 135 mm, a przekrój przewodnicy 14 × 2,5 mm.

Przechodząc do mikrometrów, mamy do zanotowania stosunkowo nową konstrukcję z urządzeniem do odczytywania niektórych cyfr wyniku pomiaru w okienkach (rys. 5). Urządzenie to posiada szereg bębneków z cyframi na obwodzie, obracanych przez przekładnię zębatą podczas obrotu mikrometru (rys. 6) i ma za zadanie ułatwienie odczytywania oraz zapobieganie ewentualnym omyłkom. Ostatnią cyfrę wyniku odczytuje się przy pomocy noniusza na podziałce obwodowej bębna, przy czym zarówno podziałka główna, jak i noniusz wykonane są na powierzchniach walcowych o tej samej średnicy. Tego rodzaju układ zapewnia całkowite wyeliminowanie możliwości błędu paralaksy przy odczytywaniu. Mikrometry tej konstrukcji są już obecnie wyrabiane przez szereg wytwórni zagranicznych.

W dziedzinie średnicówek mikrometrycznych należy zanotować średnicówkę o 3 tłoczkach mierniczych, rozpychanych jednocześnie stożkowym trzpieniem (rys. 6). Umożliwia ona wykrywanie błędów kształtu otworu w przekroju poprzecznym przez obracanie (tłoczek rozstawia się w nierównych odstępach kątowych). Wytwórcy zalecają użytkowanie tej średnicówki w roli sprawdzianu lub wzorca — do pomiarów porównawczych, przy

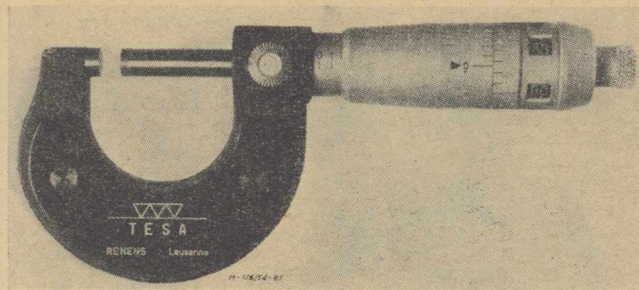


Rys. 3



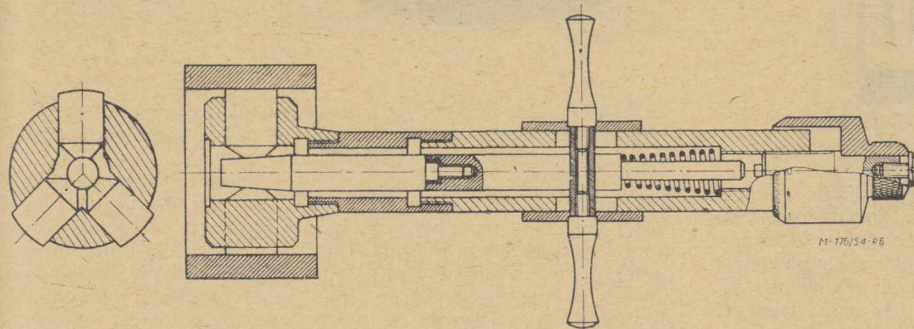
Rys. 4

których osiągalna dokładność dochodzi do $0,2 \mu$. Przy zwykłych (bezwzględnych) pomiarach dokładność odczytania wynosi 1μ . Średnicówka jest dostarczana w różnych wielkościach i kompletach, zawierających również zestawy pierścieni kontrolnych.



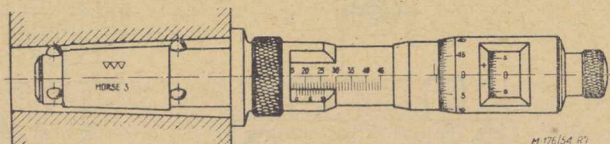
Rys. 5

Działanie średnicówki do stożków (rys. 7) jest oparte na zasadzie pomiaru średnicy stożka na dwóch wysokościach, przy czym płaszczyzną odniesienia jest czołowa powierzchnia przed-



Rys. 6

miotu, o którą średnicówka opiera się swym pierścieniem oporowym. Pierścień ten daje się ustawiać i zakleszczać w różnych położeniach według widocznej na ilustracji podziałki wzdłużnej

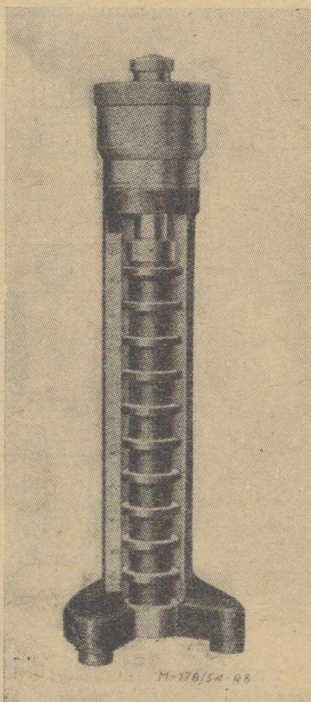


Rys. 7

z noniusem. Przyrząd stanowi właściwie połączenie dwóch średnicówek, każda o 3 punktach styku. Wszystkie końcówki miernicze zaopatrzone są w kulki z węglików spiekanych.

Wysokościomierz mikrometryczny przedstawiony na rys. 8, posiada 11 pierścieni o górnych powierzchniach dokładnie płaskich i dotartych, rozstawionych co 25 mm . Ustawianie wysokościomierza lub odczytywanie wyniku pomiaru odbywa się na podziałce milimetrowej, widocznej z lewej strony trzpienia z pierścieniami, oraz na bębnieku u góry przyrządu, z dokładnością do $0,005 \text{ mm}$. Suma obu odczytów daje nam wysokość górnej powierzchni danego pierścienia ponad powierzchnią podstawy wysokościomierza. Wysokościomierz ten stosuje się do sprawdzania wysokościomierzy suwmiarkowych, dokładnego trasowania, ustawiania narzędzi itp.

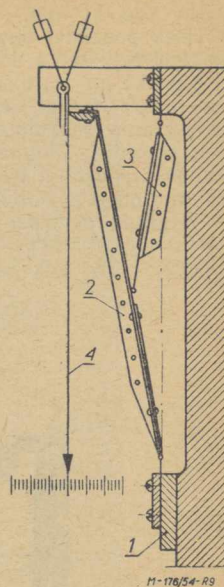
Czujnik mechaniczny podany na rys. 9, skonstruowany został niedawno w Związku Radzieckim. Bardzo prosty mechanizm przekładni czujnika, typu sprężynowo-dźwigniowego, odznacza się niewielkimi stratami wewnętrznymi (na tarcie) i umożliwia uzyskanie dużych przełożeń, dochodzących do 10000.



Rys. 8

Trzpień mierniczy czujnika przesuwany suwak 1, połączony z układem płaskich usztywnionych sprężyn 2 i 3, połączonych ze sobą przegubowo w punkcie M. Ostrze przytwierdzone do końca sprężyny 2 opiera się z kolei o krawędź dźwigni (wskazówki). Przy ruchach trzpienia mierniczego w górę i w dół zachodzą ruchy boczne tego ostrza i co za tym idzie, wychylenia wskazówki. Nierównomierna podziałka skali przyrządu ma obszar mierniczy $\pm 2 \mu$, wartość działki elementarnej wynosi $0,1 \mu$. Nacisk mierniczy wynosi $40 \div 50 \text{ G}$.

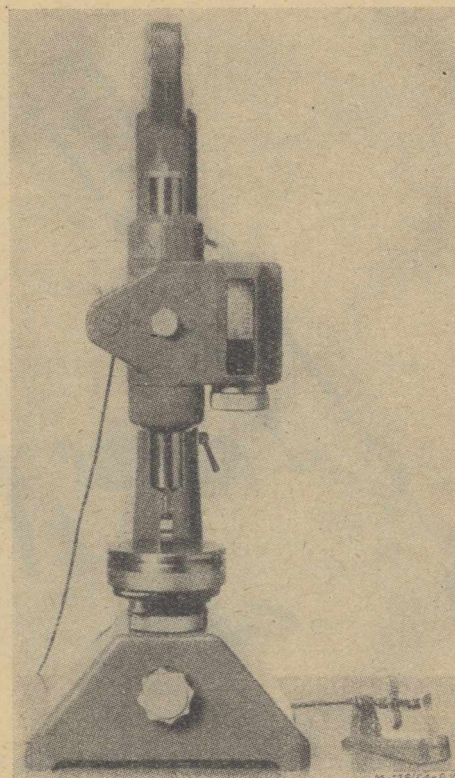
„Ultra-Projektometr” jest to nowy czujnik optyczny produkcji firmy E. Leitz, będący ewolucją znanego już „Projektometru” i odpowiednikiem ultraoptymetru Zeiss. Zamiast okularu czujnik ten posiada urządzenie ekranowe. Obszar mierniczy podziałki wy-



Rys. 9

nosi $\pm 0,025 \text{ mm}$, dokładność pomiarów $\pm 0,02 \mu$. Podobnie jak ultraoptymetr, czujnik ten chroniony jest osłoną przed wpływami cieplnymi. Przesuwanie płytek wzorcowych na stoliku odbywa się za pomocą widełek, a unoszenie trzpienia mierniczego wężykiem (linką Bowdena). Szczególną uwagę zwrócono na ochronę przed wstrząsami, przewidując oddzielną masywną podstawę, na której ustawia się czujnik wraz z osłoną.

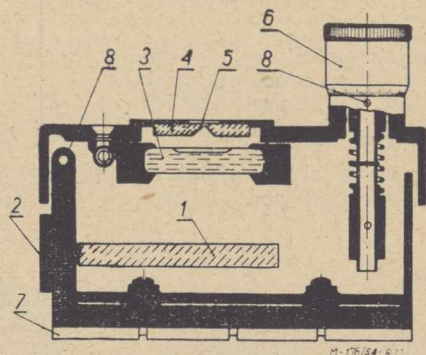
W dziale **maszyn mierniczych** należy wymienić długościomierz pionowy Abbego w nowym wykonaniu firmy Leitz (rys. 10). Jego konstrukcja zawiera kilka ulepszeń. Trzpień mierniczy daje się unosić za pomocą linki Bowdena z odpowiednim chwytem na końcu. Odczytywanie wyniku pomiaru odbywa się, w przeciwieństwie do dawnej konstrukcji, nie przez okular, lecz w dużym okienku urządzenia ekranowego, gdzie ukazuje się noniusz dzie-



Rys. 10

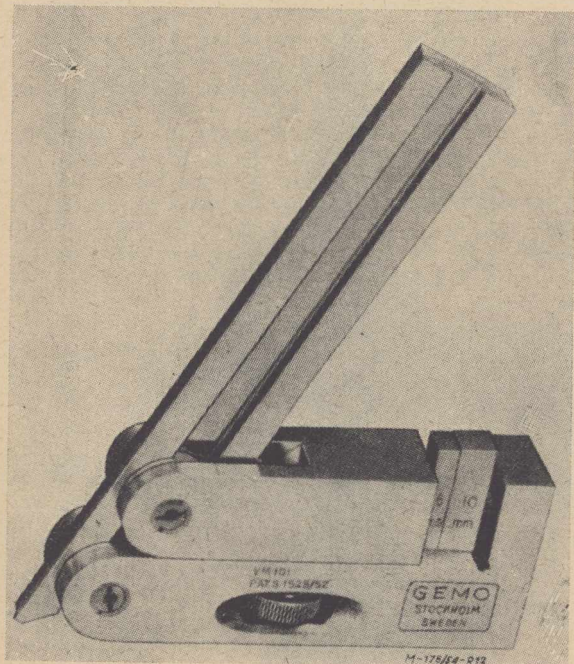
siętny (do 0,1 mm) na tle fragmentu podziałki wzorca, oraz wycinek podziałki obwodowej bębna, połączonego z widoczną na ilustracji gałką do pokręcania. Działka elementarna podziałki bębna ma wartość 0,001 mm. Jak widać, w tym nowym wykonaniu zarzucono tradycyjne i charakterystyczne urządzenie do zwiększania dokładności odczytów — spiralę Archimedes. Obszar mierniczy długościomierza, wynoszący w zasadzie 100 mm (długość podziałki wzorca szklanego), może być zwiększony do 200 mm przez zastosowanie płytki wzorcowej o długości 100 mm.

Z grupy narzędzi mierniczych przeznaczonych do pomiaru kątów metodą dotykową wymienimy przede wszystkim poziomnicę ze śrubą mikrometryczną firmy Huet (rys. 11). Jest ona



Rys. 11

przrządem znacznie udoskonalonym w porównaniu do znanych powszechnie prostych poziomnic starego typu. Charakterystyczną nowością jest zastosowanie w niej układu pryzmatów 4, rzucających dwa przepołowione obrazy końców pęcherzyka powietrza w okienko obserwacyjne 5. Przy pochylaniu poziomnicy oba półkowe obrazy przesuwają się jednocześnie o tę samą wielkość w przeciwnych kierunkach. W wyniku odpowiedniego pochylecia górnej części poziomnicy (osadzonej obrotowo na poziomym czopie 8) przez pokręcanie bębniem 6 śruby mikrometrycznej, doprowadza się owe obrazy do zejścia ze sobą, po czym na podziałce obwodowej bębna można bezpośrednio odczytać wielkość pochylecia płaszczyzny podstawy poziomnicy do poziomu. Jedna działka elementarna podziałki bębna odpowiada pochyleciu 0,01 mm. Rurka 3 poziomnicy jest oświetlona od spodu za pośrednictwem zwierciadła 1, dającego się ustawiać pod dowolnym kątem przez obracanie gałki 2. Obszar mierniczy poziomnicy wynosi ± 10 mm/m.



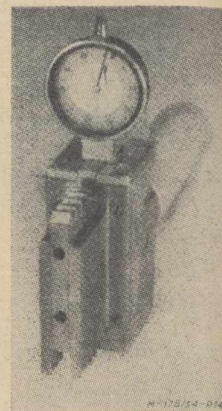
Rys. 12

Przybór do pomiaru kątów firmy Gemo (rys. 12) nie posiada żadnej podziałki, lecz jest przystosowany do dokonywania pomiarów za pomocą płytek wzorcowych. Wymiary stosów płytek,

niezbędnych dla otrzymania żądanych kątów, podaje specjalna tablica, dostarczana razem z przyborem. Osiągalna dokładność ustawiania kątów wynosi $\pm 1'$.



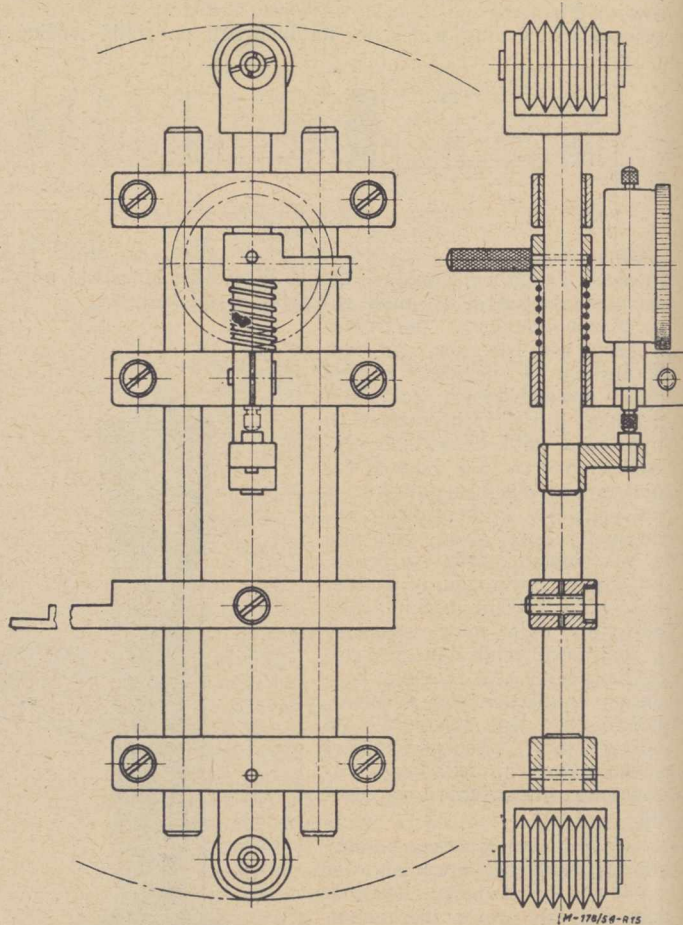
Rys. 13



Rys. 14

Wspomniany przybór jest wykonywany również w nieco odmiennym wariantcie, w którym rolę płytek wzorcowych spełnia śruba mikrometryczna, wbudowana w przybór.

W dziedzinie sprawdzianów należy podać: sprawdzian szczękowy dwugraniczny firmy Cary (rys. 13). Składa się on z kilku części i posiada możliwość dokładnej regulacji położenia szczęk, których powierzchnie miernicze można z łatwością obrabiać (np. docierać) po rozmontowaniu sprawdzianu. Rozwiązanie takie umożliwia lepsze wykorzystanie pola tolerancji przedmiotu sprawdzanego. Sztwna obudowa sprawdzianu jest wykonana z nietłukącego tworzywa sztucznego, zapewniającego dobrą izolację cieplną.

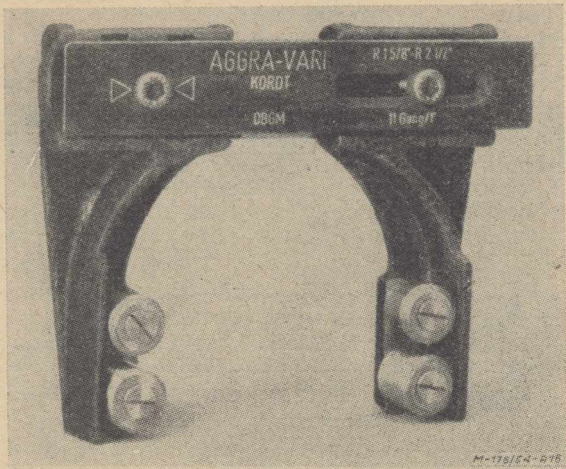


Rys. 15

Rozsuwny sprawdzian czujnikowy do gwintów wewnętrznych (rys. 14) znacznie skraca i ułatwia sprawdzanie, gdyż nie wymaga wkręcania w otwór, dzięki swej środkowej przesuwanej

szczęce, cofającej się po naciśnięciu dźwignienki. Szczęki z zarysem gwintu wycięte są z pełnego sworznia gwintowego. Sprawdzian ustawia się przy pomocy pierścienia wzorcowego. Przy

tań podziałek przesuwu podłużnego i poprzecznego (rys. 20); porównywanie obrazu przedmiotu z rysunkiem wzorcowym jest możliwe przy powiększeniach 10, 20 i 40-krotnym, przy czym



Rys. 16

sprawdzaniu, na tarczy czujnika o działce elementarnej 0,001 mm odczytuje się odchylenie wymiarowe obejmujące łączny błąd skoku, średnicy podziałowej i kształtu zarysu. Sprawdziany te po założeniu gładkich szczęk mogą być stosowane do sprawdzenia gładkich otworów. Jeden komplet szczęk wystarcza do obszaru mierniczego ok. 2 mm.

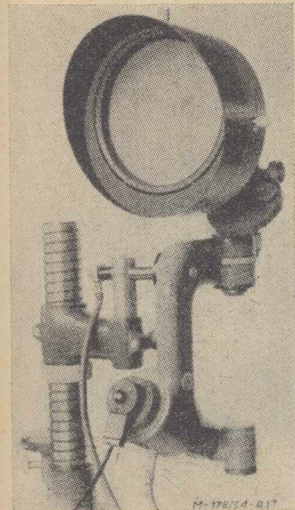
Nastawny sprawdzian typu czujnikowego, z czujnikiem zegarowym (rys. 15) nadaje się do wszelkich gwintów wewnętrznych o średnicach od 180 do 500 mm (krążki miernicze są wymieniające odpowiednio do skoku sprawdzanego gwintu). Krążki są o pełnym zarysie gwintu, ułożyskowane zwyczajnie — bez mimośródów. Jeden z krążków jest osadzony w elemencie przesuwym i dociskany do sprawdzanego gwintu sprężyną, co bardzo ułatwia wprowadzanie sprawdzianu do otworu. Sprawdzian ustawiać można w różny sposób: za pomocą wzorca, metodą 3-walczkową (wg średnicy podziałowej), albo też po prostu przy użyciu zwykłego sprawdzianu szczękowego lub uchwytu z odpowiednim stołem płytek wzorcowych (wg średnicy nominalnej gwintu).

Nastawny sprawdzian czujnikowy do gwintów zewnętrznych (rys. 16) firmy Kordt daje się przestawiać w granicach kilku milimetrów. Górny krążek strony przechodniej jest połączony z trzpieniem czujnika o działce elementarnej 0,01 mm. Ustawianie sprawdzianu odbywa się zasadniczo przy pomocy specjalnego wzorca.

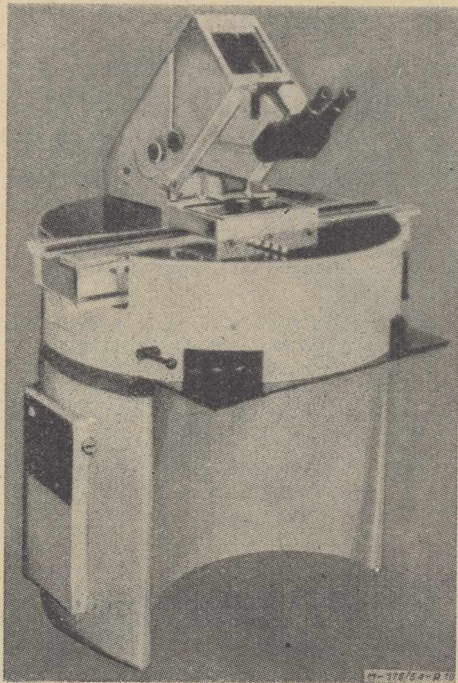
W zakresie przyrządów optycznych do pomiarów długości i kątów omówimy przykłady konstrukcji nowoczesnych mikroskopów i projektorów.

Przykładem optycznego urządzenia mierniczego, przeznaczonego do bezpośredniej kontroli wymiarów i kształtów podczas obróbki, jest nasadkowy mikroskop mierniczy z urządzeniem ekranowym firmy E. Leitz (rys. 17), nadający się szczególnie dla szlifierek. Na dużej matowce (Φ 200 mm) można obserwować obrabiany fragment zarysu przedmiotu i ściernicy, odtworzony w powiększeniu 10, 20, lub 30-krotnym. Na ekranie można napiąć rysunek wzorcowy, wykonany na kalce, bądź też posługiwać się okulariem rewolwerowym z zarysami gwintów, łuków, kątów oraz krzyżami kreskowymi.

Nowy mikroskop uniwersalny firmy Carl Zeiss (rys. 18) wykazuje cały szereg zmian w stosunku do dotychczas przyjętego układu. Odczytywanie charakterystycznych wielkości (przesuw podłużny i poprzeczny, ustawienie kątowne płytki kreskowej, pochylenie osi optycznej, ustawienie stołu obrotowego) odbywa się przez podwójny okular, dający się pochylać dla udogodnienia obserwacji. Poszczególne podziałki nie są widoczne jednocześnie, lecz ukazują się w polu widzenia po naciśnięciu odpowiednich guzików, znajdujących się na pulpicie przyrządu; spiralę Archimedes'a zastępuje nowe urządzenie do zwiększania dokładności odczy-

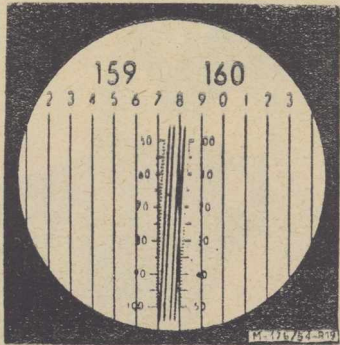


Rys. 17



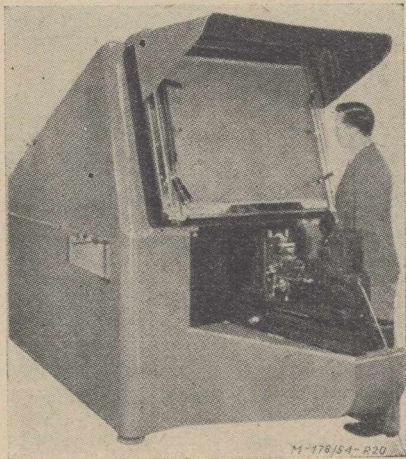
Rys. 18

obrazy przedmiotu i rysunku ukazują się w 2 różnych barwach; mikroskop posiada wbudowane na stałe: urządzenie do podwójnego obrazu (pomiaru odległości otworów), urządzenie projekcyjne oraz urządzenie fotograficzne.



Rys. 19

Wśród projektorów warsztatowych ogólnego przeznaczenia obserwujemy równoległy rozwój konstrukcji projektorów wszelkich wielkości, od małych — stołowych, do bardzo dużych. Te ostatnie osiągają nieraz bardzo okazałe rozmiary, jak np. projektor firmy OMT (rys. 20), przeznaczony specjalnie do zasto-

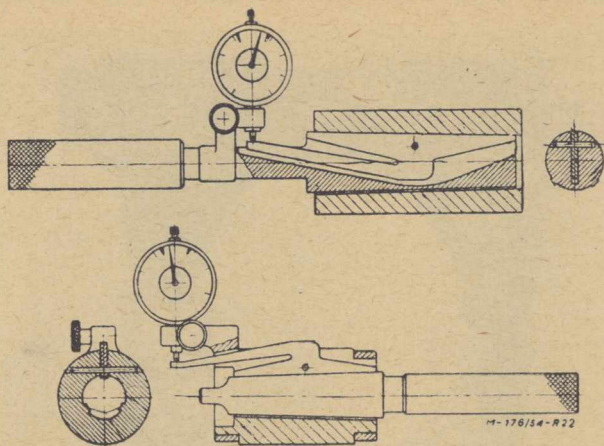


Rys. 20

sowania w warsztacie przy wykańczaniu dokładnych przedmiotów kształtowych. Wykańczanie to ma z założenia odbywać się bez zdejmowania przedmiotu z projektora, który w tym celu wyposażony jest w mocne imadło do przedmiotów, przesuwne w 3 kierunkach. Na solidnym kadłubie projektora, spawanym z blachy stalowej, znajduje się drugie imadło — nieruchome, umieszczone tam po to, aby cięższe prace obróbkowe można było wykonywać bez oddalania się od projektora. Źródło światła stanowi lampa rtęciowa o mocy 250 W. Przełożenie optyczne projektora wynosi ok. 20 i daje się regulować w dość wąskich granicach (około $\pm 2,5\%$). Spośród projektorów o specjalnej konstrukcji na szczególną uwagę zasługują projektory do łopatek turbin. Rozwój turbin gazowych, zwłaszcza zaś lotniczych silników odrzutowych, był bodźcem dla rozwoju tych projektorów (jak zresztą i innych urządzeń kontrolnych, pracujących metodami dotykowymi), których przedstawicielem może być projektor do łopatek firmy Societe Genevoise.

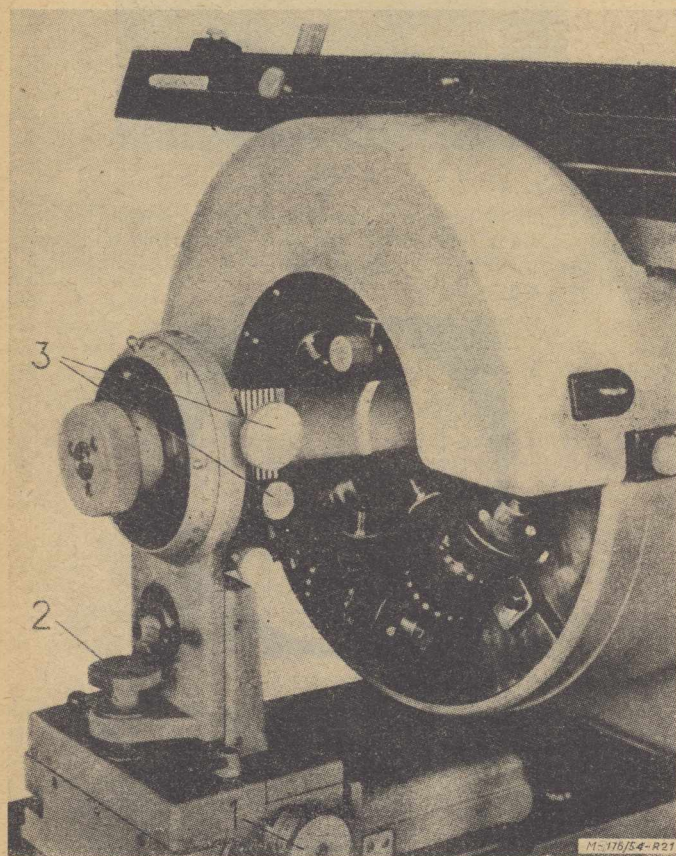
Najbardziej istotny fragment tego projektora, zawierający uchwyt łopatki i układ oświetleniowy, przedstawia rys. 21. Sprawdzana łopatka jest oświetlona przez szereg lamp, ustawionych dookoła niej w jednej płaszczyźnie, prostopadłej do jej osi podłużnej i rzucających na jej powierzchnię wąski pas światła. Światło odbite, po przejściu przez specjalny układ optyczny, pada na szklany pół-przezroczysty ekran projektora, gdzie otrzymujemy wyraźnie zarysowany obraz przekroju łopatki w płaszczyźnie, w której pada na nią światło lamp. Zaletą opisanego przyrządu

nie wykazuje błędów odchylenia tworzącej od prostoliniowości (beczkowatości lub wklęsłości).



Rys. 22

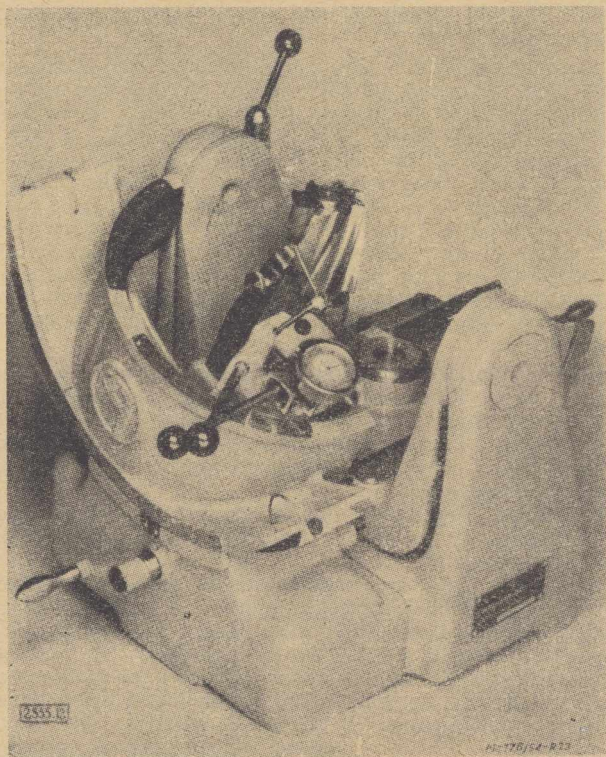
Nowoczesny przyrząd do kontroli frezów walcowych, w którym za jednym zamocowaniem można sprawdzić wszystkie kąty freza oraz wielkość jego bicia pokazuje rys. 23. Wielkości kątów odczytuje się bezpośrednio na odnośnych podziałkach przyrządu, który ma budowę kołyskową. Przyrząd nadaje się do pomiarów



Rys. 21

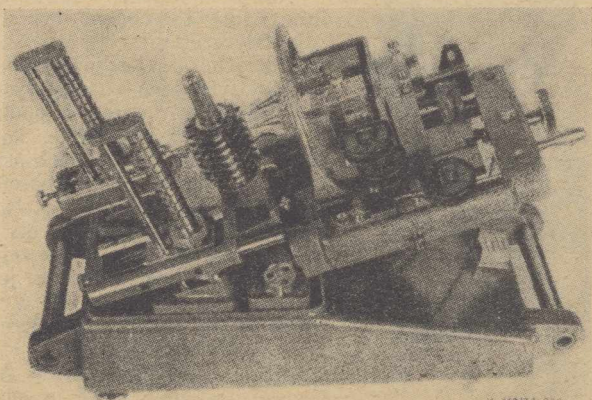
jest dokładne odwzorowanie obu stron oraz wszelkich szczegółów profilu, jak również możliwość przeprowadzania tego rodzaju badań w dowolnych przekrojach łopatki i bezpośredniego określania przy tym wielkości kąta skreślenia. Uchwyt łopatki pozwala na przesuwanie jej w 2 kierunkach oraz obracanie dookoła osi podłużnej.

Z działu przyrządów mierniczych specjalnych należy wymienić sprawdziany czujnikowe do stożków wewnętrznych i zewnętrznych firmy Ziegler, przedstawione na rys. 22. Sprawdzany stożek opiera się na trzech powierzchniach sprawdzianu, z których dwie są stałe, jedna zaś ukształtowana w postaci dźwigni dwuramiennej, dającej się pochylić w pewnych granicach. Wydłużony koniec tej dźwigni styka się z końcówką trzpienia mierniczego czujnika zegarowego, co umożliwia liczbowe ujęcie wielkości odchylenia kąta stożka sprawdzianego od stożka wzorcowego. Oczywiście dokładne określenie błędu kąta stożka za pomocą opisanego przyrządu jest możliwe tylko wówczas, gdy stożek ten



Rys. 23

frezów o średnicach od 10 do 230 mm i o różnych kątach pochylenia linii śrubowej.



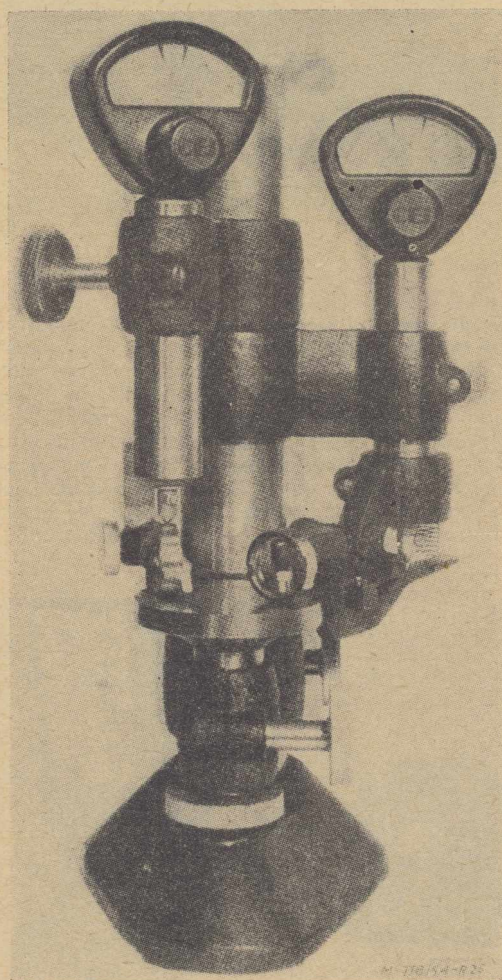
Rys. 24

Duży uniwersalny przyrząd do kontroli frezów obwiedniowych (rys. 24) umożliwia sprawdzanie wszystkich zasadniczych wielkości freza. Sprawdzany frez spoczywa na trzpieniu, opierając się swym ciężarem o odpowiednią powierzchnię oporową u dołu. Wiadoczny z prawej strony układ mierniczy daje się obracać o 120° dookoła osi w przybliżeniu poziomej, co pozwala na badanie freza zarówno w kierunku stycznym do linii śrubowej jak i w kierunku prostopadłym do tej linii. Przy sprawdzaniu bicia frez opiera się o specjalny występ, wchodzący pomiędzy jego zwoje, a więc przy obracaniu przesuwa się jednocześnie w kierunku osiowym.

Podobny przyrząd przeznaczony jest specjalnie do dużych frezów ($m \leq 25$; $D \leq 350$) i służy do sprawdzenia bicia promiennowego i czołowego, odchylenia kierunku powierzchni natarcia zęba od promienia, skoku, podziałki normalnej i rowka, grubości zęba oraz kąta przyporu.

Jak już wspomniano współczesną tendencją jest zastępowanie sprawdzania kolejno poszczególnych wymiarów danego przedmiotu przy pomocy sprawdzianów granicznych przez kontrolę za pomocą przyrządów wskazujących, urządzeń wielokontrolnych i automatyzowanych.

W okresie przejściowym znajdują zastosowanie urządzenia i układy, które pozwalają na usprawnienie przebiegu kontroli przez bardziej racjonalną organizację pracy kontrolera, a więc na przykład przez odpowiednie ułożenie narzędzi kontrolnych w najwygodniejszej kolejności i w dogodnych położeniach, dalej przez zamocowanie ich na jakiejś wspólnej podstawie, zastosowanie stolików obrotowych, podajników itp. Układy wspomnianego typu mogą zawierać zwykle sprawdziany graniczne lub też uniwersalne przyrządy miernicze wskazujące, zazwyczaj czujniki tego czy innego typu. Przykładem tego ostatniego urządzenia jest zespół 2 „Mikrokatorów” na wspólnej podstawie ze stolikiem mierniczym (rys. 25), przeznaczony do kontroli zewnętrznych pierścieni to-

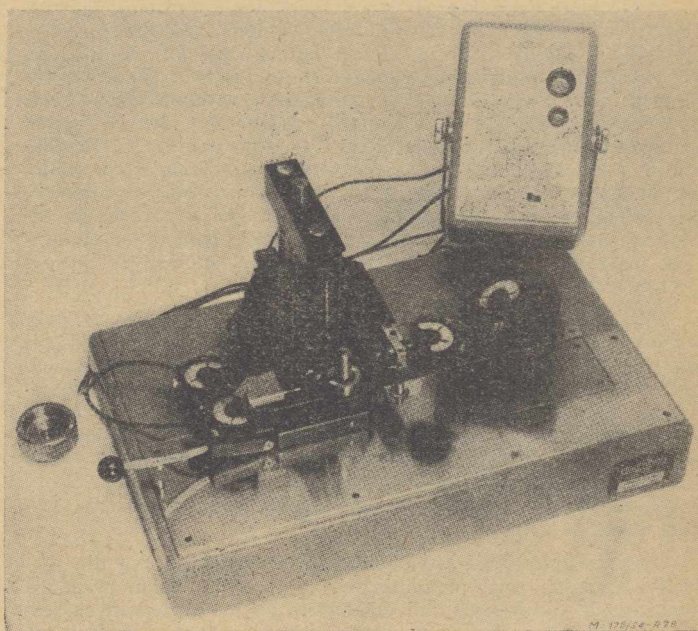


Rys. 25

żysk kulkowych. Trzpień jednego z czujników jest poruszany za pośrednictwem dźwigni dwuramiennej, zaopatrzonej w końcówkę mierniczą, która dotyka wewnętrznej bieżni pierścienia.

Układy kontrolne tego rodzaju nie wystarczają, gdy wchodzi w grę bardzo wielkie liczby przedmiotów o kilku wymiarach podlegających sprawdzaniu, lub średnie ilości przedmiotów lecz

o znacznej liczbie wymiarów sprawdzanych. W tych przypadkach szerokie zastosowanie znalazły urządzenia wielokontrolne, tj. pracujące na zasadzie jednoczesnego sprawdzania szeregu wymiarów przedmiotu, która to zasada stanowi decydujący krok naprzód w rozwoju środków kontroli wymiarowej części.



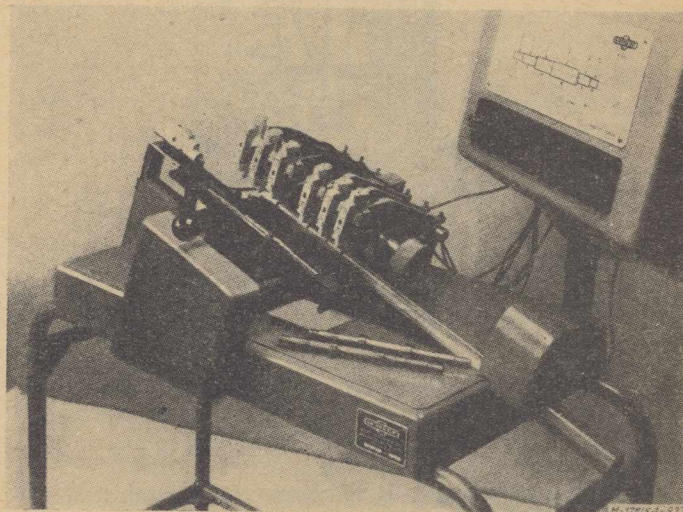
Rys. 26

Urządzenia wielokontrolne oparte są na ogół na zastosowaniu szeregu głowic mierniczych lub elementów czujnikowych, z których każdy ma za zadanie sprawdzanie jednego tylko wymiaru danego przedmiotu. W prostych przypadkach mogą to być zwykle czujniki mechaniczne. Zazwyczaj jednak spotyka się w tych urządzeniach głowice miernicze specjalne dwóch typów:

- a) czujniki z dodatkowymi kontaktami, lub też
- b) głowice elektrokontaktowe.

Głowice pierwszego z tych dwóch rodzajów są to po prostu czujniki, zwykle mechaniczne, zaopatrzone w dwa dodatkowe nastawne kontakty, które ustawia się w punktach, odpowiadających dolnej i górnej granicy sprawdzanego wymiaru. Z chwilą gdy sprawdzany wymiar osiąga lub przekracza jedną z tych granic, następuje zamknięcie odpowiedniego obwodu elektrycznego, zawierającego zwykle barwną lampę sygnałową.

Rys. 26 przedstawia urządzenie wielokontrolne do sprawdzania pierścieni, tarcz lub podobnych części, zbudowane z szeregu dość prostych znormalizowanych elementów: obsad i kabłąków z obsadzonymi w nich czujnikami kontaktowymi. Elementy te mogą być składane w różny sposób, tworząc rozmaite układy miernicze do sprawdzania przedmiotów, różniących się kształtami i wymiarami.



Rys. 27

Przedmiot sprawdzany jest osadzony na trzpieniu wystającym z ramienia, które daje się za pomocą widocznej na zdjęciu ręcznej dźwigni wychylać w bok z położenia roboczego dla założenia i zdjęcia przedmiotu (czynności te wykonywane są ręcznie). Wydajność urządzenia wynosi około 12 sztuk/min.

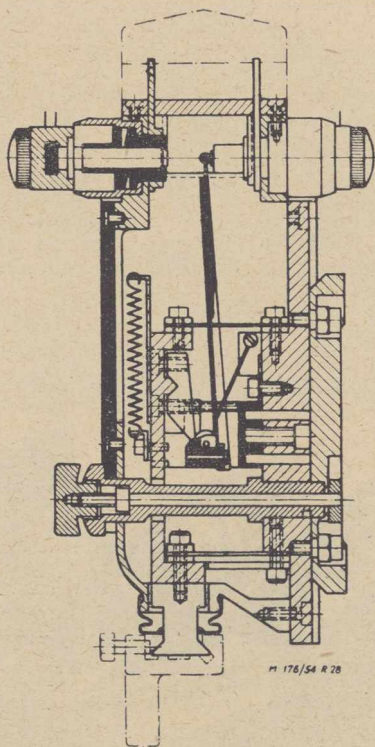
Układ lamp sygnałowych jest w opisanym urządzeniu rozwiązany w ten sposób, iż na widocznej w głębi tabliczce znajdują się tylko 2 lampy zbiorcze. Górna lampa (zielona) zapala się, gdy wszystkie sprawdzane wymiary znajdują się w granicach tolerancji, a więc sygnalizuje, że przedmiot jest dobry. Dolna lampa (czerwona) zapala się wówczas, gdy choćby jeden ze sprawdzanych wymiarów wychodzi poza swe pole tolerancji. Określenie, który z wymiarów jest nieprawidłowy, odbywa się w takim przypadku przez odczytanie wskazań poszczególnych czujników. Na tabliczce z lampami sygnałowymi znajduje się rysunek przedmiotu sprawdzanego z oznaczeniem wymiarów podlegających kontroli oraz z podaniem kolejnych numerów odnośnych głowic mierniczych.

Urządzenie wielokontrolne do sprawdzenia wałków stopniowych przedstawia rys. 27. Po dokonaniu sprawdzenia wałek zsuwa się pochyłą rynną i wpada do skrzynki. Specjalne urządzenie dodatkowe, składające się z zapadki uruchamianej przekaźnikiem magnetycznym, zaczyna działać z chwilą, gdy na tablicy zapali się lampa sygnałowa oznaczająca „brak”. W wyniku tego wałek zostaje zatrzymany, po czym winien być wyjęty z rynny i odłożony na bok w celu szczegółowego sprawdzenia, który z wymiarów jest niewłaściwy. Wydajność tego urządzenia wynosi około 24 szt./min.

Opisane urządzenia wielokontrolne przeznaczone są dla małych i średnich serii przedmiotów, gdy zastosowanie urządzeń kontrolnych specjalnych lub całkowicie automatyzowanych jest nieopłacalne. Przyjęta przy konstruowaniu zasada składania ich z prostych elementów znormalizowanych pozwala na łatwe dostosowanie się do innych rodzajów i wymiarów przedmiotów.

Dla dużych i kosztownych części, wymagających kontroli 100%, są budowane wielkie i złożone urządzenia wielokontrolne.

Przykład konstrukcji głowicy elektrokontaktowej przedstawia rys. 28. Wymienna końcówka miernicza zakładana jest na element, ułożyskowany sprężystością na płaskich sprężynach. Ruchy tego elementu przenoszą się za pośrednictwem połączenia ostrzowego na drugi element i powodują jego obrót, przy czym wydłużone ramię pionowe pochyła się w prawo lub w lewo i w skraj-

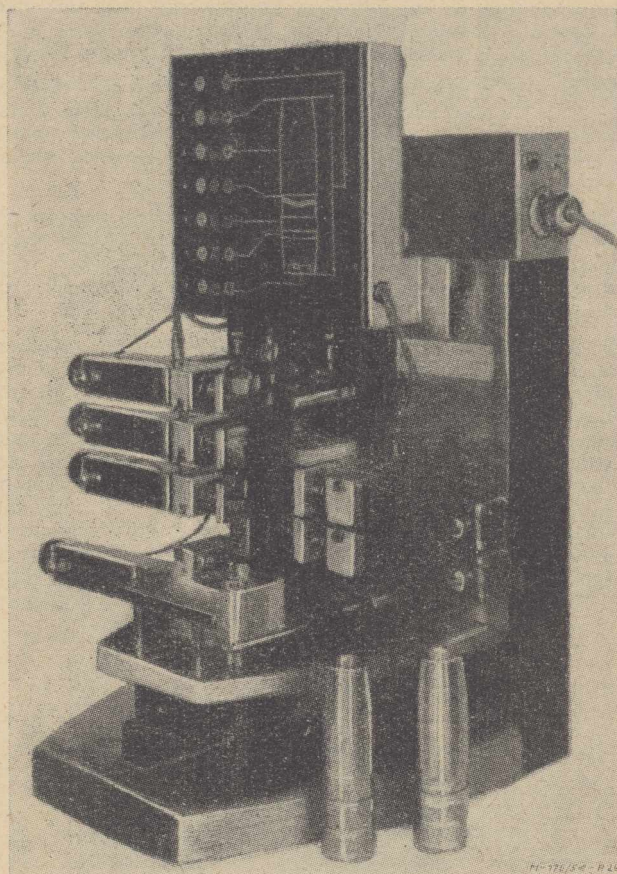


Rys. 28

nych położeniach dochodzi do zetknięcia z 2 stykami, nastawianymi za pomocą śrub mikrometrycznych. Głowica tego rodzaju może być stosowana jako samodzielny element czujnikowy, osa-

dzony na kolumnie z podstawą, lecz najczęstsze zastosowanie znajduje w sygnałowych urządzeniach wielokontrolnych.

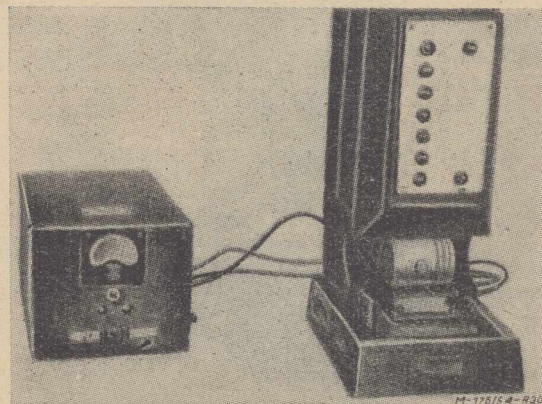
Urządzenia kontrolne z głowicami elektrokontaktowymi do sprawdzania 7 wymiarów przedmiotu pokazuje rys. 29. W tym przypadku zastosowano indywidualne komplety sygnałów świetlnych dla każdej głowicy tj. dla każdego sprawdzanego wymia-



Rys. 29

ru. Urządzenie ustawia się za pomocą 2 przedmiotów wzorcowych, wykonanych odpowiednio według górnej i dolnej granicy tolerancji wszystkich wymiarów. Sprawdzany przedmiot układa się na przesuwnej sanki, widocznej na stoliku w dolnej części urządzenia, po czym przez ich przesunięcie wprowadza się go pomiędzy końcówki miernicze głowicy elektrokontaktowej.

Przyrząd wielokontrolny sygnałowy w wykonaniu zakładów radzieckich „Kalibr” (rys. 30) służy do sprawdzania tłoków silników spalinowych. W przyrządzie sprawdza się stożkowatość tłoków oraz segreguje się je na 5 grup w zależności od wymia-



Rys. 30

ru średnicy, przy czym stopniowanie jest co 0,01 mm. Zasada działania przyrządu jest taka sama, jak poprzednio opisanych. Widzimy, że tu również zastosowano oddzielne lampy sygnałowe dla poszczególnych wymiarów sprawdzanych, ponieważ w przeciwnym przypadku zidentyfikowanie błędnego wymiaru natrafiałoby na trudności.

POMIARY WARSZTATOWE W PROCESIE WYTWARZANIA

Wstęp

Warunkiem wykonania planów produkcyjnych w zakładach przemysłowych według ustalonych harmonogramów jest dobra dokumentacja technologiczna.

Do opracowań technologicznych zaliczamy:

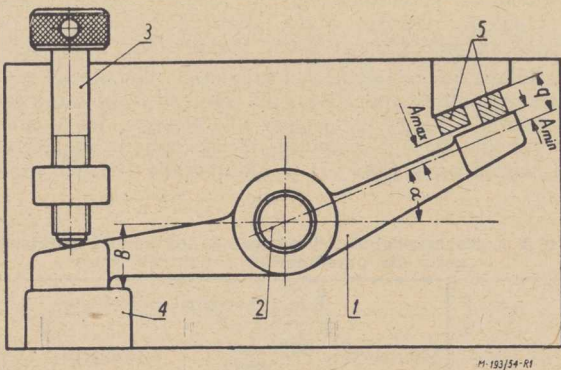
- a) plany obróbki lub montażu
- b) instrukcje obróbki lub montażu
- c) kalkulacje
- d) wykazy materiałów i części normalnych
- e) warunki techniczne
- f) instrukcje odbioru.

Przebieg wytwarzania powinien być zgodny z dokumentacją technologiczną. Jaka dokumentacja technologiczna, wykonawstwo oprzyrządowania i stan obrabiarek — taka jakość produkcji, stopień wykonania planów produkcyjnych i koszty własne produkcji.

Ponieważ o jakości produkcji decyduje również kontrola warsztatowa i ostateczna, powinny więc być one powiązane z procesami wytwarzania. Kontrola warsztatowa sprawdza zgodność wykonania z instrukcją i rysunkiem wykonywanych części produktów po każdej operacji. Kontrola w toku trwania produkcji dokonywana jest przez brakarzy lub kontrolerów warsztatowych, bądź za pomocą sprawdzianów bądź pomiarowych narzędzi uniwersalnych, bądź też na drodze próby pracą (sprawdzanie działania zespołów).

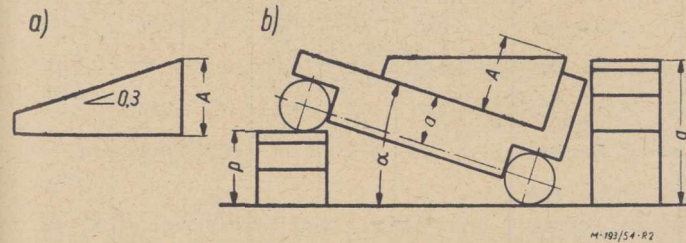
Współpraca kontroli warsztatowej z technologiem w zakresie kontroli sprawdzianowej polega na:

- a) wprowadzeniu do instrukcji roboczych i pomiarowych wspólnych podstaw obróbkowych i pomiarowych,
- b) ustaleniu warunków technicznych odbioru produkcji dla poszczególnych elementów, zespołów i całych wyrobów,
- c) opracowaniu instrukcji używania sprawdzianów specjalnych (w miarę potrzeby z podaniem w instrukcji szkicu pomiarowego (rys. 1),



Rys. 1. Celem dokonania pomiarów dźwigni 1 należy ją założyć na kołek centrujący 2, docisnąć śrubą 3 do bloku oporowego 4 i za pośrednictwem płytek uzupełniających 5 zmierzyć jednocześnie wymiar B, kąt α i wymiar A.

- d) przeliczaniu i określaniu wymiarów zastępczych oraz sposobu wykonywania pomiarów przy ich stosowaniu (rys. 2),

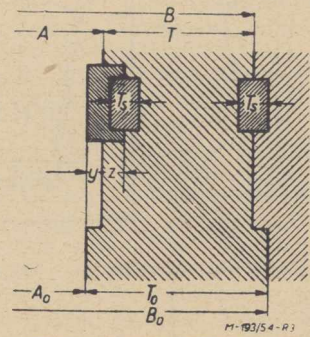


Rys. 2. a — płytka kątowna do pomiarów wielkości A i zbieżności 0,3; b — sinusnica i dwa stosy płytek p i q stanowią sprawdzian kąta $\tan \alpha = 0,3$; $p = 100 - \sin \alpha$; $q = (A + a) \cdot \cos \alpha + r$.

- e) stałym przekazywaniu technologowi uwag dotyczących rysunków, przyrządów i narzędzi.

Sprawdziany w kontroli wielostanowiskowej

Do wymiarowego sprawdzenia produkcji najczęściej stosuje się sprawdziany zwłaszcza dwugraniczne. Nie określają one wymiaru, lecz stwierdzają czy dany wymiar został wykonany w przewidzianych dla niego granicach tolerancji. Dokonywanie pomiarów sprawdzianami jest w większości przypadków proste; polega bowiem tylko na stwierdzeniu czy strona przechodnia przechodzi, a strona nieprzechodnia nie przechodzi przy sprawdzeniu.



Rys. 3. Rozkład pól tolerancji sprawdzianu do otworów

- A i B — graniczne wymiary sprawdzanego otworu (robocze),
- A0 i B0 — graniczne wymiary (odbiorcze) sprawdzanego otworu,
- T — tolerancja otworu (robocze),
- T0 — tolerancja odbiorcza otworu,
- Ts — tolerancja wykonawcza sprawdzianu,
- z — zapas na zużycie,
- y — tolerancja zużycia.

Dokonywanie pomiarów sprawdzianami odbywa się najpierw przez robotnika wykonującego daną operację, po czym produkt kierowany jest do kontroli. Kontrola warsztatowa sprawdzając przedstawiony przez robotnika produkt będzie się także posługiwać sprawdzianem. W praktyce mogłoby się zdarzyć, że sprawdzian, którym posługuje się brakarz, odrzucałby produkty wykonane przez robotnika. Nieporozumienie polega na tym, iż sprawdziany użyte do wykonawstwa i kontroli mogą być dobre, jednak robotnik otrzymał sprawdzian bardziej zużyty od sprawdzianu brakarza. Dlatego też przy wydawaniu sprawdzianów do produkcji należy zwracać uwagę na cechy kwalifikacyjne sprawdzianów po ostatniej okresowej kontroli. Sprawdziany pracując zużywają się i tracą pierwotne wymiary; konstrukcja sprawdzianów przewiduje jednak pewien zapas na zużycie; kontrola okresowa sprawdzianów sprawdza, czy zapas ten nie został wyczerpany. Z chwilą przekroczenia zapasu na zużycie sprawdzian taki zostaje zabrakowany i wycofany z gospodarki narzędziowej. Podczas przeprowadzania okresowej kontroli sprawdziany są selekcyjonowane i odpowiednio oznaczone w kartotekach.

Przy wydawaniu sprawdzianów do działów produkcyjnych należy przestrzegać, żeby najmniej zużyte sprawdziany otrzymywali robotnicy, a najbardziej zbliżone do granicy zużycia — pracownicy kontroli (rys. 3).

Uzgadnianie oprzyrządowania ze sprawdzianami

Przy obróbce bardziej złożonych części zazwyczaj do poszczególnych operacji stosujemy oprzyrządowanie uniwersalne, oprzyrządowanie specjalne używamy tylko wówczas, gdy istnieje tego konieczność ze względu na kształt przedmiotu obrabianego lub dokładność wykonania.

Wykonanie operacji w przewidzianym do tego przyrządzie, posługiwanie się odpowiednim narzędziem i wykonywanie operacji na przeznaczony do tego celu obrabiarkę oraz zachowanie dyscypliny technologicznej nie daje jeszcze pewności, że obrabiane przedmioty zostaną uznane za dobre przez kontrolę. Odrzucenie przez kontrolę lub zakwalifikowanie do naprawy tak wykonanych przedmiotów może być spowodowane przez nie-

uzgodnienie oprzyrządowania i obrabiarki ze sprawdzianami. W takich przypadkach pomiary przedmiotu w warsztacie czy nawet w izbie pomiarów są bardzo pracochłonne i uciążliwe, hamują wykonanie produkcji, powodując chaos w pracy zakładu przemysłowego. Aby tego uniknąć, przed oddaniem oprzyrządowania do eksploatacji należy go uzgodnić z obrabiarką i sprawdzianami co pozwoli robotnikowi na wydajną pracę, brakarzowi na łatwe i pewne pomiary, a dzięki temu na zachowanie

Pomiary na obrabiarkach

Pomiary na obrabiarkach w czasie wykonywania operacji są stosowane najczęściej przy sprawdzaniu oprzyrządowania lub przy sprawdzaniu pierwszej sztuki z wykonywanej partii.

Bardzo często wykonujemy pomiary obrabianego przedmiotu na obrabiarence wtedy, gdy robotnik nie jest pewny swoich pomiarów, a zdjęcie przedmiotu z obrabiarki celem przedstawienia do kontroli uniemożliwia dalszą prawidłową obróbkę (rys. 5 i 6).

Pomiary na obrabiarkach dokonują najczęściej kontrolerzy przy stosowaniu tak zwanej kontroli lotnej, polegającej na wrywkowym sprawdzianiu przebiegu procesów technologicznych na poszczególnych stanowiskach roboczych.

Do typowych pomiarów dokonywanych na obrabiarkach należy zaliczyć sprawdzanie współosiowości otworów, prostości osi otworów, szczególnie przy dużych powierzchniach, sprawdzanie rozstawienia otworów, szczególnie gdy osie otworów przecinają się pod różnymi kątami lub w różnych płaszczyznach.

Osobną grupę pomiarów na obrabiarkach stanowi sprawdzanie ustawienia obrabiarki w tych przypadkach, gdy pomiary sprawdzianami są niemożliwe, albo zbyt pracochłonne np. pomiary skoku freza zataczanego przez sprawdzenie przekładni kół zmianowych na zataczarce albo pomiary powierzchni śrubowej wykonywanej na frezarcie przez sprawdzenie przełożenia kół zębatach.

Należy przy tym zaznaczyć, iż sprawdzanie na obrabiarkach, pomimo iż daje bardzo dobre wyniki, należy stosować tylko przy kontroli lotnej i produkcji jednostkowej, rzadziej w produkcji seryjnej, a nigdy w produkcji masowej.

Pomiary uniwersalnymi przyrządami mierniczymi

Kontroler lub brakarz nie zawsze posiada odpowiednie oprzyrządowanie do dokonania pomiarów przedmiotów produkcji. W takich przypadkach pomiary dokonywane są przy pomocy uniwersalnych przyrządów mierniczych. Do najczęściej używanych przyrządów mierniczych zaliczyć należy: suwmiarki i głębokościomierze, mikrometry, czujniki, płytki wzorcowe, kątomierze, kątowniki, liniały, wzorniki i inne.

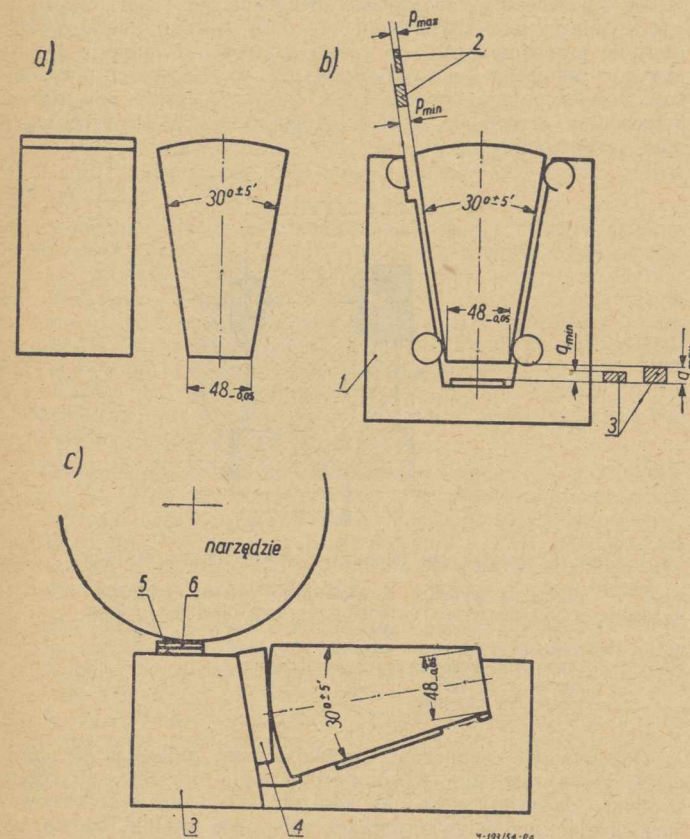
Posługiwanie się uniwersalnymi przyrządami mierniczymi do wykonywania pomiarów warsztatowych wymaga odpowiednio starannie przeszkolonego personelu kontroli technicznej oraz ciągłego nadzoru przez starszego kontrolera odpowiedzialnego za podległą mu grupę brakarzy czy kontrolerów.

W zależności od stopnia dokładności mierzonego przedmiotu starszy kontroler lub kierownik kontroli wspólnie z technologiem ustalają rodzaj przyrządu mierniczego, który ma służyć do wykonania danego pomiaru, biorąc pod uwagę błędy przyrządu mierniczego (tabl. I) i ewentualnie stopień jego zużycia.

TABLICA I. Technologiczna i osiągalna dokładność pomiarów długości dla przedmiotów toczonych (mm)

Długość mm	Rodzaj narzędzia mierniczego						
	Mikrometr		Głębokościomierz		Suwmiarka		Przymiar taśm.
	Dokładność						
	Tech. nol.	Osiąg. gal.	Tech. nol.	Osiąg. gal.	Tech. nol.	Osiąg. gal.	
od 80	0,1	0,02	0,2	0,05	0,2	0,03	$\pm 0,5$
ponad 80 „ 120	0,1	0,03	0,2	0,08	0,2	0,05	$\pm 1,0$
„ 120 „ 260	0,1	0,03	0,2	0,08	0,2	0,05	$\pm 1,0$
„ 260 „ 360	0,1	0,05	0,2	0,1	0,2	0,08	$\pm 1,0$
„ 360 „ 500	0,1	0,05	0,2	0,1	0,2	0,08	$\pm 1,5$
„ 500 „ 1000	—	—	—	—	0,2	0,1	$\pm 1,5$
„ 1000 „ 4000	—	—	—	—	—	—	$\pm 2,0$
„ 4000 „ 10000	—	—	—	—	—	—	$\pm 3,0$

Pomiary wykonywane uniwersalnymi przyrządami mierniczymi powinny mieć zastosowanie w narzędziowniach, warsztatach doświadczalnych, instytutach i w produkcji prototypowej, gdy jeszcze właściwe oprzyrządowanie nie zostało wykonane,

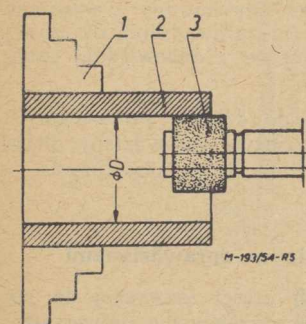


Uzgodnianie sprawdzianów między sobą.

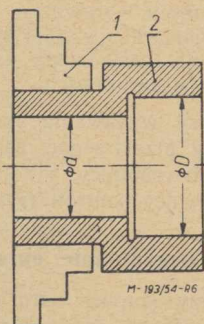
Rys. 4. a — klin zaworu. Należy zmierzyć kąt $30^\circ \pm 5'$ i wymiar $48 \pm 0,05$; b — sprawdzian: 1 — korpus sprawdzianu, 2 — płytki do pomiaru kąta $30^\circ \pm 5'$, 3 — płytki do pomiaru wymiaru $48 \pm 0,05$ mm.

c — przyrząd: 3 — korpus uchwyty, 4 — klin, 5 — płytka oporowa, 6 — płytka nastawcza. Grubości p_{min} i p_{max} płytek 2 należy uzgodnić z tolerancją kąta i porównać z przyrządem.

Grubości q_{min} i q_{max} płytek 3 należy uzgodnić z grubością płytki nastawczej 6 przyrządu.



Rys. 5. 1 — uchwyt szczękowy, 2 — tuleja, 3 — wrzeciono. Średnicę szlifowanej powierzchni D należy zmierzyć na obrabiarence przed zdjęciem przedmiotu dla zapewnienia prawidłowej jego obróbki.



Rys. 6. 1 — uchwyt szczękowy, 2 — tuleja szlifowana. Pomiary średnic d i D oraz sprawdzenie ich współosiowości celem uniknięcia wadliwej obróbki należy przeprowadzić przed odmocowaniem tulei.

wanie rytmu produkcji i wykonanie postawionych zadań. Uzgodnienie oprzyrządowania przez zacieśnianie tolerancji wyrobu lub oprzyrządowania jest błędne i powoduje jedynie zwiększenie kosztów wykonania (rys. 5).

a pomiary można wykonać uniwersalnymi środkami mierniczymi. W produkcji seryjnej i masowej pomiary powinny być dokonywane sprawdzianami, a uniwersalne przyrządy miernicze powinny stanowić tylko uzasadniony wyjątek.

Należy zaznaczyć, iż dla trudniejszych pomiarów przy zastosowaniu uniwersalnych przyrządów mierniczych należy opracować odpowiednią instrukcję.

Pomiary oprzyrządowania

Jak już wspomniano, zasadniczym czynnikiem wpływającym na wydajność i rytmikę produkcji jest oprzyrządowanie. Oprzyrządowanie jest zazwyczaj dostosowane do wytwarzanych przedmiotów oraz przewidziane do określonej obrabiarki. Zdarzają się niekiedy przypadki, że oprzyrządowanie (lub jego część) może być zastosowane do innych przedmiotów lub na innych obrabiarkach.

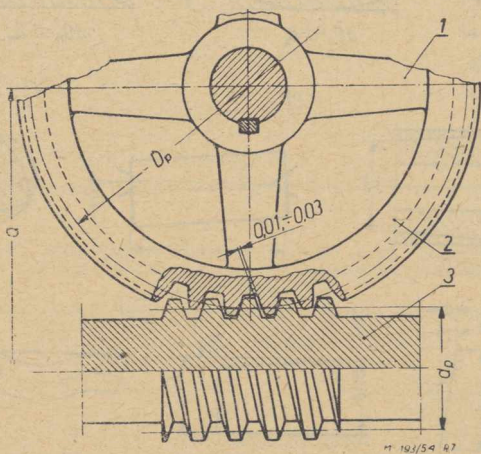
Kontrola narzędziowni sprawdza dokładnie wykonane oprzyrządowanie zgodnie z wymaganiami rysunków, na zasadzie których zostało ono wykonane; jest to kontrola raczej formalna, stwierdzająca pośrednio zgodność wykonanych przyrządów czy uchwytów z rysunkami, lecz niewiele mówiąca o jakości części wykonanej przy zastosowaniu tego oprzyrządowania.

O wartości oprzyrządowania świadczy jakość wykonanej części; dlatego też sprawdzenie oprzyrządowania powinno odbywać się pracą, to znaczy, że w oprzyrządowaniu kierowanym do produkcji należy wykonać jedną lub kilka sztuk przedmiotów w warunkach pracy warsztatowej i tak wykonane przedmioty dokładnie zmierzyć. Oprzyrządowanie jest właściwe, gdy przedmioty wykonane przy jego zastosowaniu odpowiadają rysunkom i warunkom technicznym. Zarówno pomiary bezpośrednie (rysunkowe) jak i wyniki pomiarów części powinny być notowane w kartotece przyrządu i skierowane z odpowiednim protokołem za pośrednictwem gospodarki narzędziowej do wypożyczalni wydziałowej.

Pomiary w produkcji przez dobór części

Produkcja wielu precyzyjnych maszyn, przyrządów i aparatów mierniczych wymaga, aby elementy ich były wykonane bardzo dokładnie pod względem wymiarów i kształtu, a także spełniały warunki wypływające z charakteru współpracy elementów, zespołów i mechanizmów.

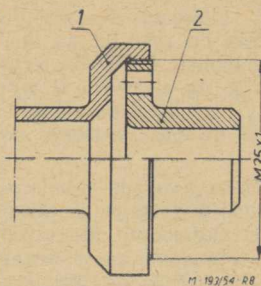
Aczkolwiek tolerancje wykonawcze poszczególnych elementów są stosunkowo niewielkie, to jednak w skrajnym przypadku suma błędów jest tak duża, że konstruktor, aby zachować właściwe warunki działania zespołu podaje tolerancję wynikową na rysunku złożeniowym mechanizmu, jak np. na rys. 7 przedstawiającym przekładnię ślimakową.



Rys. 7. 1 — korpus, 2 — ślimaczница, 3 — ślimak, a — rozstawienie osi, D_p — średnica podziałowa ślimaczni, d — średnica podziałowa ślimaka.

W danym przykładzie mamy w korpusie 1 zespół złożony ze ślimaczni 2 i ślimaka 3, przy czym luz międzyżebny między ślimakiem i ślimacznica został ograniczony przez konstruktora d_0 0,01 ÷ 0,03 mm. Na wielkość tego luzu wpływają: błąd rozstawienia osi ślimaka i ślimaczni, błąd wykonania ślimaczni oraz błąd wykonania ślimaka. Z rysunku konstrukcyjnego wynika, że konstruktorowi nie zależy na zamienności elementów, a głównie na naciśku na prawidłowość ich

współpracy. Jeślibyśmy usłowali zagadnienie prawidłowego współdziałania elementów rozwiązać za pomocą zaopatrzenia wymiarów nominalnych w tolerancje, które by dałyby w efekcie

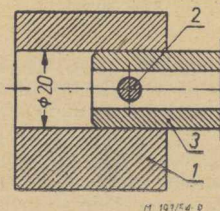


Rys. 8. 1 — korpus, 2 — zawór.

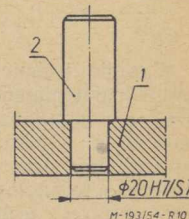
W danym przypadku można zezwolić na wykonanie rozstawienia osi otworów w ślimaczni i ślimaka w korpusie 1 ze stosunkowo dużymi odchyłkami. Po wykonaniu tych elementów należy dokładnie zmierzyć rozstawienie osi otworów w korpusie i średnicę podziałową ślimaczni, aby opierając się na wymiarach rzeczywistych dwóch wykonywanych elementów określić wymiary trzeciego, tzn. ślimaka z tolerancją wykonawczą wynikającą z tolerancji luzu międzyżebnego. Charakterystyczne jest przy tym, że najbardziej zacieśnioną tolerancję zastosowano do wykonania najprostszego elementu, którym jest w danym przypadku ślimak.

Każdy mechanizm składa się z wielu elementów współpracujących ze sobą. Elementy te bywają zamienne i niezamienne. Np. trudno wyobrazić sobie niezamienną łożysk tocznych w mechanizmach gwintów, świec zapłonowych silników spalinowych itp. Są jednak mechanizmy, których zespoły czy elementy nie wymagają zamienności np. śruby pociągowe obrabiarek, wrzeciona przyrządów mierniczych.

Zarówno w pierwszym jak i w drugim przypadku stosuje się oprzyrządowanie o jednakowym charakterze. Różnica w wykonawstwie według przewidzianych procesów technologicznych polega na tym, iż w przypadku przedmiotów nie wymagających zmienności dozwolone jest w niewielkich granicach przekroczenie tolerancji lub zmiana wymiarów — pod warunkiem zachowania pełnej użyteczności wykonywanego wyrobu. Np. średnicę śruby pociągowej wykonano na wymiar 47,2 mm zamiast 48 mm. Ponieważ nakrętka do tej śruby jest prasowana indywidualnie, więc zmniejszenie średnicy zewnętrznej o tę wartość nie ma na pracę zespołu zasadniczego wpływu.



Rys. 9. 1 — korpus, 2 — koleka ustalająca, 3 — tuleja.



Rys. 10. 1 — korpus, 2 — pilot.

W produkcji jednostkowej, gdy czynnik zamienności nie jest brany w rachubę, konstruktor określa przy wykonywaniu oprzyrządowania charakter wymaganego pasowania, nie precyzując wymiarowo obu współpracujących elementów.

Ważnym zagadnieniem dla kontrolera jest poznanie (szczególnie w produkcji oprzyrządowania i prototypów), które wymiary powinny mieć cechy zamienności.

W przykładzie pokazanym na rys. 8 pasowanie gwintu zaworu 2 do korpusu 1 przy produkcji jednostkowej może odbywać się przez wykonanie gwintu z dowolnymi odchyłkami, pod warunkiem uzyskania właściwego połączenia gwintowego. W tym przypadku średnica podziałowa gwintu posiada charakter orientacyjny, co pozwala robotnikowi na pewną dowolność w wykonywaniu gwintu (powiększenia tolerancji wykonawczej jednego z elementów).

Również przy wykonywaniu elementów połączeń nierozłącznych dozwolone są odstępstwa od wymiarów nominalnych pod warunkiem zachowania charakteru pasowania.

Rys. 9 podaje inny przykład. W korpusie 1 przetoczono otwór na wymiar 20,12 mm (zamiast 20,00 mm); aby korpusu nie brakować można wykonać tuleję 3 na wymiar 20,12 mm zamiast na wymiar 20,00 mm zachowując tym samym sułliwy charakter pasowania.

W wielu podobnych przypadkach, dzięki odpowiedniemu poziomowi technicznemu kontroli, wiele zabrakowanych elemen-

tów może zostać włączone do produkcji, jako materiał pełnowartościowy.

W praktyce technolog opracowując dokumentację warsztatową dla produkcji jednostkowej, w przypadkach nie wymagających zamienności, skreśla zazwyczaj tolerancje i zastępuje je odpowiednią uwagą. Nn. w odniesieniu do rys. 10, na którym konstruktor określił pasowanie symbolem 20H7/s7, technolog określa symbol $\phi 20H7$ zostawiając na elemencie 1 wymiar 20 bez tolerancji (jako swobodny), a następnie skreśla symbol $\phi 20s7$ pisząc przy elemencie 2 uwagę: „wtłoczyć do korpusu”.

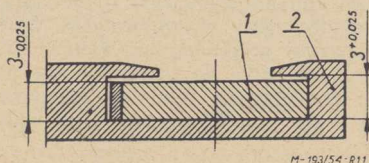
Jak z podanych uwag wynika, określoną swobodę wymiarowego wykonywania należy stosować przede wszystkim do otworów jako elementów trudniejszych i wymagających droższych narzędzi; wałki współpracujące z tymi otworami są wówczas wykonywane, po zmierzeniu otworów, na określone wymiary zapewniające żądany rodzaj pasowania.

Z opisanych przykładów wynika duże znaczenie pomiarów warsztatowych jako pomocniczego czynnika produkcji w narzędziowniach, warsztatach remontowych, warsztatach doświadczalnych i małych zakładach przemysłowych.

Korzyści ekonomiczne osiągane na tej drodze odnoszą się do: przedłużenia żywotności normalnych narzędzi wymiarowych (np. rozwiertaków, gwintowników itp.) przez dopuszczenie przekroczenia ich granic zużycia, ułatwienia pracy robotnikowi, zmniejszenia ilości braków i zmniejszenia zapasów narzędzi normalnych i specjalnych.

Pomiary przy stosowaniu wymiarowej selekcji części

Podstawą do wykonania jakiegokolwiek produktu jest rysunek. Podstawą odbioru technicznego (kontroli ostatecznej) jest rysunek i warunki techniczne odbioru. Na ogół rysunek niedostatecznie określa przebieg procesu wytwarzania.



Rys. 11. 1 — prowadnica suwmiarki, 2 — suwak.

Warunki techniczne w oparciu o rysunek rozwijają wymagania uzupełniające rysunek, lecz sprawa wykonawstwa jest przez nie pomijana. Pozostają więc pewne niedomówienia, utrudniające uzyskanie pełnowartościowego produktu przy jak najmniejszej pracochłonności. Usunięciem tych niedomówień obarczono technologa i kontrolę. Technolog przy wydanej pomocy kontroli technicznej opracowuje odpowiednią instrukcję uzupełniającą rysunek i uwzględniającą wymagania warunków technicznych.

Rozpatrzmy przykład z produkcji suwmiarek (rys. 11). Warunkiem prawidłowej pracy suwmiarki jest płynne przesuwanie się suwaka po prowadnicy 1. Konstruktor określił na rysunku wymiar gniazda suwaka jako $3 + 0,025$ mm, a grubość prowadnicy jako $3 - 0,025$.

Przyjmując, iż elementy suwmiarek są zamienne, otrzymamy przy montażu (kojarząc z sobą elementy wykonane z różnymi odchyłkami) następujące przypadki:

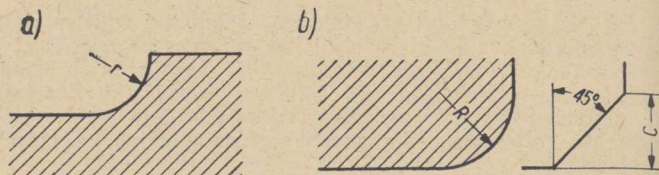
a) Gniazdo wykonano na wymiar 3,000 mm — prowadnicę na wymiar 3,000 mm. Suwak będzie się przesunąć po prowadnicy bardzo ciężko, nie spełniając warunków odbiorczych.

b) Gniazdo wykonano na wymiar 3,025 mm. Prowadnicę na wymiar 2,975 mm. W danym przypadku otrzymamy luz równy 0,05 mm. Jest on wprawdzie teoretycznie dopuszczalny, jednak praktycznie za duży w stosunku do wymagań warunków odbiorczych: powinien wynosić wg danych praktycznych $0,01 \div 0,03$ mm.

Rozpatrzmy poruszone zagadnienia od strony technologicznej i ekonomicznej. Wykonanie gniazda suwaka z omówioną dokładnością przez frezowanie lub przeciąganie, przy zachowaniu istniejącej konstrukcji, nastręcza duże trudności. Występuje przy tym dość szybkie zużywanie narzędzi; zniekształcenia gniazda występujące po obróbce cieplnej również utrudniają utrzymanie założonej tolerancji. W rezultacie otrzymujemy proces wytwarzania trudny i kosztowny.

Aby temu niewłaściwemu zjawisku zapobiec należałoby ustalić wymiar gniazda suwaka na $3 \pm 0,06$ mm. Pozwoli to na

prawie pięciokrotnie większe wykorzystanie narzędzi i wydajne zmniejszenie ilości braków. Suwaki z całkowicie wykonczoneymi gniazdami należałoby skierować do kontroli celem dokonania selekcji wymiarowej co 0,02 mm i podzielenia całej partii na odpowiednią ilość grup; do każdej grupy należy wtedy wykonać na odpowiedni wymiar określoną ilość prowadnic i skierować je razem do montażu, gdzie już bez żadnych trudności następuje składanie, zapewniające płynność ruchu suwaka po prowadnicy.



Rys. 12.

W obydwu przytoczonych przykładach, z których jeden był wzięty z produkcji jednostkowej, a drugi z wielkoseryjnej, okazało się, iż możemy otrzymać podniesienie stopnia zamienności oraz wysoką dokładność wykonywanych przedmiotów przy aktywnej współpracy kontroli warsztatowej i działu technologicznego.

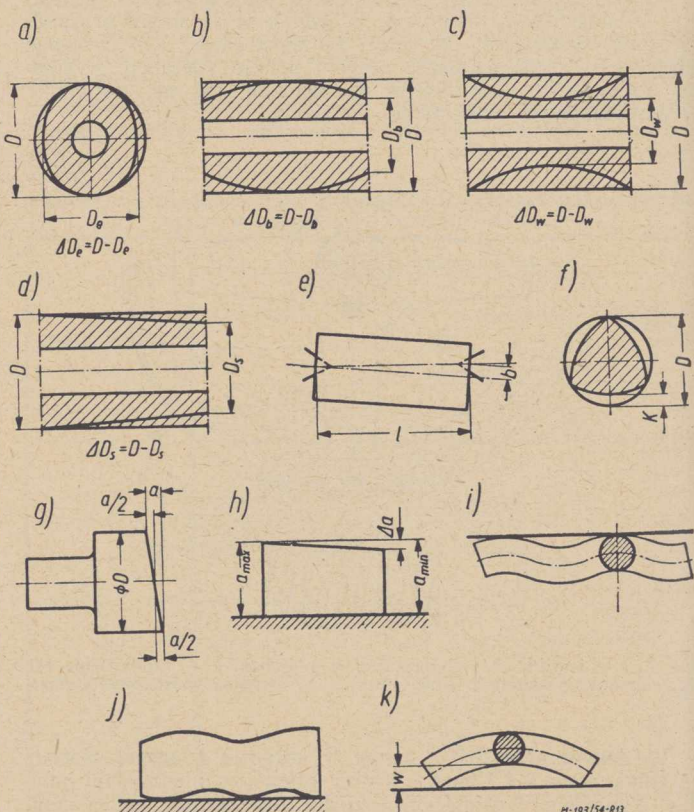
Przykładem powszechnego stosowania selekcji wymiarowej jest produkcja łożysk tocznych.

Jakość łożysk tocznych, poza innymi czynnikami, zależy w dużej mierze od kontroli warsztatowej i dokładności pomiarów. Rysunki i warunki techniczne przewidują dość ciasne tolerancje.

W produkcji łożysk stosuje się wykonywanie bieżni pierścienia zewnętrznego, bieżni pierścienia wewnętrznego i elementów tocznych z dość dużymi odchyłkami w stosunku do dokładności łożyska. Po całkowitym wykonaniu elementów, przed montażem są one dokładnie mierzone i selekcjonowane na grupy, np. kulki — co 0,001 mm, po czym łożyska są składane z części z odpowiednio dobranych grup.

Do pomiarów selekcyjnych używa się na ogół w omawianym przypadku urządzeń automatycznych lub półautomatycznych.

Pomiary metodą selekcyjną mają szczególne znaczenie w produkcji masowej, gdy chodzi o podwyższenie stopnia zamienności przez zmniejszenie tolerancji pasowania, trudne do osiągnięcia w inny sposób.



Rys. 13. Błędy kształtów powierzchni:

a — owalizacja, b — boczność, c — wklęsłość, d — stożkowatość, e — mimośrodkowość, f — graniastłość, g — nieprostokątność powierzchni czołowej do osi, h — nierównoległość, i — nieprostokąt (falistość), j — niepłaskość, k — wygięcie.

TABLICA II. Odchyłki wymiarów nietolerowanych (swobodnych) — mm

Wymiar nominalny	Grupy odchyłek					
	I		II		III	
	symetr. ±	asymetr. + lub -	symetr. ±	asymetr. + lub -	symetr. ±	asymetr. + lub -
ponad 1 do 6	0,1	0,2	0,2	0,4	0,3	0,6
6 „ 18	0,2	0,4	0,3	0,6	0,4	0,8
18 „ 50	0,3	0,6	0,4	0,8	0,6	1,2
50 „ 120	0,4	0,8	0,6	1,2	0,8	1,6
120 „ 260	0,5	1,0	0,8	1,6	1,0	2,0
260 „ 500	0,6	1,2	1,0	2,0	1,5	3,0
500 „ 800	0,8	1,6	1,2	2,4	2,0	4,0
800 „ 1250	1,0	2,0	1,5	3,0	2,5	5,0
1250 „ 2000	1,5	3,0	2,0	4,0	3,0	6,0
2000 „ 3150	2,0	4,0	3,0	6,0	5,0	10,0
3150 „ 5000	3,0	6,0	5,0	10,0	8,0	16,0
5000 „ 8000	5,0	10,0	8,0	16,0	12,0	24,0
8000 „ 10000	7,0	14,0	11,0	22,0	18,0	36,0

Do grupy I należą przedmioty: toczone, frezowane, piłowane
Do grupy II należą przedmioty: cięte na piłach, odlewy piaskowe, odkucia matrycowane
Do grupy III należą przedmioty: spawane, zgrzewane, kute swobodnie.

TABLICA III. Odchyłki promieni zaokrągleń lub ścięć dla przedmiotów obrabianych (rys. 12) — mm

Zarys wklęsły (wewnętrzny) — rys. 13a											
Promień r	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0 6,0	8,0	10,0
Tolerancja T_r	— 0,2				— 0,5			— 1,0		— 2,0	
Zarys wypukły (zewnętrzny) lub ścięcie — rys. 13b											
Wymiar R lub C	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	8,0	10,0	12,0
Tolerancja T_R lub T_C	+ 0,2				+ 0,5			+ 1,0		+ 2,0	

- a) czy konstrukcja spełnia swe zadanie,
b) czy wszystkie czynności w procesach technologicznych są potrzebne,
c) czy żądana dokładność musi być zachowana,
d) czy nie można uprościć pomiarów,
e) czy można zwiększyć wydajność kontroli.

TABLICA VIII. Odchyłki na biele otworów cylindrycznych

Zakresy średnic mm		Odległość między sprawdzanymi przekrojami mm										
		do 200			ponad 200 do 400			ponad 400 do 600				
		klasy dokładności										
		1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Odchyłki w mikronach												
od	1	do	3	5	8	10	5	10	15	10	10	20
ponad	3	„	6	8	10	15	8	10	20	10	15	25
„	6	„	10	8	10	15	10	15	25	15	20	30
„	10	„	18	8	10	20	10	15	30	15	25	30
„	18	„	30	10	15	25	15	20	35	20	30	50
„	30	„	50	10	15	30	15	20	45	20	35	60
„	50	„	80	15	20	35	20	25	55	25	40	70
„	80	„	120	15	25	40	20	30	65	30	45	80
„	120	„	180	20	30	45	25	35	75	35	55	90
„	180	„	260	20	35	55	30	40	80	40	65	110
„	260	„	360	25	40	65	35	50	105	45	75	130
„	360	„	500	30	45	85	40	60	120	50	85	150

Pomiary warsztatowe w działach produkcyjnych, w narzędziowni, okresowej kontroli narzędzi, czy izbie pomiarów oddziałują wybitnie na rytmikę i harmonię produkcji, koszty własne i wykonawstwo planów produkcyjnych.

Praca kontroli przy sprawdzaniu otworów, wałków gładkich i gwintowych, otworów i trzpieni stożkowych lub wiele innych elementów, nie przedstawia większych trudności. Inaczej przedstawia się sprawa przy wykonywaniu i kontroli wymiarów nietolerowanych (swobodnych), które mogą być różnie interpretowane przez konstruktora, technologa, wykonawcę i odbiorcę.

TABLICA IX. Odchyłki na biele wałów — mm

Wały transmisyjne					
Średnica wału	Długości wałów				
	do 500	ponad 500 do 1000	ponad 1000 do 2000	ponad 2000 do 4000	ponad 4000 do 6000
do 30	0,03	0,05	0,10	—	—
ponad 30 do 50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50
„ 50 „ 80	0,04	0,06	0,10	0,15	0,30
„ 80 „ 120	0,06	0,08	0,10	0,15	0,20
Wały kół zębatych			Wały szybkobieżne		
Średnica wału	Stopień dokładności kół zębatych			Dokładność	
	1	2	3	Prędkość obrotowa obr/min.	norm. podwyższona
do 80	0,01	0,02	0,05	do 200	0,08 0,03
ponad 80 „ 120	0,02	0,03	0,08	ponad 200 do 1000	0,05 0,02
„ 120 „ 260	0,02	0,05	0,10	„ 1000 „ 3000	0,03 0,01
				„ 3000 „ 10000	0,01 0,005

Praktyka wymaga znormalizowanego postępowania w tych przypadkach. Niektóre zakłady ustalają we własnym zakresie,

TABLICA X. Dopuszczalne odchyłki kątów nietolerowanych

Zastosowanie	Dopuszczalne odchyłki	Długość ramienia sprawdzanego kąta											
		ponad 0 do 6	ponad 6 do 10	ponad 10 do 18	ponad 18 do 30	ponad 30 do 50	ponad 50 do 80	ponad 80 do 120	ponad 120 do 180	ponad 180 do 260	ponad 260 do 360	ponad 360 do 500	
Do przedmiotów obrabianych przez skrawanie, kutej na zimno, odlewanych pod ciśnieniem lub w kokilach, materiały plastyczne prasowane i ceramiczne wykonywane z dokładnością wg 7 klasy OCT	w stopniach	1°30'	1°30'	1°15'	1°0'	0°45'	0°30'	0°15'	0°15'	—	—	—	
	mm	0,12	0,20	0,30	0,35	0,45	0,50	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	
Do przedmiotów kutej na gorąco w matrycach i swobodnie, odlewanych w piasku wykonywanych z dokładnością wg 9 klasy OCT	w stopniach	4°	3°30'	2°30'	2°0'	1°30'	1°0'	0°45'	0°30'	0°20'	0°15'	0°15'	
	mm	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,4	1,6	1,8	

Dla ramienia sprawdzanego kąta większego od 500 mm odchyłkę kąta należy przyjąć równą $\pm 0°15'$.

Pomiary warsztatowe a normalizacja

Obowiązkiem kontroli jest czuwanie, aby normalizacja była stosowana i przestrzegana w praktyce. Poza tym organa kontroli technicznej jako najbardziej kompetentne i zainteresowane powinny brać czynny udział w inicjowaniu i opracowywaniu norm.

W zakres produkcji maszynowej i narzędziowej wchodzi:

- normy materiałów (przekroje i gatunki)
- normy materiałowe ilościowe
- normy procesów technologicznych
- normy przyrządów i ich elementów
- części normalii warsztatowych
- normy rysunków i ich oznaczeń
- normy narzędzi
- normy obrabiarek
- normy czynności
- normy tolerancji i pasowań
- normy sprawdzianów i przyrządów pomiarowych i innych.

Zastosowanie normalizacji na całym odcinku życia gospodarczego jest rękojmnią właściwego kierunku walki o zmniejszenie kosztów własnych.

że wymiary nietolerowane będą wykonywać w jednej z ostatnich klas dokładności układu tolerancji średnic. Inne stosują specjalne tablice do tego celu, jak np. tabl. II.

Kontrola wymiarów i kształtów wytworzonych przedmiotów nie wyczerpuje dziś zadań wymiarowej kontroli produkcji. Ostatnie lata dały obfity materiał zezwalający również na dokonywanie oceny wykonania pod względem gładkości powierzchni, której wpływ zarówno na własności wytrzymałościowe, jak i na charakter współpracy części jest bardzo duży.

Opracowane ostatnio normy gładkości wprowadziły podział obrabianych powierzchni na 14 klas. Do sprawdzenia i kwalifikowania powierzchni do odpowiedniej klasy służą bądź wzorce gładkości, bądź też różnorodna aparatura specjalna.

Gładkość powierzchni jest dziś tak samo określana przez konstruktora, jak wymiary projektowanych elementów. Ustalone przez konstruktora wymagania gładkości muszą być sprawdzone przez kontrolę techniczną, której zadaniem jest również wymaganie, by rysunki były w sposób zgodny z normami zaopatrzone w oznaczenia gładkości.

LITERATURA

- B. E. Brutlein, W. U. Demetlew. „Tokarnoje dielo”.
Busch, Kahler. „Feinstarbeit, Rechnen und Messen im Lehrnvorrichtungen und Werkzeugbau”.
Dr. Witold Kasperowicz. „Mechanik precyzyjny”.
Klingenberg. „Technisches Hilfsbuch”.
A. F. Lesochin. „Dopuski i techniczskie izmierenia”.
B. D. Miagkow. „Dopuski i posadki”.
A. M. Wiedmidskij. „Technologie proizvodstva izmeritielnych priborow”.
„Sprawocznik instrumentalszczika”.

TECHNIKA KONTROLI PRODUKCJI MASOWEJ

1. Cele i zadania

Nowoczesne metody wytwarzania, szczególnie w produkcji masowej, osiągnęły wysoką doskonałość i zdecydowanie wyprzedziły metody kontrolowania, które nawet w krajach wybitnie uprzemysłowionych wyraźnie pozostały w tyle za rozwojem techniki procesów produkcyjnych. Rewolucyjne niekiedy usprawnienia sposobów obróbki części maszyn, szerokie stosowanie wydajnych wielowrzecionowych i wielonarzędziowych obrabiarek, półautomatów i automatów, przy jednoczesnym wprowadzeniu systemu potokowej produkcji, wielowarsztatowa obsługa oraz nowoczesne formy socjalistycznego współzawodnictwa prowadzą do nieustannego wzrostu wydajności i masy produkcyjnej, przypadającej na jednego robotnika. Jeśli dodać do tego coraz większe wymagania użytkowników w zakresie dokładności produkowanych wyrobów, to przy jednoczesnym zaniedbaniu postępu techniki sprawdzania, oczywisty staje się nieprzerwany wzrost ilości personelu kontrolerskiego w stosunku do stanu załogi fabrycznej.

Według danych statystycznych, zaczerpniętych z literatury, ilość operacji kontrolnych w niektórych przemysłach budowy maszyn wynosi $\frac{2}{3}$ ogólnej ilości operacji produkcyjnych, a koszty sprawdzania w masowej produkcji maszynowej wynoszą średnio 5 do 10%, lecz niekiedy osiągają 50% bezpośrednich kosztów robocizny. Ten wielki udział kosztów sprawdzania wywołany jest tym, że proces wytwarzania jest daleko bardziej zracjonalizowany i przebiega w sposób ciągły w przeciwieństwie do procesu kontroli. Tak np. sprawdzenie gwintu śruby za pomocą sprawdzianu pierścieniowego zajmuje 10 razy więcej czasu niż wykonanie gwintu śruby przez walcowanie.

Mechaniczne powiększanie ilości personelu kontrolerskiego, równoległe do wzrostu produkcji, w oparciu o przestarzałe sposoby kontroli, doprowadza do nieproporcjonalnego wzrostu obsady działu kontroli technicznej, szczególnie w przypadkach wyrobów wymagających 100% sprawdzenia wszystkich części.

Należy stwierdzić, że wprowadzenie różnych przedsięwzięć technicznych jak mechanizacja i automatyzacja procesów technologicznych jest tylko połowicznym osiągnięciem, jeśli przy tym metody kontroli pozostają niezmienione.

Nowoczesny przemysł metalowy wymaga nie tylko nowoczesnych, często skomplikowanych obrabiarek, lecz także zmodernizowanych środków kontroli i racjonalnych metod kontrolowania.

Racjonalizacja kontroli, jeszcze w większym stopniu aniżeli wytwarzania, daje:

obniżenie czasu, a tym samym kosztów sprawdzania, podwyższenie pewności sprawdzenia, spadek ogólnych nakładów osobowych i organizacyjnych.

Celem znalezienia właściwej drogi racjonalnego skoordynowania zagadnień ilościowych i jakościowych produkcji, należy wyraźnie zdawać sobie sprawę, jakie zadania w konkretnych warunkach powinna spełniać kontrola techniczna.

Zadaniem kontroli może być wyeliminowanie części niezdatnych do użytku i ewentualnie niedopuszczenie ich do montażu; części takie mogą wywołać zakłócenie w normalnym biegu montażu; wadliwa część, nie zauważona w procesie montażu, powoduje niewłaściwą pracę urządzenia. Szukanie usterki w przypadku stwierdzenia jej przez kontrolę ostateczną pociąga za sobą znacznie wyższe koszty, aniżeli skuteczna kontrola części. Jeszcze gorsze następstwa powstają, gdy niepełnowartościowy, a nie kwestionowany przez kontrolę ostateczną wyrób wychodzi z zakładu produkcyjnego.

Zadaniem kontroli może być akcja profilaktyczna, polegająca na zapobieganiu powstawania wadliwych części. Kontrolę, jako czynność, można tak ukształtować, że będzie wskazywała we właściwym czasie niebezpieczeństwo powstawania braków. W tym mieści się pozytywna treść kontroli. Czynna forma kontroli steruje przebiegiem wytwarzania, koryguje występujące błędy i jednocześnie może podnieść założony poziom jakości wyrobów.

Należy wyjaśnić, że zastosowanie ostatnio wymienionej kontroli wymaga wyższego poziomu kultury technicznej zakładu i poprawnego przygotowania oraz uruchomienia produkcji. Tak zwana czynna forma kontroli jest w stanie zapobiegać powstawaniu braków, wynikających z niedokładności środków wytwarzania lecz nie braków masowych, które z reguły powstają na skutek złej organizacji produkcji, nieopanowania procesu technologicznego lub zbyt niskich kwalifikacji obsługi.

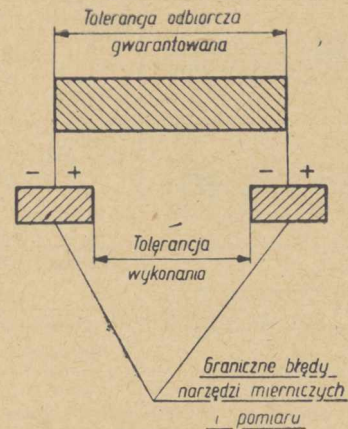
W zależności od warunków lokalnych, należy dać pierwszeństwo pierwszej lub drugiej formie kontroli, względnie może się okazać i to będzie najczęściej, że najlepsze wyniki da przemysłowe powiązanie obu form kontroli.

2. Kontrola bierna

Kontrola w tej postaci jest powszechnie stosowana od dawna; zniemiennym dla niej jest to, że z punktu widzenia zasad pomiarów ma tu miejsce przede wszystkim sprawdzanie a nie mierzenie; ostatecznym efektem kontroli jest jedynie stwierdzenie wady, a nie wyciąganie z wyników sprawdzania bardziej sprecyzowanych wniosków w odniesieniu do procesu technologicznego.

Metrologia techniczna reprezentuje duże bogactwo środków pomiarowych, z którego należy wybrać odpowiednie typy przyrządów dla danego przypadku; wymienić tu należy sprawdziany stałe, przyrządy mikrometryczne i komparatory z czujnikami mechanicznymi, optycznymi, elektrycznymi i pneumatycznymi.

Wszystkie istniejące środki pomiarowo kontrolne mają swoje zalety i wady, co należy brać pod uwagę przy ich dobieraniu.



Rys. 1

Dobór powinien być dokonany zarówno pod kątem wymagań metrologicznych, jak i ekonomicznych.

Ze względu na wskaźniki metrologiczne, należy dążyć do typowania przyrządów, które:

- dostatecznie pewnie określają rzeczywisty wymiar sprawdzonego przedmiotu, względem wartości granicznych,
- pozostawiają odpowiednio duże pole tolerancji do dyspozycji użytkowników przyrządu (rys. 1).

Z punktu widzenia wymagań ekonomicznych, na dobór urządzenia pomiarowego wpływają:

- cena przyrządu,
- czas pracy urządzenia do powtórznego ustawienia,
- czas pracy urządzenia do jego remontu,
- czas tracony na pomiar,
- niezbędne kwalifikacje kontrolera.

Technika sprawdzania opierała się w ciągu kilku ostatnich dziesiętków lat na stosowaniu sprawdzianów dwugranicznych. Proces sprawdzania nimi polega na kolejnym chwytniu przez kontrolera odpowiedniego sprawdzianu i doprowadzeniu układu: przyrząd kontrolny — przedmiot do położenia mierzenia. Wydajność takiego procesu kontroli jest często niezadowalająca, szczególnie w przypadku sprawdzania kilku wymiarów danej części.

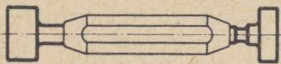
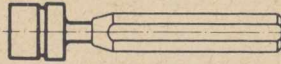
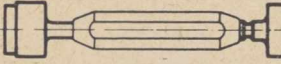
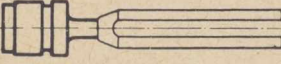
W celu zwiększenia wydajności sprawdzania, przeprowadzono w opisany sposób, wykonano szereg doświadczeń oraz przeanalizowano niektóre czynniki, mające bezpośredni wpływ na uzyskaną wydajność. Wykazały one, że przy ręcznej kontroli decydujący wpływ na czas sprawdzania mają ruchy względne przedmiotu i przyrządu sprawdzającego. W pewnym konkretnym przypadku uzyskano wyniki zamieszczone w tabelicy I.

TABLICA I

przyrząd pomiarowy	przedmiot sprawdzany	czas min. na 100 szt.
w ruchu	w ruchu	6,2
w spoczynku	w ruchu	4,5
w ruchu	w spoczynku	2,0

Ostatnia ewentualność podana w tabelce daje najlepsze wyniki. Stosuje się ją szczególnie wówczas, gdy przedmiot jest ciężki i łatwiej jest doprowadzić do niego przyrząd mierniczy oraz w tych przypadkach, gdy lekkie części można ułożyć na desce lub na skrzynce i kolejno je sprawdzać poruszającym przyrządem.

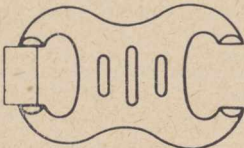
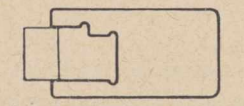
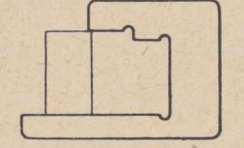
Konstrukcja sprawdzianów stałych ma istotny wpływ na wydajność operacji kontrolnych. Wyniki doświadczeń radzieckich przeprowadzonych ze sprawdzianami tłoczkowymi gładkimi różnej konstrukcji, wykazały, że sprawdziany dwugraniczne jednostronne są wydajniejsze niż dwustronne; zastosowanie pilota dla strony przechodniej daje dodatkowy zysk na czasie (rys. 2).

Konstrukcja sprawdzianu	Czas w min. na 100 sztuk
	9,5
	7
	7
	sprawdzian i przedmiot w ręku 5,5
	przedmiot nieruchomy sprawdzian w ręku 4,5

M-175/54-R2

Rys. 2. Wpływ konstrukcji sprawdzianu tłoczkowego na wydajność sprawdzania.

Jeszcze w wyższym stopniu występuje oszczędność czasu kontroli przy użyciu sprawdzianu szczękowego, w którym dokonano racjonalizacji konstrukcji, np. wg rys. 3.

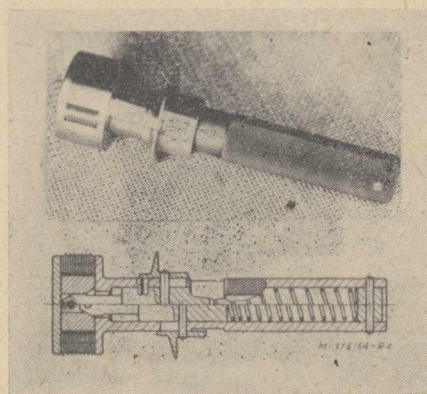
Konstrukcja sprawdzianu	Czas w min. na 100 sztuk
	5
	3
	sprawdzian i przedmiot w ruchu 2,2
	sprawdzian w spoczynku przedmiot w ruchu 1,3

M-175/54-R3

Rys. 3. Wpływ konstrukcji sprawdzianu szczękowego na wydajność sprawdzania.

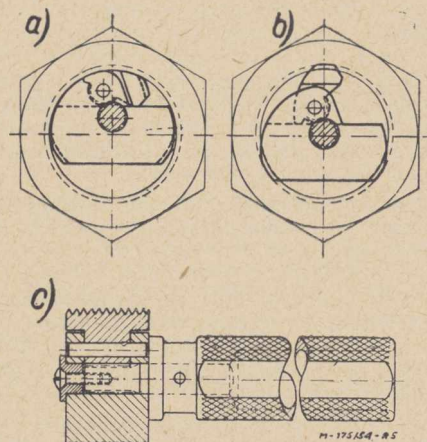
W dziedzinie konstrukcji sprawdzianów gwintowych, służących do sprawdzania ręcznego, obserwujemy różnorodność rozwiązań, których celem jest skrócenie czasu kontroli. Szczególnie widoczne to jest w zakresie sprawdzianów do gwintów wewnętrznych. Wymienić tu można sprawdziany odchylne (rys. 4); dzięki odchylnemu grzebieniowi, czas wprowadzania i wyprowadzania sprawdzianu wybitnie spada. Inną konstrukcję sprawdzianu do gwintów wewnętrznych podaje rys. 5. Elementami sprawdzającymi są tu dwie naprzeciw siebie położone rolki nagwintowane, przesuwne w kierunku promieniowym za pomocą specjalnego mechanizmu znajdującego się w ręczce sprawdzianu.

Do sprawdzania gwintów zewnętrznych powszechnie stosuje się szczękowe sprawdziany rolkowe lub grzebieniowe, których wydajność jest 10-krotnie większa od pierścieniowych. Konstruk-



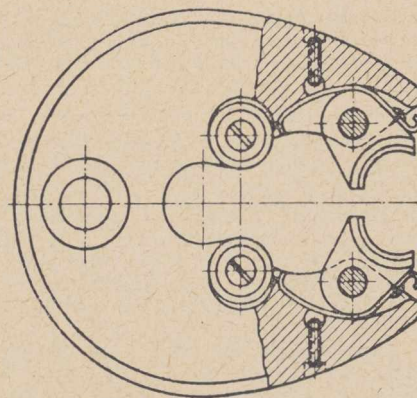
Rys. 4. Sprawdzian gwintowy z przesuwными rolkami

cja sprawdzianów szczękowych nie odpowiada jednakże zasadzie Taylora, przez co dokładność sprawdzania spada. Problem ten



Rys. 5. Sprawdzian gwintowy z odchylnym grzebieniem.
a — sprawdzanie sprawdzianem, b — dokonywanie pomiaru,
c — budowa sprawdzianu.

został w znacznej mierze usunięty w konstrukcji sprawdzianów szczękowych z odchylonymi segmentami (rys. 6).



M-175/54-R4

Rys. 6. Szczękowy sprawdzian gwintowy z ruchomymi szczękami.

Jednym z podstawowych warunków, jakie powinny spełniać przyrządy sprawdzające i wszelkiego rodzaju urządzenia kontrolne, jest uzyskanie obiektywności w klasyfikacji przedmiotów. Sprawdziany stałe na ogół wymaganiom tym nie odpowiadają; jak wiadomo sprawdziany tłoczkowe i szczękowe cechuje zmienne w szerokich granicach nacisk mierniczy, wskutek czego efekt sprawdzania zależy w znacznym stopniu od kwalifikacji kontrolera. Szczegółowej ostrożności wymaga posługiwanie się sprawdzianami szczękowymi, które pod wpływem nacisku mierniczego ulegają bliżej nieokreślonej deformacji i mogą dawać nieprawidłowe wyniki.

Problem nacisku mierniczego w stopniu dostatecznym dla celów praktycznych rozwiązują przyrządy czujnikowe; nacisk mier-

niczny przyrządów czujnikowych jest mały, wystarczająco stały i niezależny od kontrolera. Poza tym dzięki łatwości regulacji i kompensacji zużycia powierzchni mierniczych oraz wysokiej czułości, czujniki znalazły szerokie zastosowanie w budowie urządzeń kontrolnych.

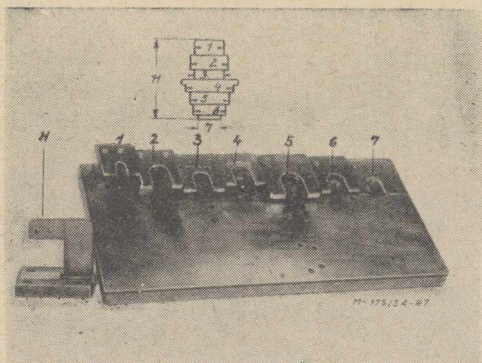
Należy zaznaczyć, że czas trwania sprawdzianu przyrządem czujnikowym jest dłuższy aniżeli sprawdzianem stałym (od 2 do 8-krotnie).

Technika pracy zostaje znacznie ulepszona, jeśli sprawdziany niezbędne do sprawdzenia danego przedmiotu zostaną sztywno złączone z płytą i ustawione w odpowiedniej kolejności. Dzięki temu odpada cały szereg chwytów oraz konieczność zastanawiania się i wyszukiwania następnego sprawdzianu. Tak ustawione sprawdziany tworzą wielooperacyjne stanowiska kontrolne.

Całość urządzenia kontrolnego składa się więc z jednego, niekiedy wielu kompletów sprawdzianów oraz z podstawy. Sprawdziany różnych typów ustawione są najczęściej w szereg lub równolegle w takiej kolejności, aby ograniczyć do minimum ruch rąk kontrolera. Podstawy zbudowane są ze znormalizowanych części w kształcie płyt, uchwytów, stojaków i listew. W celu zwiększenia szybkości kontroli, sprawdzane części często prowadzone są przymusowo względem sprawdzianów według stałych baz odpowiednich prowadnic (rys. 7 i 8).

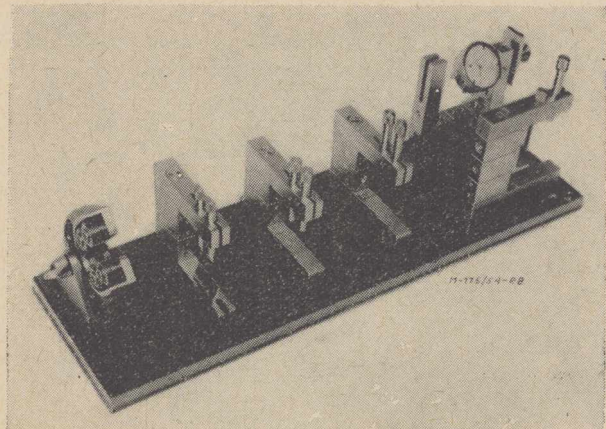
W tej grupie urządzeń kontrolnych wymienić należy takie, które umożliwiają jednoczesne sprawdzanie dwóch przedmiotów dwiema rękami; w tym celu urządzenie kontrolne wyposażone jest np. w dwa komplety sprawdzianów (rys. 9); jednograniczne sprawdziany tłoczkowe 1, 2, 3 i 4 sprawdzają wymiary otworów $\phi 14$ i 17 , następnie sprawdzian 5 bada współosiowość tych otworów; sprawdziany szczękowe 6 i 7 kontrolują wymiar 22 i 25 , i w końcu czujnikiem sprawdza się wymiar 6 .

W omawianych urządzeniach niezbędne jest przenoszenie przedmiotu od jednego sprawdzianu do drugiego, co w przypadku dużych przedmiotów stanowi poważną trudność. Kombinowanie urządzeń kontrolnych opartych na omówionej zasadzie, nie rozwiązuje zagadnienia kontroli wielkiej ilości sztuk, nawet w najbardziej skrajnej formie, jaką stanowi bęben rewolwerowy obracany na poziomej osi ułożyskowanej w dwóch stojakach.



Rys. 7. Urządzenie kontrolne wielosprawdzianowe.

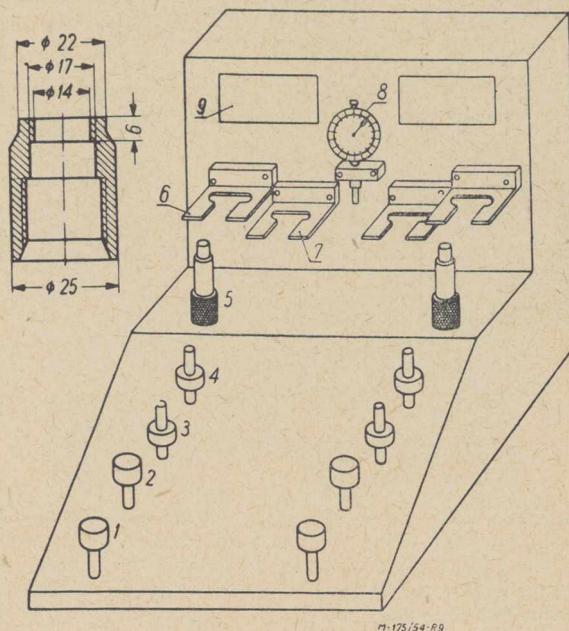
Kontrola wielkiej ilości sztuk powinna polegać na jednoczesnej kontroli wszystkich wymiarów danej części, co wybitnie zwiększa wydajność sprawdzania. Zrealizowane na tej zasadzie urządzenia kontrolne stanowią sprawdziany wielowymiarowe (rys. 10).



Rys. 8. Urządzenie kontrolne wielosprawdzianowe.

rodzaju czujników; urządzenia takie umożliwiają kompleksową kontrolę bardzo złożonych części, nawet w trudno dostępnych jej miejscach. Ustawienia urządzenia dokonuje się za pomocą wzorcowego przedmiotu.

Rozróżniamy dwie zasadnicze grupy sprawdzianów wielowymiarowych, a mianowicie: sprawdziany wielowymiarowe ze sztywno zawieszonymi elementami mierniczymi i z nastawnie za-



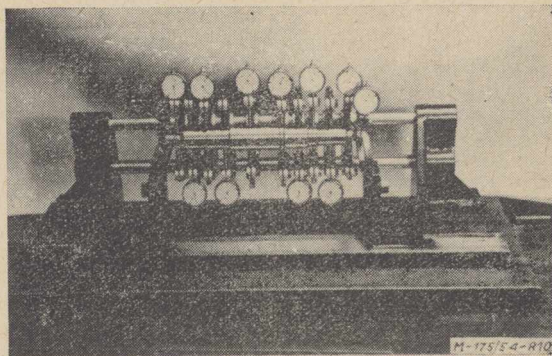
Rys. 9. Urządzenie kontrolne z dwoma kompletami sprawdzianów do kontroli obu rękami.

wieszonymi. Pierwsza grupa służy przede wszystkim do badania wzajemnego położenia powierzchni.

Urządzenia kontrolne z nastawnie zawieszonymi czujnikami umożliwiają kontrolę poszczególnych wymiarów bez względu na wzajemne położenie powierzchni. Rys. 11 daje widok urządzenia pomiarowego z czujnikami pneumatycznymi, których głowice miernicze w postaci nastawczych szczęk dotykają badanego przedmiotu za pośrednictwem stałego i ruchomego kowadłka; przedmiot ustawiony jest na dwóch stałych podporach. W opisanym urządzeniu rolę elementu zabezpieczającego nastawność spełnia sprężyna śrubowa; w innych rozwiązaniach konstrukcyjnych zadanie to spełniają sprężyny płaskie.

Dotychczas omówione konstrukcje urządzeń kontrolnych, wyposażone w czujniki skalowe posiadają w eksploatacji niezbędne cechy metrologiczne i ekonomiczne, jednakże wynik sprawdzania w dalszym ciągu jest zależny od subiektywnej oceny kontrolera interpretującego wyniki odczytań. Wskutek znużenia kontroler może mylnie interpretować dokonane odczytania, szczególnie wówczas, gdy ilość sprawdzianych części jest duża.

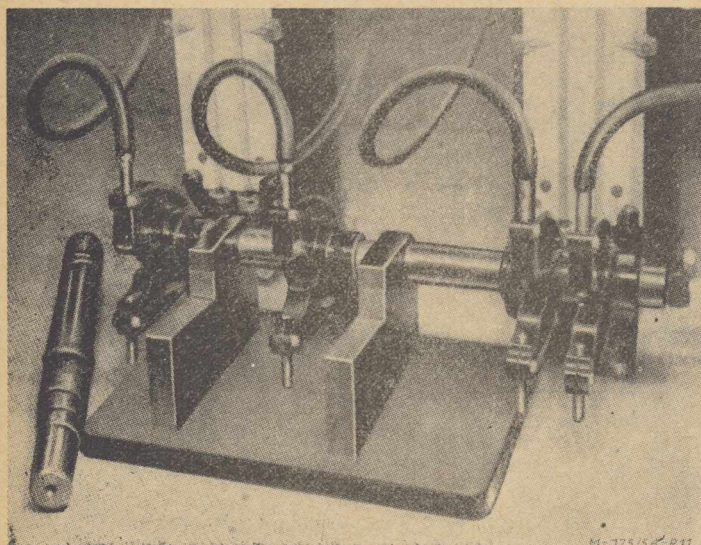
Sytuacja radykalnie zmienia się przez zastąpienie czujników mechanicznych czujnikami elektrokontaktowymi z sygnalizacją świetlną. Przekroczenie granic tolerancji poszczególnych wymiarów jest sygnalizowane przez dwa punkty świetlne różnego koloru, odpowiadające brakom naprawialnemu i nienaprawialnemu. Niezapalenie się jednego z tych punktów świetlnych oznacza, że



Rys. 10. Urządzenie kontrolne wielowymiarowe.

Wielowymiarowe urządzenia kontrolne zawdzięczają wielki swój rozwój zastosowaniu w nich przede wszystkim wszelkiego

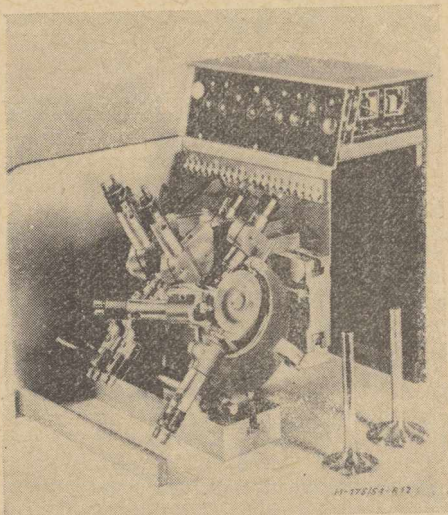
sprawdzany wymiar znajduje się w granicach tolerancji, co może być sygnalizowane przez dodatkowe białe światło (rys. 12). Ten dodatkowy punkt świetlny oddaje szczególnie duże usterki,



Rys. 11. Urządzenie kontrolne wielowymiarowe z czujnikami pneumatycznymi do sprawdzania wałków.

jeśli należy sprawdzić jednocześnie więcej wymiarów. Kontroler obserwuje tylko dodatkowy punkt świetlny, w danym przypadku wspólny dla wszystkich wymiarów; niezapalenie się tego światła oznacza, że co najmniej jeden wymiar przekroczył dopuszczalną tolerancję. Odpowiedni punkt świetlny wskazuje wówczas kontrolerowi, który wymiar jest przekroczony i w jakim kierunku.

Bezskalne czujniki elektrokontaktowe odpowiadają działaniu dwugranicznych sprawdzianów stałych i dlatego nie mogą mieć zastosowania, jeśli zachodzi potrzeba określenia wielkości przekroczenia tolerancji, względnie rzeczywistego wymiaru oraz w przypadku konieczności sprawdzania tolerancji kształtu.



Rys. 12. Urządzenie kontrolne wielowymiarowe z czujnikami elektrokontaktowymi do sprawdzania zaworów.

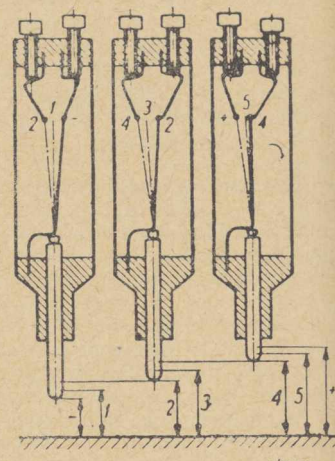
W budowie urządzeń kontrolnych znalazły szerokie zastosowanie czujniki pneumatyczne, które podobnie jak i czujniki elektryczne posiadają cenną właściwość, polegającą na możliwości najwygodniejszego ustawienia skal względnie zespołów sygnalizacyjnych niezależnie od rozstawienia końcówek mierniczych względem kontrolowanego przedmiotu.

Osiągnięcie w sposób ekonomiczny pełnej zamienności części produkcji masowej niejednokrotnie nie jest możliwe. W praktyce często trzeba zadowolić się zmiennością ograniczoną. Uzyskujemy ją przez kojarzenie części współpracujących, które zostały posortowane na kilka klas w danej tolerancji wykonawczej. Czujniki elektrokontaktowe są bardzo wygodne w zastosowaniu do tej czynności: jeden czujnik może posłużyć do podziału części na 3 klasy. Przesortowanie na więcej klas może być przeprowadzone za pomocą kilku czujników elektrokontaktowych, odpowiednio ustawionych na częściowe tolerancje (rys. 15).

Porównanie wydajności stanowisk kontrolnych wielooperacyjnych i urządzeń kontrolnych wielowymiarowych z czujnikami elektrokontaktowymi z sygnalizacją świetlną podaje rys. 14.

Wpływ czynnika ludzkiego na proces sprawdzania, aczkolwiek mocno zredukowany, jeszcze pozostał, ponieważ kontroler może włożyć sprawdzoną sztukę do niewłaściwego pudełka, w przypadku sortowania części na kilka grup. Powstały konstrukcje urządzeń pomiarowych, które całkowicie eliminują wpływ człowieka również i na tym odcinku, przy czym najdoskonalej udało się to osiągnąć za pomocą urządzeń elektrycznych. Jeśli do tak już doskonałego urządzenia kontrolnego dodać zespół podający przedmioty oraz napęd poszczególnych zespołów, to uzyskamy automat kontrolny.

Automaty kontrolne, ogólnie biorąc, muszą mieć podzespoły, które wykonują wszystkie czynności, a mianowicie: doprowadzenie przedmiotu, ustawienie go w położenie pomiarowe, mierzenie, ocena wyniku sprawdzenia oraz odprowadzenie skontrolowanej sztuki. Jeśli chodzi o rozwiązanie konstrukcyjne zespołu doprowadzającego przedmiot, to konstruktorzy mogą tu szeroko korzystać z doświadczeń osiągniętych przy budowie podajników dla obrabiarek. Jako elementy pomiarowe w automatach kontrolnych wchodzi w grę wszystkie środki miernicze, od stałych sprawdzianów począwszy, a na wszelkiego rodzaju czujnikach skończywszy.



Rys. 13. Schemat sortowania przedmiotów na 7 klas za pomocą czujników elektrokontaktowych

Zasadę działania typowego automatu kontrolnego podaje rys. 15; zespół mierniczy 1 kontroluje żądane wymiary przedmiotów 2. Zespół mierniczy jest dzięki temu źródłem impulsów dla mechanizmu wykonawczego 3. Mechanizm ten po otrzymaniu impulsu od elementu pomiarowego, działa na zespół sterujący 4, dokonujący sortowania sprawdzianów części.

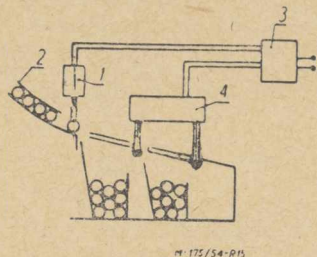
Rozpatrując budowę i zastosowanie automatów kontrolnych należy mieć na względzie następujące okoliczności: zasada Taylora, zwana również zasadą podobieństwa, którą należy obowiązkowo przestrzegać przy projektowaniu przyrządów kontrolnych, nie zawsze może być w pełni realizowana w rozwiązaniu konstrukcyjnym układu pomiarowego automatu kontrolnego; z tego powodu już obrabiarka produkcyjna musi zapewnić utrzymanie tolerancji kształtu w takich granicach, aby montaż i działanie gotowego wyrobu nie były wadliwe.

Rozwiązanie konstrukcji automatycznych maszyn kontrolnych do sprawdzania nieskomplikowanych powierzchni, jak pomiar średnicy, długości, stożkowatości nie naraża specjalnych trudności, natomiast istotny problem przedstawia budowa automatów dla kontroli powierzchni złożonych, jak gwinty, wielowypusty itp.; trudność w tym przypadku polega na fakcie, że sprawdzanie elementarnych wymiarów takich powierzchni nie zapewnia zamienności części, tak jak to ma miejsce przy zastosowaniu sprawdzianów stałych, stanowiących prototyp elementu współpracującego.

Schemat pomiaru	Środki miernicze	Czas pomiaru 1 sztuki
	stanowisko 1 stanowisko 2 stanowisko 3 stanowisko 4 stanowisko 5 stanowisko 6	35 sek
		5 sek

Rys. 14. Porównanie wydajności kontroli tulei pojedynczymi sprawdzianami i urządzeniem kontrolnym wielowymiarowym z czujnikami elektrokontaktowymi ze świetlną sygnalizacją.

cego. W praktyce istnieje mało automatów, ponieważ w każdym przypadku są to konstrukcje specjalne, przeważnie budowa automatów kontrolnych opłacalna jest do sprawdzania wielkiej ilości sztuk, które muszą być sprawdzone w 100%.



Rys. 15. Ogólny schemat działania automatu kontrolnego.

Ze względu na to, że automatyzacja wszystkich czynności, składających się na cały cykl procesu kontroli, jest szczególnie trudna, często ekonomiczniej jest budować półautomaty, przy których obsługa ma za zadanie doprowadzić przedmiot do położenia pomiarowego i usunąć sprawdzoną już część.

Decyzja wyboru właściwej metody kontroli musi być zawsze poprzedzona analizą ekonomiczną; w każdym przypadku należy zestawić 3 warianty, a mianowicie:

- a) ręczna kontrola sprawdzianami dwugranicznymi,
- b) zastosowanie urządzeń kontrolnych,
- c) kontrola na automatach.

Ekonomiczność wprowadzenia urządzeń kontrolnych lub automatów, może być w przybliżeniu określona wzorem:

$$Q < \frac{k \cdot R (t_1 - t_2) m}{60}$$

gdzie

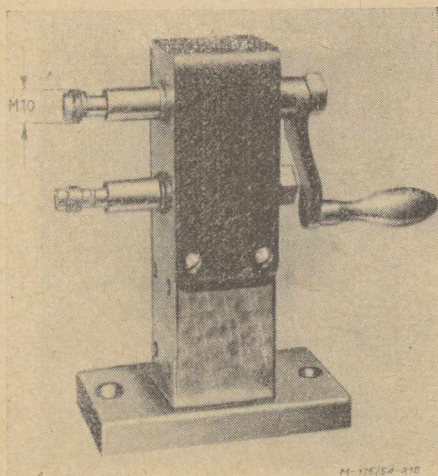
- Q zł — cena urządzenia kontrolnego zł,
 R zł/godz — płaca kontrolera,
 m — roczna produkcja części,
 t_1 min — czas kontroli ręcznej na 1 szt.,
 t_2 min — czas kontroli na urządzeniu kontrolnym na 1 szt.,
 k lat — okres amortyzacji urządzenia.

Należy podkreślić, że podany wzór nie może być jedynym kryterium wyboru; trzeba brać pod uwagę również uzyskanie obiektywności kontroli, podwyższenie jakości produkcji, zmniejszenie zmęczenia kontrolera, zmniejszenie kosztów na zakup środków kontroli, możliwości zatrudnienia kontrolerów o niższych kwalifikacjach.

Ponieważ zakres zastosowania automatyzacji, najbardziej wydajnej metody kontroli, jest ograniczony, należy szukać rozwiązań problemów opanowania kontroli wielkiej ilości sztuk przede wszystkim przez stosowanie stanowisk kontrolnych wielooperacyjnych, sprawdzianów wielowymiarowych, przez racjonalizację konstrukcji sprawdzianów oraz wprowadzanie mechanizacji niektórych czynności. Droga ta jest możliwa do realizacji nawet w przeciętnych warunkach. Na specjalne omówienie zasługuje sprawa mechanizacji pewnych czynności, gdyż w wielu przypadkach daje ona wyraźne korzyści.

Mechanizacja w procesie kontroli może przybierać różne formy; następstwem jej jest najczęściej zwiększenie szybkości ruchu elementów mierzających urządzenia kontrolnego lub badanego przedmiotu oraz odciążenie rąk kontrolera. W efekcie uzyskujemy wzrost wydajności czynności sprawdzania.

Pracochłonną czynnością przy sprawdzaniu gwintu jest skreślanie i rozkręcanie kontrolowanego przedmiotu ze sprawdza-



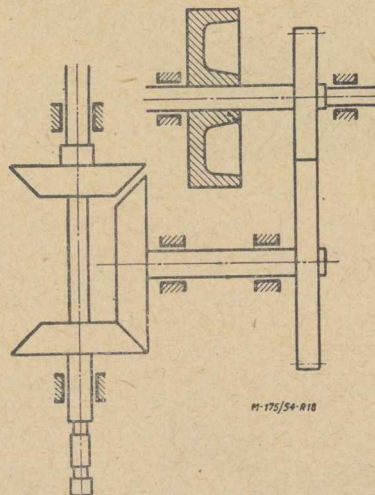
Rys. 16. Mechanizm korbowy do sprawdzania nakrętek.

nem. Jak wykazały doświadczenia, czas ręcznego sprawdzania 100 sztuk nakrętek M10 $\times$ 1 długości 10 mm, wyniósł 12,5 min. Użycie do tej operacji przekładni zębatej, napędzanej ręcznie (rys. 16), zmniejszyło ten czas do 7,5 min. Dalszy wzrost wydajności można osiągnąć przez zastosowanie aparatu kontrolnego napędzanego przez nawinięte na wrzeciono cięgno i spadający ciężar (rys. 17); czas sprawdzania w tym przypadku wynosi



Rys. 17. Przyrząd kontrolny z napędem linowym do sprawdzania nakrętek.

5 min. Największą wydajność sprawdzania gwintu dają urządzenia kontrolne z napędem elektrycznym (rys. 18); do sprawdzenia 100 sztuk wymienionych nakrętek potrzeba 4,7 min.

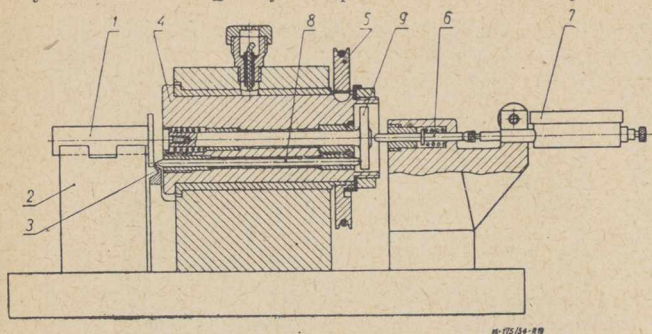


Rys. 18. Schemat urządzenia kontrolnego z napędem elektrycznym do sprawdzania gwintu.

Mechanizacja ruchu obrotowego znalazła szerokie zastosowanie w urządzeniach do badania niewspółosiowości (bicia). Jedno z rozwiązań zmechanizowanego przyrządu, służącego do kontroli prostopadłości czołowej płaszczyzny części roboczej zaworu do osi trzonu podaje rys. 19. Badany przedmiot 1 znajduje się w pryzmie 2, w której zostaje docisnięty do oporu 3. Wrzeciono 4 otrzymuje ruch obrotowy od silnika elektrycznego poprzez koło napędowe 5. Trzpień mierniczy 8, prowadzony w tulejce osadzonej we wrzeciono 4, dotyka końcówką badaną powierzchnię zaworu i jest do niej dociskany przez centralny trzpień 9, znajdujący się pod działaniem sprężyny śrubowej. Nieprostopadłość czołowej powierzchni zaworu do osi powoduje w czasie obrotu wrzeciona osiowe przesunięcie trzpienia mierniczego, które poprzez trzpień 9 i 6 przenosi się na czujnik 7. Do obowiązków kontrolera należy ustawianie badanych przedmiotów i obserwowanie wskazań czujnika. Wydajność urządzenia wynosi około 900 sztuk na godzinę.

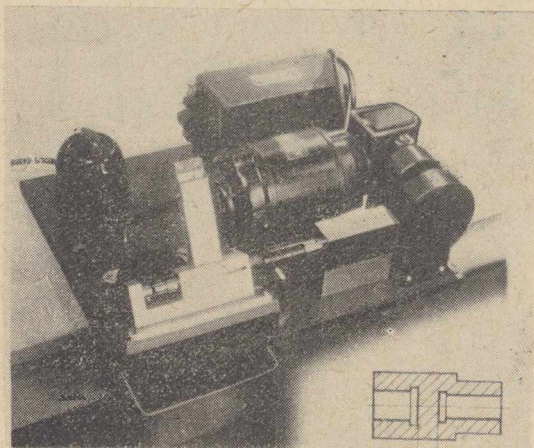
Przykład zastosowania mechanizacji ruchu prostoliniowego podano na rys. 20; zespół mierniczy tego urządzenia działa na zasadzie suwmiarki i służy do pomiaru wymiaru zaznaczonego na rysunku mierzonego przedmiotu.

Należy jeszcze wymienić możliwość wykorzystania nogi kontrolera do wprowadzenia w ruch odpowiednich części mierniczych urządzenia kontrolnego. Rys. 21 przedstawia takie urządzenie do



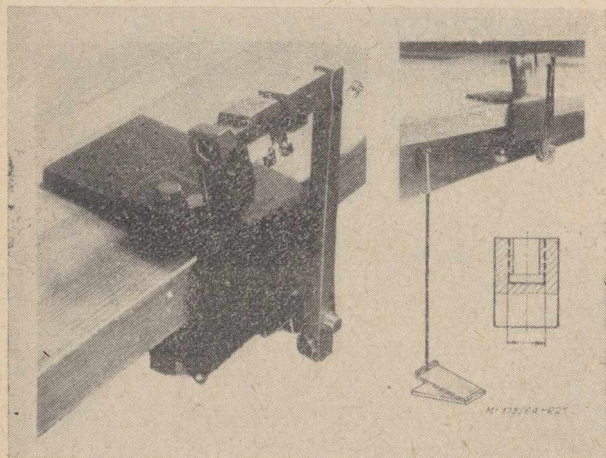
Rys. 19. Urządzenie pomiarowe z napędem mechanicznym do badania bicia zaworu.

pomiaru średnicy wytoczenia w otworze nieprzelotowym. Dzięki wykorzystaniu nogi obsługującego, obie ręce zwolnione są od pomocniczych czynności, co w efekcie daje wzrost wydajności kontroli.



Rys. 20. Urządzenie pomiarowe suwmiarkowe z napędem mechanicznym.

Niezmiennie ważny wpływ na czas kontroli mają *przedsięwzięcia organizacyjne*. Dążeniem kierownictwa zakładu, produkującego wielkie ilości jednakowych części, powinno być osiągnięcie ciągłości procesu kontroli, jaka cechuje nowoczesne metody wytwarzania.



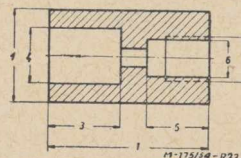
Rys. 21. Urządzenie pomiarowe z napędem nożnym.

Aby uzyskać takie warunki pracy, konieczne jest przeprowadzenie szczegółowej analizy czasu kontroli poszczególnych przedmiotów; na tej podstawie należy opracować prawidłowy plan kontroli części, analogicznie jak plan procesu technologicznego.

Przykład takiego planu kontroli dla części przedstawionej na rys. 22 podaje tablica II.

W planie kontroli na stanowiskach 4 i 6 użyto jedynie nieprzechodnich sprawdzianów tłoczkowych, gdyż części cylindryczne poprzedzających je przyrządów wskaźnikowych spełniały rolę sprawdzianów przechodnich. Tylko staranne studia czasu mogą

wykryć najekonomiczniejszy plan kontroli. Tak np. studia czasu wykazały, że dla części przedstawionej na rys. 23 podział na najprostsze operacje kontrolne daje oszczędność na czasie sprawdzania. Zadanie kontroli polegało w danym przypadku na sprawdzeniu wymiarów L_1 i L_2 ; czas sprawdzania 100 szt za pomocą podwójnego sprawdzianu kreskowego wynosił 6 min, podczas gdy sprawdzając każdy wymiar oddzielnie czujnikiem zużyto 4 min. Należy zaznaczyć, że w drugim przypadku kontrolerowi dostarczono części umieszczone na desce, przy pomocy której mógł je obrócić.

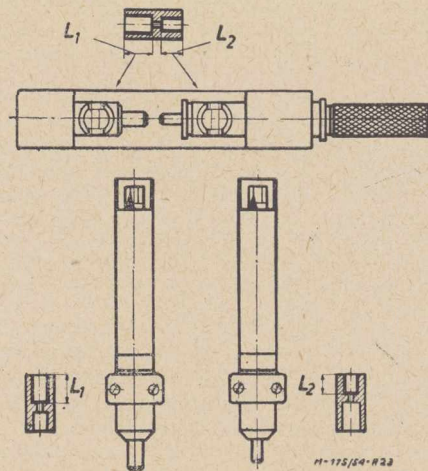


Rys. 22.

TABLICA II
Plan kontroli części z rys. 22

Stanowisko	Operacja kontrolna	Przyrząd kontrolny
1	długość całkowita i średn. zewn.	sprawdz. szczęk-dwugraniczny i pierścien. przechodni
2	jakość powierzchni	—
3	głębokość dużego otworu	przyrząd wskaźnikowy
4	średnica dużego otworu	sprawdz. tłocz. nieprzechodni
5	głębokość małego otworu	przyrząd wskaźnikowy
6	średnica małego otworu	sprawdz. tłocz. nieprzechodni
7	gwint	sprawdzian tłoczkowy przechodni mechanicznie napędzany

Rozpatrując wszystkie czynniki mające wpływ na wydajność pracy kontrolera, nie należy zapominać o ważności organizacji miejsca pracy kontrolera i warunków w jakich pracuje. Czynniki te są powszechnie znane i aktualne dla wszystkich pracowników, lecz dla personelu kontrolerskiego nabierają szczególnego znaczenia.



Rys. 23. Zmniejszenie czasu sprawdzania przez podział na najprostsze operacje kontrolne.

3. Kontrola czynna

Zależnie od zakresu wprowadzania opisanych poprzednio metod kontroli przedmiotów, częściowo lub całkowicie obrobionych, osiągamy to, że wadliwe spośród nich nie zostaną przekazane do dalszych operacji obróbkowych lub montażowych. Przez ścisłe eliminowanie z procesu produkcyjnego części niezdatnych do użytku, realizujemy założenia kontroli biernej, wyróżniającej się dużą pewnością sprawdzania.

Stosowanie biernej formy kontroli nie rozwiązuje zupełnie problemu zwalczania powstawania braków. Taki system wytwarzania, w którym kontrola techniczna wybiera z produkcji sztuki dobre, jest oczywiście niewystarczający w wielu przypadkach.

Duża pewność kontroli, pomimo wielkich nakładów, niezbędnych do jej osiągnięcia, daje zatem tylko częściowe rozwiązanie zagadnienia. Dlatego coraz powszechniejsze jest dążenie do uzyskania odpowiednio wielkiej pewności wykonania produkcji, a następnie zachowania tej pewności przez systematyczne badanie procesu technologicznego przez kontrolę wyrzykową statystyczną lub innymi metodami.

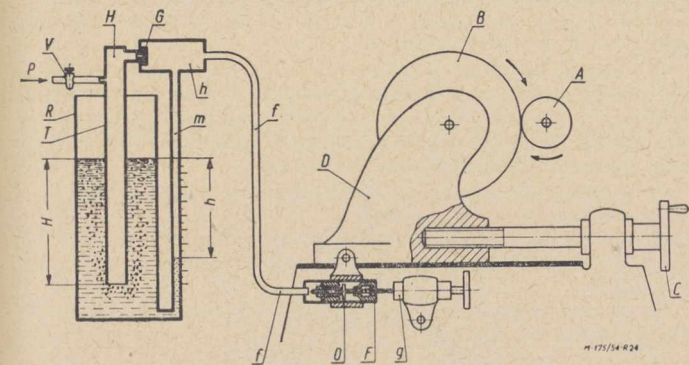
Nie wystarczy więc sprawdzenie gotowego wyrobu, lecz konieczne jest kontrolowanie produkcji już u źródła jej powstawania. Dla przemysłu metalowego oznacza to, że środek ciężkości zagadnień kontroli musi być przesunięty na proces obróbki na obrabiarce. Osiągnięcie żądanej pewności wykonania jest równoznaczne z doprowadzeniem do właściwej dokładności obróbki i stabilizacji procesu technologicznego.

Zagadnienia te są rozwiązywane różnymi drogami, zależnie przede wszystkim od rodzaju obróbki, tolerancji wykonania przedmiotu oraz wielkości serii.

W technice warsztatowej od dawna są znane różne sposoby obróbki, które zwiększają dokładność, a zatem dają wzrost pewności wykonania; do nich zaliczamy: obróbkę w przyrządach, urządzenia kopiałowe, stosowanie narzędzi kształtowych, zderzaków stałych i nastawianych, głowic optycznych itp. Poza tym budowane są obrabiarce wyposażone w przyrządy miernicze. Należy tu wymienić szlifiernie z urządzeniem projekcyjnym do szlifowania kształtowego, wiertarki współrzędnościowe, obrabiarce wyposażone w dokładne skale i czujniki i inne.

W ostatnich latach pomiary coraz częściej są stosowane bezpośrednio w procesie technologicznym; dzięki temu obsługa może obserwować zmiany wymiarowe przedmiotu w ciągu całego procesu powstawania żadanego wymiaru.

W zasadzie można tu rozróżnić pośredni i bezpośredni pomiar przedmiotu. *Metoda pośrednia* polega na tym, że urządzenie pomiarowe, zmontowane na obrabiarce mierzy nie żądany wymiar, a przesuw sań narzędziowych wpływający na ten wymiar. Rys. 24 przedstawia urządzenie tego rodzaju zastosowane na szlifierce do wałków. Mamy tu do czynienia z urządzeniem zaopatrzone w czujnik pneumatyczny spełniający rolę zderzaka. Możliwe są dwa układy: głowica pneumatyczna jest zamocowana do sań wrzeciennika ściernicy, a zderzak nastawialny przytwierdzony do podstawy lub też odwrotnie. Dzięki opisanemu urządzeniu szlifierz zdaje sobie sprawę z położenia ściernicy w przestrzeni.



Rys. 24. Zasada działania urządzenia pomiarowego do pośredniego pomiaru w czasie procesu technologicznego.

Wielkość jej zużycia i rzeczywisty wymiar przedmiotu ustala się na drugim przyrządzie pomiarowym, umieszczonym obok stano-wiska obsługującego obrabiarke.

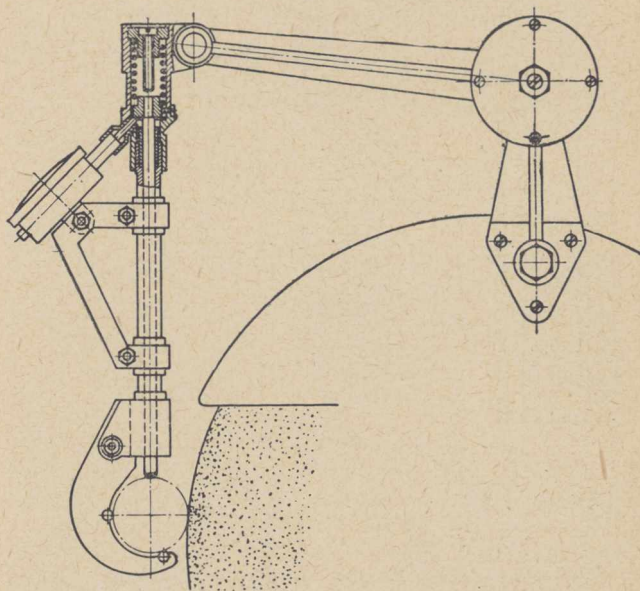
Omawiana metoda daje szereg korzyści:

- 1) wykorzystując wskazania obu czujników szlifierz może zupełnie świadomie sterować obrabiarką i zredukować do minimum rozrzut wymiarów obrabianych powierzchni;
- 2) ponieważ dokładność obu czujników jest jednakowa, szlifierz może przenieść wyniki pomiaru obróbnego przedmiotu na obrabiarke z tą samą dokładnością;
- 3) przez zastosowanie czujnika pneumatycznego o progresywnym przełożeniu rozwiązuje się zagadnienie uzyskania wysokiej jakości powierzchni i żądanej tolerancji kształtu; istnieje tu mianowicie łatwość ustalania optymalnych parametrów skrawania w końcowej fazie obróbki i możliwość powtarzania jej nawet przez mniej kwalifikowanego szlifierza.

Zależnie od warunków obróbki, szlifierz sprawdza każdą, względnie co 2, 3, 4... n sztukę. Metoda ta umożliwia szlifowanie w bardzo wąskich tolerancjach aż do około 2μ . Zalety tej metody występują szczególnie wyraźnie w przypadku obróbki z wysoką dokładnością, gdzie umożliwia ona wzrost wydajności pracy.

Pośrednia metoda kontroli w czasie trwania procesu produkcyjnego znalazła zastosowanie w pierwszej fazie rozwoju na szlifierniach, lecz obecnie jest również rozszerzona na precyzyjne tokarki, frezarki i walcarki do gwintu.

Jeżeli rozważa się sprawę pomiaru w czasie procesu produkcyjnego, to zupełnie naturalną wydaje się myśl stosowania *metody bezpośredniej*, w której kowadełka miernicze dotykają obrabianego przedmiotu.



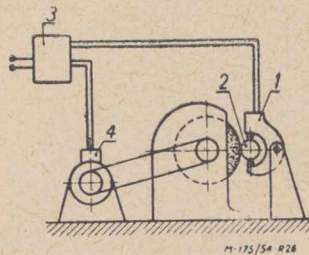
Rys. 25. Zasada pracy przyrządu do bezpośredniego procesu technologicznego.

Wszystkie istniejące rozwiązania przyrządów do bezpośredniego pomiaru przedmiotu w czasie obróbki można podzielić na trzy zasadnicze grupy.

Grupę pierwszą stanowią urządzenia pomiarowe zbudowane w oparciu o czujniki mechaniczne, pneumatyczne lub elektryczne, wskazujące obsłudze jedynie rzeczywisty wymiar, natomiast nie oddziałujące na sterowanie obrabiarce (rys. 25).

Do drugiej grupy zaliczamy urządzenia pomiarowe, dzięki którym uzyskujemy automatyzację cyklu obróbki. Ogólny schemat działania tego rodzaju urządzenia przedstawiony jest na rys. 26. Urządzenia pomiarowe 1 kontroluje rzeczywisty wymiar przedmiotu 2 i jest źródłem impulsów dla mechanizmu przekątnikowego 3. Mechanizm ten oddziałuje na urządzenia 4, służące do sterowania ruchów obrabiarce.

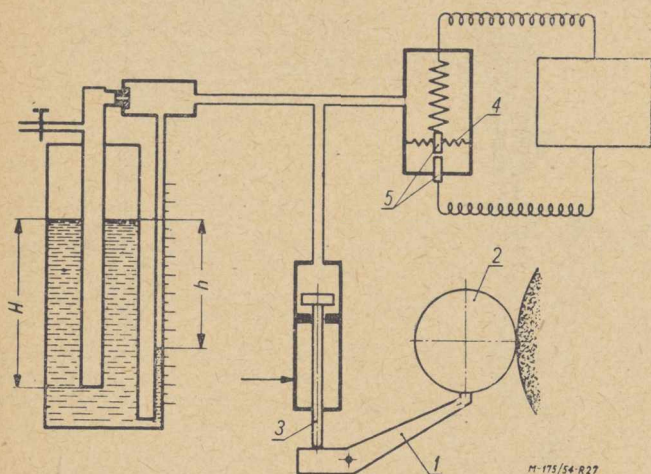
W grupie tej rozróżniamy urządzenia pomiarowe jedno- i dwustykowe; działanie urządzenia jednostykowego polega na wyłączeniu ruchów maszyny po uzyskaniu żadanego wymiaru, natomiast w urządzeniach dwustykowych ma miejsce przełączanie ze wstępnej obróbki na wykańczającą względnie na „wyiskrzanie” o określonym czasie trwania, a z kolei następuje wyłączenie ruchów roboczych szlifierni z chwilą osiągnięcia żadanego wymiaru.



Rys. 26. Ogólny schemat działania urządzenia pomiarowego do automatyzacji uzyskiwania wymiaru w czasie obróbki.

Schemat działania urządzenia pomiarowego z jednym stykiem przedstawia rys. 27. Dźwignia 1 osadzona obrotowo jednym końcem dotyka obrabianego przedmiotu 2, natomiast drugi koniec jej działa na trzpień 3 czujnika pneumatycznego. Przesunięcie trzpienia powoduje zmianę ciśnienia w przewodach czujnika, co uwidocznia się na jego skali. Gdy ciśnienie wzrośnie do pewnej wielkości ustalonej wg wzorca, membrana 4 urządzenia wygina się i następuje połączenie styków oraz przepływ prądu, który poprzez system przekładników powoduje zatrzymanie posuwu ściernicy.

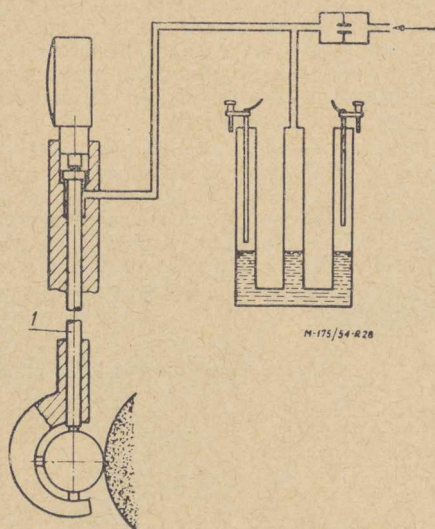
Rys. 28 uwidacznia zasadę działania urządzenia pomiarowego z podwójnym stykiem. Pomiaru przedmiotu dokonuje się tu za pomocą sprawdzianu Arnolda; ruchomy trzpień mierniczy 1 wywołuje zmianę wysokości szczeliny wylotowej czujnika



Rys. 27. Schemat działania urządzenia pomiarowego jednostkowego z czujnikiem pneumatycznym.

pneumatycznego wraz ze zmianą wymiaru przedmiotu. Wzrastające ciśnienie powietrza w przewodzie powoduje podnoszenie się słupa rtęci; gdy ciśnienie osiągnie pewną wartość, następuje zetknięcie rtęci z elektrodą 2, a potem z 3 oraz przepływ prądu elektrycznego, sterującego ruchami szlifierki. Niezależnie od systemu sterowniczego, urządzenie pomiarowe posiada czujniki skalowe lub bezskalowe z sygnalizacją świetlną, które umożliwiają szlifierzowi śledzenie zmian wymiaru obrabianego przedmiotu.

Ostatnią grupę stanowią urządzenia pomiarowe umożliwiające pełną automatyzację cyklu obróbki; urządzenie to nie posiada skali do odczytywania wymiaru, natomiast jest wyposażone dodatkowo w specjalny mechanizm, który samoczynnie kompensuje zużycie ściernicy.



Rys. 28. Schemat działania urządzenia pomiarowego dwustykowego z czujnikiem pneumatycznym.

Dokładność obróbki na szlifierkach wyposażonych w omówione urządzenia do bezpośredniego pomiaru jest funkcją dokładności samej obrabiarki. Z tego względu niezbędny jest dodatkowy przyrząd pomiarowy ustawiony obok stanowiska szlifierza, który służy do kontrolowania działania samoczynnego urządzenia pomiarowego oraz regulacji początkowej obrabiarki.

Problem czynnej formy kontroli nabiera wielkiego znaczenia dla obróbki na rewolwerówkach, automatach jedno- i wielowrzecionowych oraz prasach automatycznych. Wprowadzanie na tych obrabiarkach urządzeń do automatyzacji pomiarów w czasie obróbki byłoby trudne do zrealizowania i nieusprawiedliwione wobec niewysokich wymagań dotyczących dokładności obróbki.

W przypadku trudności kontrolowania przedmiotu wprost na obrabiarkę należy bieżąco kontrolować części schodzące z obrabiarki. Proces kontroli obrabianych części musi odbywać się bezpośrednio przy maszynie; przesunięcie w czasie chwili sprawdzania części jest równoznaczne z przejściem na bierną formę kontroli.

Cechą zasadniczą kontroli czynnej jest to, że jej wyniki muszą dawać sygnał o nieprawidłowej pracy obrabiarki oraz dostarczyć wskazówek umożliwiających natychmiastowe zmiany sterowania procesem produkcyjnym.

Utrzymanie bezpośrednio przy maszynie kontroli stuprocentowej wymagałoby wprowadzenia kosztownych urządzeń kontroli automatycznej, gdyż ręczna kontrola nie nadążałaby za tempem wytwarzania. Z tych względów stosuje się w tym przypadku kontrolę wyrwykową i w ten sposób zwalcza pracochłonność kontrolowania znanymi metodami kontroli mniejszych ilości sztuk.

Wgląd w zjawiska produkcyjne nie będzie oczywiście tak głęboki, jeśli będą badane tylko próbki zamiast wszystkich części. Jednakże próbki bieżące pobierane mogą w większości przypadków wystarczyć na rozpoznanie oznak zakłóceń w procesie produkcyjnym, jeśli jest on dostatecznie ustabilizowany, oraz dać podstawy do usunięcia przyczyn tych zakłóceń pod warunkiem, że wyniki pomiarów próbki zostaną szybko i prawidłowo zanalizowane, a wyniki tej analizy zastosowane do poprawienia procesu produkcji.

Doświadczenie wykazało, że kontrola wyrwykowa nie zawsze daje zadowalające efekty, jeśli sposób pobierania próbek jest dowolny. Dopiero ostatnio opracowane metody *statystycznej kontroli jakości* otwierają w tej dziedzinie nowe perspektywy i zapowiadają wielki postęp; rozwiązują one podstawowe problemy ekonomiczne i pewnych wielkości próbek.

W krajach wybitnie uprzemysłowionych, przede wszystkim w Związku Radzieckim, statystyczna kontrola jakości jest coraz powszechniej stosowana; opracowano różne warianty kontroli statystycznej dostosowane do warunków warsztatowych.

Z doświadczeń dokonanych w Związku Radzieckim wynika, że statystyczne metody analizy i kontroli jakości procesów technologicznych dają szereg korzyści:

1) bieżąca kontrola statystyczna stwarza możliwości czynnego włączenia się w świadome kierowanie procesem technologicznym, systematycznego obserwowania odchyłeń od normalnego rozrzutu badanych wielkości oraz ujawniania we właściwym czasie zaburzeń w działalności obrabiarki;

2) kontrola statystyczna w czasie procesu produkcyjnego zapobiega powstawaniu braków;

3) statystyczna analiza procesów technologicznych ujawnia wady oprzyrządowania i dostarcza danych o postępie zużycia się narzędzi;

4) statystyczne metody kontroli przyczyniają się do poprawienia jakości produkcji.

Niezależnie od rozwoju statystycznej kontroli jakości, powstały i inne metody kontroli w czasie procesu technologicznego, mające jedynie pewne cechy wspólne z kontrolą statystyczną.

Jedną z tych metod cieszy się ogólnym uznaniem i zasługuje na omówienie. Zasadniczą cechą odróżniającą ją od kontroli statystycznej jest brak całego szkieletu matematycznego, co oczywiście ze względów praktycznych jest jej zaletą, jakkolwiek z drugiej strony wprowadza nieokreślony stopień pewności.

Zasada tej metody polega na ustaleniu kilku charakterystycznych cech, które dokładnie określają badany proces technologiczny; dzięki kontrolowaniu tych cech mamy stały nadzór nad zmiennością interesujących nas wielkości.

A oto kilka reguł umożliwiających kontrolowanie wymiarów przedmiotów obrabianych na automatach jedno- i wielowrzecionowych oraz rewolwerówkach.

1) Wahania uzyskiwanych na obrabiarkach wymiarów w próbie złożonej z kilku przedmiotów nie mogą przekraczać czwartej części całkowitej tolerancji. Jeśli warunek ten nie będzie w dostatecznej mierze spełniony, stabilizacja procesu wytwarzania nie może być utrzymana; należy polepszyć dokładność obrabiarek lub przerzucić pracę na inne obrabiarki. Warunek takiego ograniczenia rozrzutu wymiarów próbki wynika z obserwacji, że znaczną część pola tolerancji trzeba zarezerwować na błędy ustawiania obrabiarki i zużywanie się narzędzia.

2) W czasie uruchamiania obrabiarki należy dokładnie określić błędy tolerancji kształtu, jak owalizacja, bicie, stożkowatość itp. Jeśli błędy tego rodzaju stanowią mniej niż 0,1 całej tolerancji, nie ma potrzeby sprawdzać ich często w ruchu. W razie stwierdzenia, że błędy te przekraczają ustaloną wielkość, należy zwiększyć dokładność obrabiarki lub poprawić proces produkcyjny lub też błędy te częściej kontrolować. Na ogół niekorzystne będzie tego rodzaju błędy pozostawiać w większym stosunku, gdyż w rzeczywistości prowadzi to zawsze do zawężenia części pola tolerancji przewidzianej dla ustawiania obrabiarki.

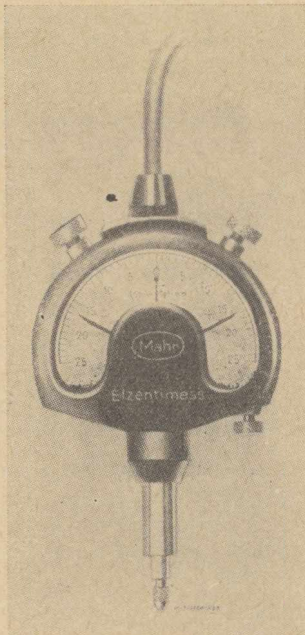
3) Gdy występuje kilka wymiarów zależnych od siebie (np. przy toczeniu nożem profilowym, lub przy rozwiercaniu rozwier-takiem wielostopniowym), które chcemy kontrolować przez po-miary jednego z nich, to różnice między nimi nie mogą wynosić więcej niż 0,1 całej tolerancji. Spełnienie tego warunku wymaga nadzwyczaj dokładnego wykonania i kontroli tych narzędzi oraz starannego ustawienia ich na maszynie.

4) Tendencja zmian uzyskiwanych wymiarów w czasie pro-cesu obróbki może być śledzona przez wrywkowe kontrolowanie w regularnych odstępach czasu małych próbek. W zależności od wielkości spływu części i charakteru procesu produkcyjnego ilość sztuk podlegających kontroli wynosi 5 do 10%.

Przy zachowaniu pierwszej reguły, można uważać średnią z wymiarów próbki złożonej z trzech sztuk za wartość dosta-tecznie bliską średniej z wymiarów liczniejszej próbki.

Niezmiernie ważnym problemem w praktyce stosowania tej metody jak również rozmaitych wariantów kontroli statystycznej, jest właściwy dobór urządzeń kontrolnych. Sprawa nabiera szczególnego znaczenia w czynnej formie kontroli, zorganizo-wanej na automatycznych obrabiarkach, z których spływają części obrobione na kilka lub kilkanaście wymiarów. Doświad-czenie wykazało, że sprawdziany stałe nie mogą spełniać tu właściwej roli i z kontroli czynnej muszą być wyeliminowane. Z istoty i celów czynnej kontroli jasno wynika, że nieodzowne są tu skalowe środki miernicze, przede wszystkim różnego ro-dzaju czujniki.

Nie ulega wątpliwości, że stosowanie czujników jednowymia-rowych musiałoby spowodować w wielu przypadkach znaczne nagromadzenie ich na danym stanowisku pracy; byłoby to nie-pożądane zarówno ze względów ekonomicznych jak i organizacyj-nych. Urządzenia kontrolne wielowymiarowe, wyposażone w czuj-niki elektrokontaktowe wg rys. 14, posiadają wprawdzie szereg zalet metrologicznych i ekonomicznych, jednakże aby odpowiadały przeznaczeniu kontroli czynnej muszą być wyposażone w specja-lne czujniki. Stanowią one połączenie bezskalowego czujnika elek-trokontaktowego ze świetlną sygnalizacją z czujnikiem skalowym np. mechanicznym; przykład takiego czujnika przedstawia rys. 29.

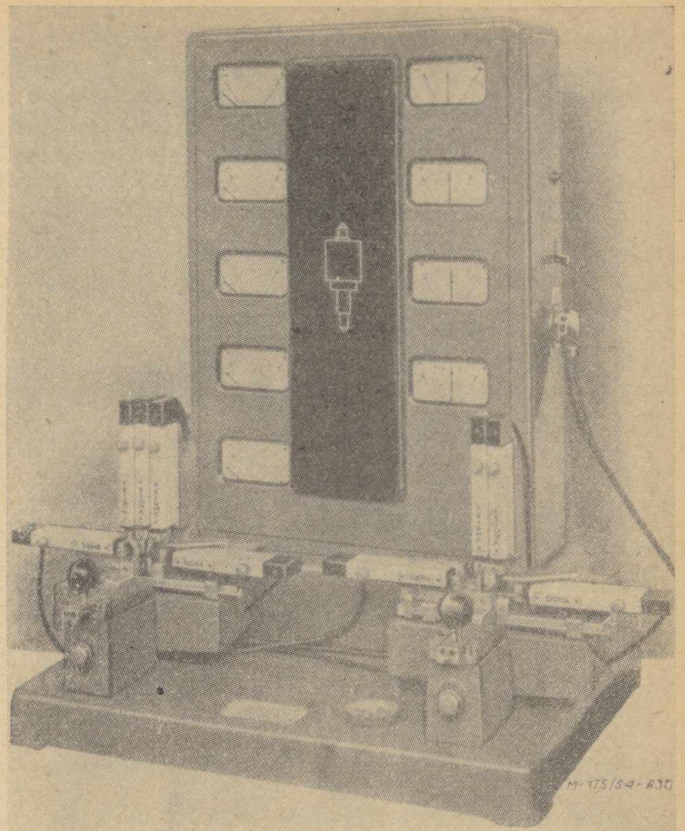


Rys. 29. Czujnik elektrokontaktowy z czujnikiem skalowym.

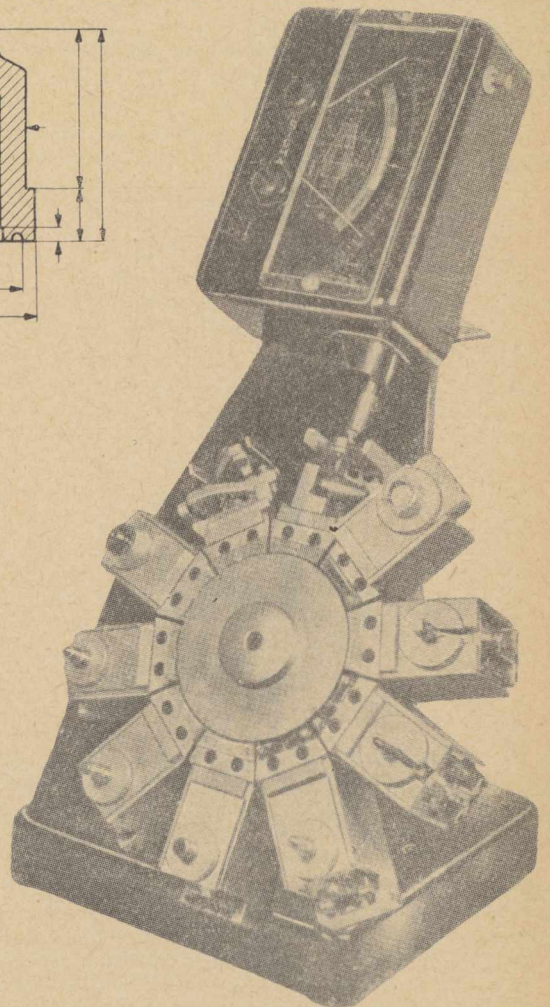
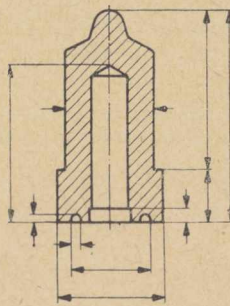
Przykład urządzenia wielowymiarowego, wyposażonego w czujniki elektryczne pokazuje rys. 30; urządzenie to jest prze-znaczone do kontroli 9 wymiarów części zegarka, sprawdzanych w dwóch grupach. Na pierwszej stacji (prawa strona) są mie-rzone 4 wymiary, na drugiej (lewa strona) pozostałe 5 wymia-rów. Po dokonaniu pomiarów pierwszej grupy wymiarów, przed-miot zostaje odwrócony i następują pomiary drugiej grupy.

Dla dokonywania pomiarów nadzorczych, przeprowadzanych wg opisanej metody opracowano konstrukcję przyrządu posiada-jącego tylko jeden czujnik skalowy; pomiary poszczególnych wy-miarów części przeprowadza się na tym przyrządzie kolejno jeden po drugim. Urządzenie takie pokazane na rys. 31 służy do pomiarów części posiadającej 10 wymiarów.

Pod czujnikiem np. mechanicznym, znajduje się obrotowo osadzona głowica rewolwerowa z 10 płaszczyznami. Na każ-



Rys. 30. Urządzenie kontrolne wielowymiarowe z czujnikami elektrycznymi.



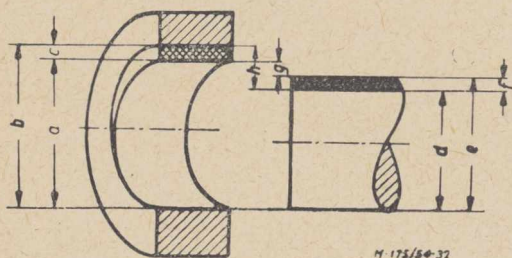
Rys. 31. Urządzenie kontrolne z jednym czujnikiem i głowicą rewolwerową.

dej płaszczyźnie stoi znormalizowana podstawka odpowiedniej konstrukcji, na której ustawiamy mierzony przedmiot.

Zamiast głowicy rewolwerowej można zastosować szereg luźnych podstawek, ustawionych kolejno na głównej podstawie przyrządu; takie uproszczone rozwiązanie, a tym bardziej dostępne w przeciętnych warunkach, było już opisane w „Mechaniku” w zeszyte 4/51.

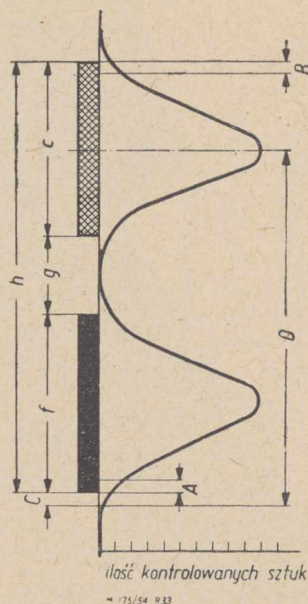
Zakończenie

Stosując kontrolę czynną osiągamy wysoką pewność wykonania. Dzięki stabilizacji procesu technologicznego i doprowadzeniu do normalnego rozrzutu wymiarów, uzyskujemy poprawę jakości masowo produkowanych części (większa ilość wymiarów przypadnie na środkowe pole tolerancji) oraz znaczne zmniejszenie ilości braków. Osiągnąwszy tak istotne efekty, należy się zastanowić, czy konieczna jest ostateczna kontrola gotowych części w ten sposób produkowanych. Aby odpowiedzieć na to pytanie należy przeanalizować metodę wyboru tolerancji przez



Rys. 32. Schematyczne przedstawienie układu pasowania.

konstruktora i następstwa przekroczenia tych tolerancji. Rys. 32 podaje rozkład tolerancji wałka i otworu. Konstruktor zwykle wybiera takie pasowanie, dzięki któremu złożenie pracuje prawidłowo nawet w obu skrajnych przypadkach, to znaczy kiedy największy wałek będzie zmontowany z najmniejszym otworem i najmniejszy wałek z największym otworem. Z normalnych wykresów częstości dla wałka i otworu (rys. 33) widać, że



Rys. 33. Wykres częstości błędów wykonania dla pasowania wg rys. 32. Oznaczenia c, g, f, h wg rys. 38; A — wałki o wymiarach przy dolnej granicy tolerancji B — otwory o wymiarach przy górnej granicy tolerancji, C — wałki brakowe z małą odchyłką, D — luz przy pasowaniu otworów w środku tolerancji z grupą C .

prawdopodobieństwo złożenia wałków z grupy A z otworami z grupy B jest małe. Jeśliby z jakichś względów przyjęte zostały jako dobre wałki z grupy C , które w rzeczywistości są brakami, to z wielkim prawdopodobieństwem spotkają się one w montażu z otworami wykonanymi na średnie wymiary, dając prawidłowe pasowanie. Można z tego wyciągnąć wniosek, że rzeczywiste tolerancje nie muszą ściśle odpowiadać tolerancjom rysunkowym; niewielkie poszerzenie tolerancji, przede wszystkim

kim jednostronne, z reguły nie wywołuje ujemnego wpływu na pasowanie skrajonych części. Zrozumiałe jest, że przy pewnym poszerzeniu tolerancji pewne złożenia będą wadliwe. Jeśli dopuścić, że jedno złożenie np. na 10 000 może być wadliwe, to przy rozrzucie wymiarów odpowiadających normalnemu wykresowi częstości można by matematycznie ustalić tę graniczną wartość pola tolerancji. Wielkości te prawdopodobnie byłyby bliskie wartościom poszerzonych tolerancji, jakie się zazwyczaj praktycznie przyjmuje. Gdyby udało się czynną kontrolę wszystkich ważnych wymiarów tak przeprowadzić, że powstałby tylko niewielki procent braków i co najważniejsze, przekroczenie tolerancji byłoby mniejsze od 10%, to w wielu przypadkach można by zrezygnować ze stuprocentowej kontroli ostatecznej. Niestety, w praktyce procent braków przy produkcji dokładnych części jest z reguły większy, a przy tym mały procent braków uzyskany w procesie technologicznym nie daje gwarancji, że przekroczenia tolerancji będą również małe; składa się również na to szereg czynników. Znane metody kontroli wrywkowej nie mogą zatem dać należytych podstaw do precyzyjnego określenia jakości produkcji.

Aby zbadać następstwa jakie wyniknąć mogą na skutek zaliczenia do dobrej produkcji małego procentu braków, rozpatrzmy proces technologiczny, w którym spodziewamy się tylko 2% braków, w każdym wymiarze. Jeżeli każda część będzie miała 7 wymiarów spełniających ten warunek i na jeden wyrób wchodzi 10 części, to jest prawdopodobne, że 90% gotowych wyróbów będzie wadliwych.

Można twierdzić, że czynna kontrola charakteryzuje tylko metodę klasyfikacji produkcji na dobrą i złą. Kierownictwo zakładu musi w konkretnych sytuacjach powziąć decyzję czy i jakiej kontroli ostatecznej mają być poddane części wyprodukowane w warunkach czynnej kontroli. Wnikliwa analiza procesów technologicznych oparta na materiałach, jakie dostarcza czynna forma kontroli, pozwala ustalić wymiary, które trudno utrzymać w granicach tolerancji oraz takie, które specjalnych trudności nie przysparzają. Z drugiej zaś strony gruntowna znajomość działania produkowanego mechanizmu wskaże, które wymiary mają zasadnicze znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania i przekroczenie ich granic tolerancji jest niedopuszczalne oraz wymiary o drugorzędnym znaczeniu. Wynika stąd potrzeba podziału wymiarów na kilka grup; na jedne z nich musi być zwrócona szczególna uwaga w czasie procesu technologicznego i będą one poddane kontroli ostatecznej w 100%. Kontrola ostateczna niektórych wymiarów będzie mogła być pominięta w ogóle, względnie wystarczającą będzie kontrola wrywkowa.

Decyzja, czy sprawdzać dodatkowo części wykonane przy udziale czynnej kontroli, zależeć będzie również od dysponowania urzędników w kontroli ostatecznej. Należy pamiętać, że nawet 100% kontrola ręczna w produkcji masowej nie daje 100% pewności sprawdzania, a zatem nie wnosi ona zasadniczej zmiany do końcowego wyniku.

LITERATURA

1. T. Pietrzkiewicz. Automatyzacja kontroli wymiarów w produkcji „Mechanik” zeszyt 1 i 2/51.
2. T. Sawicki. Pomiar nadzorcze przedmiotów wykonywanych na obrabarkach automatycznych „Mechanik” zeszyt 4/51.
3. T. Pietrzkiewicz. Automatyczne przyrządy kontrolne „Mechanik” zeszyt 9/52.
4. W. Grabowski. Automatyzacja pomiarów w obróbce szlifowaniem „Mechanik” zeszyty 4, 5 i 6/54.
5. J. Obalski. Zasady doboru narzędzi mierniczych „Przegląd Mechaniczny” zeszyt 10/51.
6. A. N. Malow Kontrolnyje stanki i prispособlenija, 1948 r.
7. „Kompleksnaja mechanizacija proizvodstwiennych processow w maszynostrojenii”, tom 3, 1950 r.
8. J. G. Gorodecki Konstrukcija i eksploatacija sredstw izmierenija razmierow w maszynostrojenii, 1951.
9. G. A. Aparin i J. E. Gorodeckij Dopuski i techničeskie izmierenija 1950.
10. „Maszynostrojenije” Enciklopedičeskiy Sprawocznik, tom V.
11. L. Herman Messen und Prüfen grösser Stückzahlen; Grundlagen und Anwendungsbeispiele „Werkstattstechnik und Maschinenbau” zeszyt 3/52.
12. P. Leinweber Messen und Prüfen grösser Stückzahlen „Werkstattstechnik und Maschinenbau” zeszyt 1/52.
13. R. Helmuth Die mechanisierte Qualitätskontrolle bei Fertigung mittlerer und grösser Stückzahlen „Werkstatt und Betrieb” zeszyt 3/54.
14. A. Henschler — Elektrische Kontaktgeräte für Längenprüfung „Werkstattstechnik und Maschinenbau” zeszyt 5/52.
15. E. Rotzoll Eindrücke von der spanenden Werkzeugmaschinen auf der 2. Europäischen Werkzeugmaschinen-Ausstellung, Hannover 1952, „Werkstattstechnik und Maschinenbau”, zeszyt 12/52.
16. J. Loxham. Le contrôle de qualité de pièces mécaniques fabriquées en série „La Machine Moderne” Nr 524.
17. A. Sanford — „Le contrôle automatique et économique „La Machine Moderne” Nr 495.
18. La mesure sur machine en self control „La Machine Outil française” Nr 49, 50, 51, 52 i 53.

DOBÓR ŚRODKÓW MIERNICZYCH

Kontrola wymiarowa przedmiotów zajmuje poważne miejsce na każdym etapie procesu produkcyjnego. Pozwala ona usuwać braki, zapobiegać im i kierować procesem produkcyjnym. Znaczenie kontroli wymiarowej w budowie maszyn zwiększa się wraz z podwyższaniem się poziomu technicznego produkcji, ze wzrostem dokładności i wykonania przedmiotów i z rozwojem automatyzacji produkcji. W niektórych przodujących zakładach budowy maszyn liczba operacji kontrolnych dochodzi do 65% liczby operacji wytwórczych, a liczba pracowników Działu Kontroli Technicznej osiąga 40% liczby pracowników zajętych bezpośrednio wykonawstwem.

Pomiary stanowią jeden z zasadniczych czynników, na których opiera się znamienność części i produkcja ciągła.

Należyty dobór środków mierniczych zwiększa szybkość pomiarów a przez to umożliwia wzrost wydajności obróbki i skracanie procesu produkcyjnego, zapewniając jednocześnie wysoką jakość produkcji. Z tych względów zagadnienie doboru środków mierniczych posiada duże znaczenie we współczesnym przemyśle.

Dobór narzędzi mierniczych stosowanych do wymiarowej kontroli wyrobów zależy od szeregu czynników, a mianowicie:

- A) cech metrologicznych narzędzia,
- B) wymaganej dokładności wykonania przedmiotu,
- C) wielkości serii produkowanych przedmiotów,
- D) stopnia mechanizacji i automatyzacji produkcji,
- E) cech ekonomicznych narzędzia.

A. Cechy metrologiczne narzędzi mierniczych

1) **Przełożenie wskazań.** Stosunek zmiany wskazania do zmiany wielkości mierzonej nazywamy przełożeniem wskazania. Np. gdy trzpień mierniczy czujnika zegarowego przesunie się o 0,01 mm, a koniec wskazówki — o 1,57 mm, to przełożenie wskazania czujnika

$$K = \frac{1,57}{0,01} = 157$$

Większe przełożenie pozwala na dokładniejsze odczytywanie wskazań narzędzia.

2) **Wartość działki elementarnej** w jest to wartość wielkości mierzonej, odpowiadająca działce ograniczonej dwiema sąsiednimi kreskami. Np. wartość działki elementarnej wynosi zazwyczaj w czujniku zegarowym 0,1 mm, w optimetrze — 1μ, w ultraoptimetrze — 0,2μ.

3) **Długość działki elementarnej d** jest to odległość w mm pomiędzy dwiema sąsiednimi kreskami. Nie powinna ona być mniejsza od 0,6 mm; w przyrządach, których wskazania odczytujemy z bliska bez pośrednictwa urządzeń optycznych, optymalna długość działki wynosi od 1 do 2,5 mm. Dobrze skonstruowane narzędzie winno dawać możliwość odczytywania 0,1 działki elementarnej, a więc grubość wskaznika musi być odpowiednio dobrana.

4) **Obszar mierniczy podziałki.** Jest to zakres wielkości mierzonej, odpowiadającej całej podziałce narzędzia. Np. zazwyczaj wynosi on: w optimetrze ± 0,1 mm, w czujniku zegarowym o wartości działki 0,01 mm — 1 mm.

5) **Obszar mierniczy narzędzia.** Jest to zakres wielkości mierzonej, którą można mierzyć danym narzędziem z przepisana dokładnością. Jeżeli narzędzie jest osadzone na zamocowanej do podstawy kolumnie, wzdłuż której może być przesuwane i zamocowane na dowolnej wysokości, to jego obszar mierniczy będzie znacznie większy od obszaru mierniczego podziałki. Np. w optimetrze całkowity obszar mierniczy wynosi 250 mm. W summiarce obszary miernicze podziałki i narzędzia są sobie równe. Im większą dokładność ma dawać narzędzie, tym jego obszar mierniczy zazwyczaj jest mniejszy.

6) **Błąd wskazań narzędzia mierniczego σ.** Jest to różnica pomiędzy wskazaniem narzędzia i rzeczywistą wartością wielkości mierzonej. Błędy wskazań zależą od rodzaju przyczyn wywołujących je i mogą być systematyczne lub przypadkowe.

Błędy systematyczne dają się obliczyć i uwzględnić przez wniesienie poprawki do wyniku pomiaru (poprawka jest to błąd ze znakiem przeciwnym; należy ją dodawać algebraicznie).

Błędy przypadkowe natomiast, pochodzące od różnych czynników nieuchwytnych, nie dają się ustalić dokładnie.

Przykładem błędów systematycznych przy pomiarze mikrometrem będzie np. błąd z powodu nieprawidłowego ustawienia mikrometru na 0 (na zero). Błędy przypadkowe uwzględniamy w wyniku pomiaru przez określenie błędu średniego σ. Błąd średni poszczególnego wskazania:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_o - X_i)^2}{n-1}}$$

gdzie M_o — średnia arytmetyczna z wyników n pomiarów, powtórzonych dla tej samej wielkości mierzonej w tych samych warunkach,

n — liczba pomiarów.

Prawdopodobieństwo, że błąd przypadkowy będzie zawarty w granicach $\pm \sigma$ wynosi 68%, a prawdopodobieństwo, że błąd przypadkowy nie przekroczy $\pm 3\sigma$ wynosi 99,7%, czyli mamy prawie zupełną pewność. Takie błędy przypadkowe, które osiągnęłyby wartość $\pm 3\sigma$ nazywają się granicznymi.

Wartość σ dla danego narzędzia powinna stanowić niewielką część wartości działki elementarnej, a w żadnym razie nie więcej niż 0,3 tej wartości.

Pełny brak rozrzutu wskazań narzędzia nie świadczy dobrze o narzędziu i może wskazywać na jego małą czułość, spowodowaną oporami w mechanizmach itp.

Błąd średni dla średniej arytmetycznej jest mniejszy i wynosi:

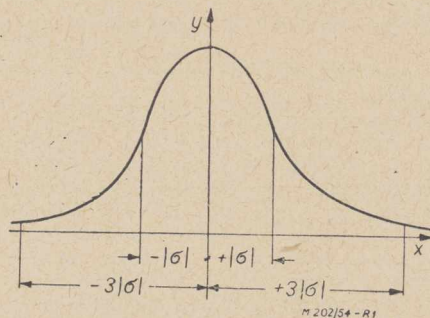
$$S = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}};$$

gdzie n — liczba pomiarów,

Podobnie średni błąd graniczny średniej arytmetycznej:

$$\Delta \lim = \pm \frac{3\sigma}{\sqrt{n}};$$

Rozkład błędów ma również wpływ na ocenę narzędzia mierniczego. Normalny rozkład błędów przedstawia krzywa



Rys. 1

Gaussa (rys. 1), której równanie jest:

$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

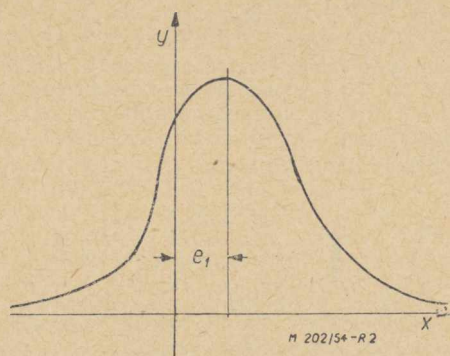
gdzie x — błąd przypadkowy, σ — średni błąd wskazań e — podstawa logarytmów naturalnych.

Im mniejszą rozbieżność wskazań daje narzędzie, tym krzywa błędów jest smuklejsza. Jeśli oprócz błędów przypadkowych występuje w pomiarach błąd systematyczny o wielkości e_1 , to krzywa błędów jest przesunięta o wielkość e_1 względem osi Y (rys. 2).

7) **Miarą nieczułości narzędzia mierniczego** jest największa zmiana wielkości mierzonej, której odpowiada samo wskazanie. Winna to być drobna część wartości działki elementarnej.

8) **Dokładnością narzędzia mierniczego** jest stopień pewności wskazania narzędzia, określony jako granice, których błąd nie przekracza przy poprawnie

wykonywanym pomiarze. Jeżeli błędy systematyczne są wyrównane, to dokładność narzędzia pokrywa się z błędem granicznym. Np. jeżeli dokładność pewnego narzędzia wynosi $\pm 2\mu$,



Rys. 2

to znaczy, że praktycznie mamy pewność, iż wynik pomiaru tym narzędziem, dokonany prawidłową metodą i przez średnio wprawnego pracownika, nie będzie się różnił od wartości rzeczywistej więcej niż o 2μ . Podawanie dokładności pomiaru jest konieczne, gdyż od tego uzależnia się wybór narzędzia, przeznaczanego do mierzenia wyrobów, które mają wymiary stołowane, a więc wybór narzędzia będzie zależał od wielkości tolerancji wymiaru przedmiotu.

B. Zależność doboru środków mierniczych od wymaganej dokładności wykonania mierzonego przedmiotu

Błędy popełniane przy pomiarach powodują, że wyniki pomiarów nie odpowiadają rzeczywistym wartościom wymiarów mierzonych. Różnica pomiędzy wynikiem pomiaru i rzeczywistą wartością wymiaru mierzonego może osiągnąć wielkość błędu granicznego narzędzia lub metody pomiaru. Wskutek błędów zachodzących w pomiarach zdarza się, że przedmioty mające wymiary prawidłowe w stosunku do wymiarów granicznych, a więc nie przekraczające ich, mogą być zaliczone do braków i na odwrót — przedmioty z wymiarami nieprawidłowymi a więc przekraczającymi wskazane na rysunku wymiary graniczne, mogą być zaliczone do dobrych, co daje w skutkach straty gospodarcze. Straty te można zmniejszyć przez właściwy dobór środków mierniczych zależnie od wielkości tolerancji wymiaru mierzonego i błędu granicznego użytego do pomiaru narzędzia.

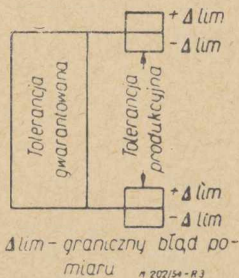
Typowanie narzędzi mierniczych winno uwzględniać następujące wymagania:

1) możliwie jak najbardziej ściśle ograniczenie rzeczywistych wymiarów przedmiotów mierzonych przez wymiary graniczne podane na rysunku, a więc dążność do tego, aby wymiary rzeczywiste przedmiotów nie przekraczały wymiarów granicznych, jakie wynikają z przyjętych wg norm tolerancji;

2) możliwie jak największe rozszerzenie tolerancji pozostawionej do dyspozycji wykonawcy tj. różnicy pomiędzy ustaloną tolerancją wziętą z norm i wielkością granicznego błędu pomiaru. Tolerancja przewidziana dla danego wymiaru, pasowania i klasy wzięta z norm, nazywa się tolerancją gwarantowaną (rys. 3), a tolerancja, która pozostaje do dyspozycji wykonawcy, a więc efektywna — nazywa się tolerancją produkcyjną;

3) możliwie najmniejsze koszty środków mierniczych i organizacji kontroli technicznej, co poważnie wpływa na koszty własne wyrobu.

Można by zapobiec przedostawaniu się przedmiotów z wymiarami przekroczonymi do liczby sztuk dobrych przez zmniejszenie tolerancji gwarantowanej w stosunku do wskazanej na rysunku. Jeżeli tę tolerancję zmniejszymy z każdej strony o wielkość błędu granicznego dla danego narzędzia i jeżeli będziemy się trzymali tak ustalonej tolerancji przy odbiorze przedmiotów gotowych, to wymiary rzeczywiste przedmiotów uznanych za dobre mogą z powodu błędów pomiaru wykroczyć poza granice otrzymanej tolerancji, lecz pozostaną w granicach tolerancji założonej pierwotnie na rysunku (przyjętej z norm). Takie zmniejszenie tolerancji gwarantowanej, spowodowane niedoskonałością

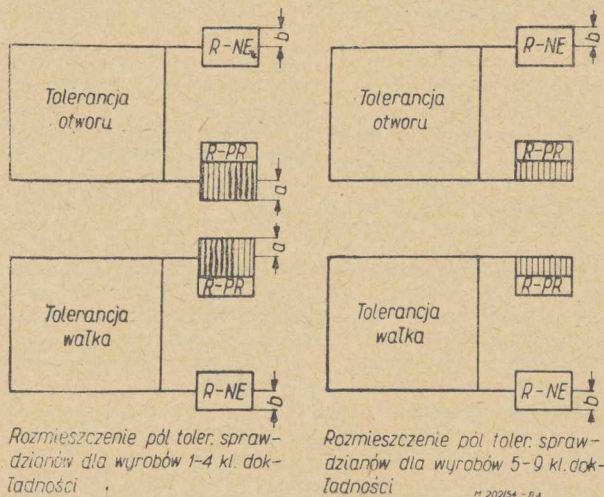


Rys. 3

narzędzi mierniczych, prowadzi do znacznego zawężenia tolerancji produkcyjnej, co zwiększa koszty produkcji. Wprowadzenie tolerancji produkcyjnych komplikuje gospodarkę rysunkową w zakładzie przemysłowym: oprócz tolerancji ustalonej przez konstruktora odpowiednio do warunków pracy danej części, należy jeszcze podać tolerancję produkcyjną i wskazać środki miernicze, dla których została obliczona ta tolerancja, ponieważ zależy ona od błędu granicznego narzędzia.

Ten fakt ogranicza dotychczas szersze zastosowanie tej metody określania tolerancji.

Prawidłowy dobór środków mierniczych winien zezwalać na pewne niewielkie przekroczenie wymiarów granicznych podobnie, jak to może zachodzić przy stosowaniu sprawdzianów dwugranicznych. Rys. 4 przedstawia rozmieszczenie pól tolerancyjnych dla przechodniego i nieprzechodniego sprawdzianu roboczego na tle pola tolerancyjnego przedmiotu dla klas dokładności od 1 do 4. Jest widoczne, że przy takim rozmieszczeniu pól tolerancyjnych dla sprawdzianów wymiary przedmiotów mogą przekraczać wymiary graniczne o wielkość a przy użyciu sprawdzianu przechodniego i o wielkość b przy użyciu sprawdzianu nieprzechodniego.



Rys. 4

Wieloletnie doświadczenie w stosowaniu sprawdzianów dwugranicznych wykazuje, że zamienność części nie ulega naruszeniu przy takim rozmieszczeniu pól tolerancyjnych sprawdzianów. Można więc przyjąć przy kontroli produkcji uniwersalnymi narzędziami mierniczymi za dopuszczalne takie przekraczanie wymiarów mierzonych poza granice wyznaczone przez tolerancję gwarantowaną, podobnie jak to się zdarza przy kontroli za pomocą sprawdzianów dwugranicznych. Wielkości a i b , o które wymiar mierzony może przekraczać założone wymiary graniczne, nie są sobie równe. Jednak dla uproszczenia doboru środków mierniczych możemy przyjmować, że wielkość b jest równa wielkości a . W ten sposób przy produkcji przedmiotów w klasach dokładności od 1 do 4 dobór uniwersalnych narzędzi mierniczych uzależnimy od tolerancji przyjętej z norm i powiększonej o wielkość $2a$. Dla przedmiotów wykonywanych w klasach dokładności od 5 do 9 sprawdziany robocze przechodnie mają tolerancję wykonania i zapas na życie rozmieszczone wewnątrz pola tolerancyjnego przedmiotu i poszerzenie tego pola jest równe 0. Dla sprawdzianów roboczych nieprzechodnych natomiast pole tolerancji wykonania sprawdzianu wykracza poza pole tolerancji przedmiotu o wielkość b , a więc tolerancja przyjęta z norm ulega poszerzeniu o wielkość b .

Jak wynika z rys. 4 możliwy jest przypadek, że wymiary przedmiotu przyjętego przez sprawdzian dwugraniczny, mogą przekraczać wymiary graniczne, wyznaczone przez tolerancję gwarantowaną. Gdybyśmy złożyli takie elementy z przekroczonymi wymiarami granicznymi, to charakter pasowania tych elementów byłby różny od założonego. Ten teoretyczny przypadek w praktyce może zajść, lecz prawdopodobieństwo takiego zbiegu wymiarów jest bardzo małe.

Praktycznie więc mamy zachowane podobieństwo pomiędzy warunkami użycia do kontroli produkcji sprawdzianów dwugranicznych i uniwersalnych narzędzi mierniczych, jeżeli przyjmujemy, że dopuszczalne błędy graniczne pomiaru nie przekraczają $\pm 15\%$ wielkości tolerancji przedmiotu wykonanego w 5 klasie dokładności i $\pm 10\%$ dla przedmiotu wykonanego w 7 —

9 klasach dokładności. Należy więc najpierw określić graniczne błędy pomiaru dla narzędzi mierniczych, jakich mamy zamiar używać, a następnie możliwy do przyjęcia stosunek tych błędów granicznych do tolerancji wymiaru mierzonego.

Przy doborze środków mierniczych wychodzimy z założenia, że w serii przedmiotów przyjętych jako dobre trafi się nie więcej jak 0,3% z wymiarami, przekraczającymi poszerzone pole tolerancji przedmiotu mierzonego, co bywa spowodowane różnicą temperatur, odkształceniami sprawdzianu i przedmiotu mierzonego, zbyt późnym wycofaniem zużytego sprawdzianu z pracy itp.

TABLICA I. Dopuszczalne graniczne błędy pomiaru długości za pomocą uniwersalnych narzędzi mierniczych

Narzędzia miernicze	Górna granica obszaru mierniczego w mm							
	10	50	80	120	180	260	360	500
	± μ							
Optimetry, opt. maszyny miern. przy mierzeniu wymiarów zewn.	0,35	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,4	1,8
To samo przy mierzeniu wymiarów wewn.	—	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	—	—
Maszyny miern. do pomiarów bezwzgl.	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	4,0	5,0	6,0
Mikroskop warsztatowy	5,0	5,0	—	—	—	—	—	—
Mikroskop uniwersalny	1,5	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5	—	—
Minimetr z wartością działki element. 1 μ	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,8
Minimetr z wartością działki element. 2 μ	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	2,2	3,0	3,5
Minimetr z wartością działki element. 5 μ	2,2	2,5	3,0	3,5	4,0	5	6,5	8,5
Czujnik zegar. kl. 0 z wart. dz. elem. 0,01 mm w granicach 1 obr. wskazówki	8	8	9	9	9	10	10	11
To samo dla czujnika kl. I	10	10	10	11	11	12	12	13
To samo dla czujnika kl. II	12	12	13	13	14	15	16	17
Średnicówka czujnikowa z czujnikami kl. 0 w gran. 1 obrotu wskazówki	11	11	12	12	13	14	14	15
To samo z czujnikiem kl. I	16	16	17	17	18	19	19	20
Mikrometr klasy 0	4,5	5,5	6	7	8	10	12	15
Mikrometr klasy I	7	8	9	10	12	15	20	25
Mikrometr klasy II	12	13	14	15	18	20	25	35
Mikrometr z czujnikiem dźwigniowo - zegarowym z wart. dz. elem. 2 μ	3	4	—	—	—	—	—	—
Głębokościomierz mikrometr. kl. I	14	16	18	20	—	—	—	—
Głębokościomierz mikrometr. kl. II	22	25	30	35	—	—	—	—
Średnicówka mikrometryczna kl. I	—	—	18	20	22	25	30	35
To samo kl. II	—	—	20	25	30	35	40	45
Suwmiarka z noniuszem 0,1 mm dla wym. zewn.	150	150	160	170	190	200	210	230
To samo dla wym. wewn.	—	200	230	260	280	300	300	300
Suwmiarka z noniuszem 0,05 mm dla wym. zewn.	80	80	90	100	100	100	110	110
To samo dla wym. wewn.	—	100	130	130	150	150	150	150
Suwmiarka z noniuszem 0,02 mm dla wym. zewn.	40	40	45	45	45	50	60	70
To samo dla wym. wewn.	—	50	60	60	65	70	80	90

Tablica I zawiera graniczne błędy pomiaru za pomocą uniwersalnych narzędzi mierniczych przy nastawianiu ich za pomocą płytek wzorcowych klasy II z uwzględnieniem błędu z powodu dopuszczalnej różnicy pomiędzy temperaturą pomiaru i temperaturą odniesienia.

TABLICA II. Dopuszczalne graniczne błędy w μ pomiaru przedmiotów gładkich o wymiarach od 1 do 500 mm ¹⁾

Klasy i pasowania		Obszary miernicze mm											
Otwory	Wałki	1-3	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80 do 120	120 do 180	180 do 260	260 do 360	360 do 500
		Dop. graniczne błędy pomiaru w mikronach											
—	1	2	2	2	3	4	4	4,5	6	6,5	—	—	—
1	2 z wyjątk. Gr, Ch, Ł, Sz.	3	3	4	4	5	6	6	8	10	12	15	18
2 z wyj. Ł i Sz	2a Gr, Ch, Ł.	5	6	6	8	8	10	11	13	16	17	20	25
2a, Ł, Sz, A ₃ S ₃	Sz 3 z wyjątk. Ch ₃ i Sz ₃	6	6	7	9	10	12	13	16	19	20	25	30
	Ch ₃ i Sz ₃	7	8	9	11	12	15	16	19	21	25	30	35
	3a	9	10	11	13	15	18	20	23	25	30	35	40
	4	11	12	13	17	20	24	31	38	45	55	65	75
	5	18	24	30	35	42	50	60	70	80	90	100	110
	7	25	30	35	40	50	60	75	85	100	120	130	150
	8	40	50	60	70	80	100	120	140	160	180	210	250
	9	60	75	90	100	130	150	190	220	250	290	330	380

1) Powyżej 500 mm — patrz książka J. G. Gorodeckij „Konstrukcje i eksploatacja środków izmierzenia rozmiarów w maszynostrojeniu“ str. 26.

Tablica II podaje dopuszczalne błędy pomiaru przedmiotów gładkich o wymiarze do 500 mm, zależnie od klasy dokładności i pasowania, obliczone na podstawie rachunku prawdopodobieństwa.

Biorąc pod uwagę dane z tablic I i II, możemy określić obszar zastosowania różnych narzędzi mierniczych.

Dobór narzędzi mierniczych do pomiaru przedmiotów gładkich ilustrują następujące przykłady:

Przykład 1. Mamy zmierzyć wałek o ϕ 25 G₁ mm wykonany w kl. I. Z tabl. II widzimy, że dopuszczalny graniczny błąd pomiaru tego wałka wynosi $\pm$ 4 μ; wg tabl. II dobieramy mikrometr z czujnikiem dźwigniowo-zegarowym, lub minimetr z wartością działki 5 μ.

Przykład 2. Mamy zmierzyć otwór ϕ 50 Ch₃. Z tabl. II znajdujemy dopuszczalny graniczny błąd pomiaru tego otworu $\pm$ 15 μ. Wg tabl. I dobieramy średnicówkę czujnikową z czujnikiem kl. 0.

Przykład 3. Mamy zmierzyć wałek ϕ 100 S₅. Z tabl. II znajdujemy dopuszczalny graniczny błąd pomiaru tego wałka $\pm$ 70 μ. Wg tabl. I dobieramy suwmiarkę z noniuszem 0,02 mm.

Przykład 4. Mamy zmierzyć otwór ϕ 200 A₉. Z tabl. II znajdujemy dopuszczalny graniczny błąd pomiaru tego otworu $\pm$ 290 μ. Wg tabl. I dobieramy suwmiarkę z noniuszem 0,1 mm.

C. Wielkość serii wytwarzanych przedmiotów

Do kontroli wyrobów wytwarzanych seryjnie lub masowo stosujemy powszechnie sprawdziany, które w porównaniu z uniwersalnymi narzędziami mierniczymi wykazują następujące zalety:

- 1) sprawdzanie wymiarów jest szybkie, proste i pewne,
- 2) sprawdzanie nie wymaga personelu o wysokich kwalifikacjach,
- 3) sprawdzenie zapewnia całkowitą zamienność części, nawet wykonanych w różnych wytwórniach, bez zastosowania uciążliwych pomiarów narzędziami mierniczymi.

Przy niewielkich seriach np. próbnych, gdy wymiary mogą jeszcze ulec zmianom, korzystne jest stosowanie sprawdzianów nastawnych. Są one jednak droższe w wykonaniu od sprawdzianów stałych i wymagają doświadczonych pracowników przy nastawianiu i użytkowaniu.

Przy seriach małych znajdują zastosowanie sprawdziany czujnikowe, które dają możność określenia odchyłek wymiarów mierzonych i rozdział wyrobów na grupy wymiarowe.

W produkcji masowej są stosowane urządzenia, które w znacznym stopniu usprawniają pomiary (mechanizacja pomiarów), jak również półautomatyczne lub automatyczne przyrządy sortujące, które oddzielają wyroby złe od dobrych, lub segregują je na grupy o różnych wymiarach. Dalszym szczeblem rozwojowym tych urządzeń są urządzenia sterujące obrabiarkami podczas ich pracy, które zapobiegają brakom, wyłączając bieg obrabiarki, gdy wymiar przedmiotu osiągnie swoją właściwą wielkość.

E. Cechy ekonomiczne narzędzia

Głównymi cechami ekonomicznymi narzędzi mierniczych są:

- 1) koszt nabycia,
- 2) wymagane środki pomocnicze,
- 3) odporność na zużycie i uszkodzenia,
- 4) odporność na rozregulowanie,
- 5) czas przygotowania narzędzia do pomiaru (nastawianie i sprawdzanie),

6) koszty utrzymania narzędzia (naprawa, konserwacja i przechowywanie),

7) czas mierzenia,

8) koszt remontu,

9) wymagane kwalifikacje personelu obsługującego,

10) wielkość zawężenia tolerancji sprawdzanego wymiaru na skutek niepewności pomiaru.

Przy racjonalnej gospodarce narzędziami mierniczymi, spośród różnych narzędzi możliwych do stosowania w określonym przypadku, wybieramy to, którego całkowity koszt, przy użyciu do kontroli określonej liczby wyrobów w określonym czasie, jest najmniejszy.

Wechodzi tu w grę wydajność środków mierniczych, a więc czas, jaki jest przeciętnie potrzebny do wykonania jednego pomiaru.

Nazwa narzędzia	czas w min. na 1 pomiar
Dwustronne sprawdziany tłoczkowe dwugraniczne	0,04—0,10
Jednostronne sprawdziany szczękowe dwugraniczne	0,03—0,12
Suwmiarki	0,07—0,15
Mikrometry	0,08—0,19
Mikrometry z czujnikiem dźwigniowo-zegarowym	0,09—0,25
Sprawdziany gwintowe trzpieniowe i pierścieniowe	0,20—1,08
Sprawdziany gwintowe szczękowe	0,04—0,08
Mikrometry do gwintów	0,15—0,6
Wielomiarowe urządzenia kontrolne z sygnalizacją świetlną*	0,04—0,10
Automatyczne urządzenia sortujące	0,002—0,03

*) Czas został obliczony dla grupy jednocześnie kontrolowanych wymiarów (od 2 do 7)

Tabl. III podaje czas w minutach na wykonanie jednego pomiaru różnymi narzędziami przy wymiarach do 50 mm.

LITERATURA

1. A. Tomaszewski „Zarys metrologii warsztatowej”.
2. Aparin i Gorodeckij „Dopuski i techniczskie izmierenia”.
3. Lesochin „Dopuski i techniczskie izmierenia”.
4. J. E. Gorodeckij „Konstrukcji i eksploatacja sredstw izmierenia raz-mierow w maszynostrojenji”.
5. J. Obalski „Zasady doboru narzędzi mierniczych” — Przegląd Mechaniczny Nr 10/51.
6. „Sprawocznik instrumentalszczeka”. Tom 2.

Inż.-mech. TADEUSZ SAWICKI

NADZÓR NAD ŚRODKAMI MIERNICZYMI W PRZEMYSŁE

1. Konieczność stałego nadzoru

Czołowym zadaniem przemysłu socjalistycznego jest, aby każdy wyprodukowany wyrób był pod względem jakościowym bez zarzutu, a zużycie materiałów i siły roboczej potrzebnych do jego wykonania było jak najmniejsze.

W przemyśle maszynowym wymagania jakościowe występują ze znacznie większą ostrością aniżeli w innych przemysłach. Należy przy tym zwrócić uwagę na fakt, że przemysł ten musi dawać produkcję wysokiej jakości, choćby z tej prostej przyczyny, że nie ma w nim gradacji jakościowej wyrobów. Dla odbiorców produkcji przemysłu maszynowego jest niezrozumiałe pojęcie „pompy II gatunku” albo „rewolwerówki kategorii B”, podczas gdy nieudany wytop stali węglowej 0045 może być zakwalifikowany jako stal 045, a niższej jakości tkaniny albo meble mogą być zaliczone do drugiego lub niższego gatunku.

Wysoką jakość produkcji przemysłu maszynowego można osiągnąć przez przestrzeganie dyscypliny technologicznej oraz racjonalną organizację kontroli przy jednoczesnym stosowaniu na wszystkich etapach — przygotowywania, wykonywania i odbioru produkcji — czynności kontrolnych wykonywanych najrozmaitszymi przyrządami, aparatami lub narzędziami mierniczymi do pomiaru różnych właściwości.

Należy mieć przy tym na uwadze, że niesłychanie szybko następujący rozwój naszego przemysłu zwiększa bezustannie w zakładach stan wyposażenia w aparaturę kontrolno-pomiarową zwykłą lub automatyczną i środki pomocnicze. Równocześnie coraz szersze przechodzenie na produkcję seryjną lub masową i ciągły postęp techniczny zwiększają wymagania dotyczące dokładności dokonywanych pomiarów.

Podstawowym założeniem skuteczności pomiarów jest wymaganie, aby środki miernicze zawsze wiernie przekazywały miary w ramach przewidzianych dla każdego z nich dokładności wskazań. Dokładność tę podają przepisy, instrukcje, dane katalogowe lub inna dokumentacja techniczna. W przypadkach nierzetelności wskazań, wywołanych zużyciem, rozregulowaniem, nieumiejętną obsługą lub niewłaściwym stosowaniem, mogą wy-

niknąć poważne straty w gospodarce państwowej. Straty takie mogą się ujawnić pod postacią: braków nienaprawialnych (ostatecznych) lub naprawialnych, nadmiernej pracochłonnością montażu, nieprodukcyjnym zużyciem materiałów albo energii, naruszeniem zasady wymienności części, częstotki pyłu, wadliwie przeprowadzonymi procesami technologicznymi lub nawet zagrożeniem życia pracowników zatrudnionych w produkcji lub użytkujących gotowe wyroby.

Skomplikowana niekiedy konstrukcja środków mierniczych lub też duże wymagania dokładności mogą sprawić, że znaczne zużycie niektórych części składowych, zwłaszcza trudno dostępnych, nieuchwytne lub niedostrzegalne zmiany własności sprężystych części, częstotki pyłu w połączeniach ruchomych, wilgoć lub korozja, mogą spowodować poważne zmiany wskazań narzędzia mierniczego. Nawet rzadko pracujące narzędzia miernicze lub znajdujące się w przechowywaniu mogą zmieniać swe właściwości pomiarowe wskutek naturalnych zmian struktury wewnętrznej materiałów użytych do ich konstrukcji. Zmiany te mogą wywołać trwałe odkształcenia lub zmianę właściwości fizycznych, jak to się obserwuje np. w płytkach wzorcowych, drutach oporowych, magnesach itp.

Doceniając rolę dokładnych pomiarów w gospodarce i wrastające stale ilości stosowanych w przemyśle środków mierniczych, należy stwierdzić, że zagadnienie organizacji ciągłego i racjonalnego nadzoru nad stanem użytkowym oraz nad rzetelnością wskazań środków mierniczych jest sprawą bardzo ważną, dorastającą na obecnym etapie rozwoju przemysłowego do zagadnienia ogólnopaństwowego.

Organizacja nadzoru powinna obejmować:

- 1) właściwe ustalenie kolejności przekazywania miar wyższego rzędu dokładności do rzędu niższego;
- 2) systematyczne (okresowe) sprawdzanie stanu użytkowego narzędzi mierniczych i dokładności wskazań;
- 3) kontrolę sposobu eksploatacji, montażu, ustawienia i podłączania do sieci energetycznej narzędzi mierniczych;
- 4) remonty planowo-zapobiegawcze i kapitalne.

2. Stan obecny nadzoru nad środkami mierniczymi

Zapewnienie jednolitości miar polega na oparciu wszystkich przeprowadzonych pomiarów o te same wzorce i przyrządy naj-

wyższego stopnia dokładności lub o metody metrologiczne przyjęte za wzorcowe. Wymaga to, aby w każdym miejscu stosowania środków mierniczych istniała możliwość sprawdzenia ich za pomocą środków mierniczych wyższej dokładności. Te z kolei muszą być sprawdzane w sposób systematyczny przez instytucje metrologiczne wyższego stopnia.

Zadanie to może być urzeczywistnione przez stworzenie hierarchicznej sieci organizacyjnej sprawdzających, zaopatrzonej we wzorce i aparaty miernicze. Najwyższą instancją metrologiczną w tej sieci jest Główny Urząd Miar (GUM). Członkami tej sieci są urzędy terenowe GUM, instytucje naukowe (np. laboratoria politechniczne) lub organizacje resortowe (np. przedsiębiorstwa pomiarowe większych zakładów), które powinny być upoważnione przez GUM do sprawowania czynności nadzorczych.

Warunkiem koniecznym racjonalnego funkcjonowania sieci organizacyjnej sprawdzających środki miernicze jest przestrzeganie wszystkich przepisów i instrukcji GUM.

Jeśli teraz przejdziemy od założeń teoretycznych do sytuacji istniejącej w przemyśle maszynowym i innych przemysłach w zakresie nadzoru nad użytkowaniem środków mierniczych, to sytuację tę można określić jako niezadowalającą.

Nadzór wewnętrzny w zakładach nie jest jeszcze na ogół należycie zorganizowany albo w niektórych przypadkach wcale nie jest zorganizowany, a formy organizacyjne nie są ani ujednolicone, ani ujęte w obowiązujące przepisy lub zarządzenia wykonawcze. Panuje w tym zakresie prawie powszechnie dowolność organizacyjna.

Środki miernicze sprawdza się w praktyce najczęściej dorywczo i to przeważnie wówczas, kiedy wykazują rażące błędy lub są jaskrawo niedolne do pracy.

Odnosnie zachowania jednolitości miar, jedynie w dziedzinie miar długości i kąta oraz w dziedzinie pomiarów wytrzymałościowych istnieje pewien stopień zorganizowania; w innych dziedzinach natomiast sytuacja przedstawia się źle. W zakresie jednolitości miar długości i kąta GUM wydał co prawda w roku 1950 „Instrukcję o sporządzaniu planu sprawdzeń w zakładach wytwórczych przemysłu metalowego i elektrotechnicznego” (POM:6,374/1 z dn. 8.8.50) jednakże nieliczne zakłady opracowały i stosują u siebie takie plany.

Należy zauważyć, że w chwili obecnej jedynie płytki podstawowe są okresowo przysyłane do GUM do sprawdzenia i to tylko z konieczności, ale bez głębszego zanalizowania czy dokładność tych płytek odpowiada potrzebom dokładności wykonywanej produkcji. Łańcuch przekazywania miar długości wyższej dokładności jest przeważnie w zakładach bardzo wiotki a często nawet przerywa się. Okresowe kontrole i naprawy pośrednich środków mierniczych często istnieją tylko na papierze, a rzadko kiedy są wykonywane wg przemyślanego systemu i harmonogramów, co właśnie wskazywać powinien plan sprawdzeń.

Przyczyną nieopracowywania planów sprawdzeń w zakresie miar długości jest być może zbyt ogólnikowość „Instrukcji”, zbyt skomplikowany przykład podany w załączniku do instrukcji (który może być wykorzystany jedynie przez zakład o bardzo wysokiej kulturze metrologicznej), brak bliższych wskazań i ogólnych przykładowych schematów z różnych dziedzin miernictwa długości i kąta. Główną jednak przyczyną zaniedbania jest brak odpowiednich zarządzeń wykonawczych resortowych wskazujących wyraźnie (na podstawie opracowanych instrukcji i przepisów GUM) jak należy wykonywać plany sprawdzeń, kto je ma zatwierdzać, z kim należy uzgadniać, kto kontroluje ich wykonanie oraz jakie są konsekwencje w przypadku ich nieprzestrzegania. Największy głos w tej dziedzinie powinien mieć resortowy Dział Kontroli Technicznej oraz inżynier do spraw aparatury.

Odnosnie jednolitości wskazań maszyn wytrzymałościowych również panuje powszechna niepewność wskazań. Jedynie w tych zakładach, gdzie odbiorcy zewnętrzni odmawiają zdecydowanie przyjęcia produkcji niesprawdzonej na skontrolowanych i atestowanych maszynach, nastąpiła poprawa sytuacji (głównie ma to miejsce w przemyśle hutniczym) przy dużym wysiłku Departamentu Techniki PKPG i GUM. Co się tyczy przemysłu maszynowego, to maszyny wytrzymałościowe i twardościomierze nie są prawie całkowicie nadzorowane.

3. Organizacja nadzoru nad środkami mierniczymi

1) Podane poprzednio uwagi dotyczą fragmentu zagadnienia nadzoru nad środkami mierniczymi. Sprawę należy ująć i zorganizować kompleksowo, a to z tej przyczyny, że w wielu zakładach przemysłowych park sprzętu mierniczego bywa bardzo

rozległy, rozszerza się stale i obejmuje środki miernicze do pomiaru lub kontroli:

- długości i kąta;
- temperatury (termometry termoelektryczne i pirometry optyczne, termometry manometryczne, oporowe, pływowe itp.);
- wielkości wytrzymałościowych i twardości;
- masy (od wag analitycznych do wagonowych);
- ciśnienia (różnego rodzaju manometry);
- wielkości elektrycznych i magnetycznych;
- przepływów (wodomierze, gazomierze, ciągomierze itd.);
- powierzchni (planimetry);
- innych specjalnych wielkości.

Zależnie od charakteru produkcji (jednostkowa, seryjna lub masowa), jej wielkości i rodzaju (obrabiarki, silniki, łożyska, maszyny rolnicze itd.) stosunek ilościowy poszczególnych rodzajów środków mierniczych może być w danej dziedzinie przemysłu rozmaity z tym oczywiście, że w przemyśle maszynowym przeważają środki miernicze do pomiaru długości i kąta.

Największe zainteresowanie przemysł maszynowy kierował na pomiar długości i kąta: wszystkie inne dziedziny pomiarów były traktowane na ogół z obojętnością. Taki stan rzeczy nie może nadal pozostać wobec rozwoju przemysłu i zwiększenia ilości produkowanych wyrobów.

Wszystkie dziedziny pomiarów muszą być objęte systematycznym nadzorem stosowanych środków mierniczych. W każdej dziedzinie powinny być ustalone w zakładzie wzorce lub przyrządy najwyższej, potrzebnej w danym zakładzie klasy dokładności oraz właściwe metody pomiarów.

W przypadku nieopłacalności wyposażenia danego zakładu w bardzo kosztowne środki miernicze — albo też jeśli zakład dysponuje personelem o niedostatecznych kwalifikacjach, przez co jest uniemożliwione przeprowadzenie pomiarów wysokiej dokładności, wówczas musi być wskazana wyraźnie pewna określona instytucja lub organizacja, znajdująca się w najbliższym sąsiedztwie, która mogłaby dokonać pomiaru sprawdzającego i wydać odpowiednie świadectwo sprawdzenia lub uwierzytelnienia.

To samo dotyczy lokalizacji remontów środków mierniczych. Remonty mogą być przeprowadzane na miejscu lub w ograniczających upoważnionych przez GUM, odpowiednio wyposażonych i dysponujących kwalifikowanym personelem.

2) Dla ujęcia organizacyjnego w każdej dziedzinie mierniczej muszą być opracowane poszczególne plany sprawdzeń, składające się na jeden ogólnozakładowy plan sprawdzeń danego zakładu.

Przypomnijmy, że plan sprawdzeń daje ujęcie w postaci zespołu dokumentów kolejności przekazywania miar od wzorców podstawowych lub przyrządów wzorcowych (metod wzorcowych) najwyższej dokładności poprzez łańcuch środków mierniczych pośredniej dokładności do produktu lub procesu technologicznego na etapie roboczym.

Uporządkowanie i ustalenie tej kolejności jest konieczne, gdyż na tej podstawie uzyskuje się pełny obraz, co należy posiadać (asortyment środków mierniczych) oraz gdzie i kiedy należy je sprawdzać (miejsce sprawdzania lub kontroli i jej częstotliwość).

Załącznikami do planów sprawdzeń w każdej dziedzinie muszą być szczegółowe harmonogramy lub tablice kontroli okresowych oraz harmonogramy remontów zapobiegawczych (zazwyczaj miesięczne) i kapitalnych (roczne) wraz ze wskazaniem ich lokalizacji.

Przy opracowywaniu planów sprawdzeń, szczególnie po raz pierwszy, ujawnia się natychmiast, czy dysponowane środki miernicze wystarczają, aby uzyskać w danym zakresie pomiarów wymaganą dokładność, którą należy przestrzegać wg dokumentacji technicznej.

Opracowywanie kompleksowego planu sprawdzeń powinno być rygorystycznie obowiązujące dla każdego zakładu. Może się zdarzyć, że pewien zakład nie będzie w stanie własnymi środkami tego wykonać; wówczas organizacja sprawująca opiekę nad gospodarką środkami mierniczymi danego zakładu jest obowiązana zań to wykonać.

Zakładowy kompleksowy plan sprawdzeń musi być zatwierdzany przez dyrektora zakładu po uzgodnieniu z instytucją lub organizacją metrologiczną rzędu wyższego i wprowadzony do obowiązującego stosowania na podstawie zarządzenia wewnętrznego.

W Związku Radzieckim każdy plan sprawozdań jest uzgadniany z Komitetem do Spraw Miar i Przyrządów Pomiarowych (odpowiednik GUM) lub z jego terenowymi placówkami, odpowiednio postawionymi pod względem kadrowym i wyposażeniowym. Taki system wydaje się najsluszniejszy i powinien być

1) W oparciu o „Zalecenia Przewodniczącego PKPG” z dnia 20. 10. 1949 r. w sprawie utworzenia laboratoriów pomiarowych w fabrykach przemysłu metalowego i elektrotechnicznego.

u nas przyjęty w najbliższej przyszłości, jednak na obecnym etapie GUM miałby zapewne praktyczne trudności dla zrealizowania zadania uzgadniania planów sprawdzeń wszystkich zakładów ze względów kadrowych i wyposażeniowych. Może to być dokonane w chwili obecnej jedynie w ramach resortu przez stworzenie pośrednich komórek metrologicznych.

3) Racjonalna organizacja gospodarki nadzorczej nad środkami mierniczymi w większych zakładach wymaga, aby w nich znajdowały się dobrze postawione laboratoria, a mianowicie laboratorium metrologiczne dla miar długości i kąta (przy Izbie Pomiarów) oraz zespół specjalizowanych laboratoriów (np. mechaniczne, metalograficzne, obróbki cieplnej, obróbki plastycznej, odlewnicze itp.) lub też wydzielony oddział pomiarowy stanowiący samodzielną jednostkę w zakresie kontroli, obsługi i remontów środków mierniczych.

Odnosnie środków mierniczych dla miar długości i kąta wydaje się najsluszniejsze, aby sprzęt mierniczy był sprawdzany, regulowany i naprawiany (bezpośrednio lub pod nadzorem) przez personel Izby Pomiarów, zgodnie z harmonogramami opracowywanymi w tej komórce.

Co się tyczy innych rodzajów środków mierniczych, to najbardziej wskazane będzie rozłożenie kompetencji nadzorczych na poszczególne organizacje zakładowe specjalizowane. Powinna w ogólności panować zasada, że każde laboratorium sprawuje nadzór nad środkami mierniczymi w ramach swej specjalności.

Laboratorium mechaniczne powinno nadzorować gospodarkę wszystkimi środkami mierniczymi dla kontroli własności wytrzymałościowych i mechanicznych oraz twardościomierzami. Laboratorium odlewnicze powinno nadzorować wszystkie przyrządy do kontroli mas formierskich itp.

Dla środków mierniczych do pomiaru temperatur w procesach obróbki cieplnej, nadzór powinno sprawować laboratorium obróbki cieplnej, a jeśli wydatnie przeważają urządzenia cieplne do celów energetycznych, nadzór może sprawować wydzielona komórka w dziale głównego energetyka.

Do dalszych kompetencji odpowiedniej komórki działu głównego energetyka powinien należeć nadzór nad środkami mierniczymi do kontroli ciśnienia, przepływu oraz wielkości elektrycznych i magnetycznych.

Wydzielona komórka działu głównego mechanika powinna mieć pod wyłączną opieką środki miernicze do pomiaru masy, tzn. wagi wszelkiego rodzaju.

4) Do obowiązków każdej komórki nadzorczej należy wykonywanie w ramach swego zakresu specjalistycznego następujących zadań:

a) prowadzenie stale aktualizowanego wykazu istniejących w zakładzie środków mierniczych i sporządzanie, w miarę wyłaniających się potrzeb, wniosków o uzupełnienie istniejącego stanu (zapotrzebowania zakupu) oraz rozmieszczanie dysponowanych środków mierniczych w miarę rzeczywistych potrzeb eksploatacyjnych;

b) sporządzanie indywidualnych kart ewidencyjnych według przyjętego wzoru dla każdego środka mierniczego;

c) opracowywanie planów sprawdzeń, harmonogramów kontroli okresowych oraz przedsięwzięć zapewniających ich realizację, jak również przedkładanie planów sprawdzeń do zatwierdzenia zgodnie z zarządzeniami władz nadrzędnych;

d) zgłaszanie wyznaczonych podstawowych środków mierniczych (zgodnie z planem sprawdzeń) do obowiązującej kontroli we właściwych terminach w GUM lub innej instytucji przezeń upoważnionej;

e) przeprowadzanie obserwacji sposobu użytkowania oraz okresowych sprawdzeń dokładności wskazań i stanu użytkowego oraz regulowanie i ustawianie środków mierniczych, jak również kontrola nad instalowaniem lub montażem;

f) wystawianie świadectw pomiaru, sprawdzeń, ekspertyzy, sporządzanie kart kontroli, przeprowadzanie badań i orzecznictwa w kwestiach spornych;

g) kontrola prawidłowości doboru środków mierniczych lub stosowanych metod pomiarowych.

h) usuwanie z eksploatacji zużytych, wadliwie działających lub uszkodzonych środków mierniczych;

i) organizowanie remontów planowo-zapobiegawczych i kapitalnych lub zlecanie remontów do wykonania przez organizacje zewnętrzne na podstawie zawartych umów;

j) przeprowadzanie obserwacji i badań w celu przedłużenia okresu używalności środków mierniczych;

k) wprowadzanie do stosowania najnowszych osiągnięć techniki mierniczej na drodze bezpośredniej lub przez współpracę z innymi działami zakładu;

1) odbiór nowych środków mierniczych lub konsultacja przy ich odbiorze przez organa kontroli technicznej.

W każdym dziale lub komórce sprawującej nadzór powinien być wyznaczony pracownik odpowiedzialny za całość gospodarki w danym zakresie.

5) Podobnie jak w każdym resorcie zostało stworzone stanowisko inżyniera do spraw aparatury, jest niezmiennie celowe, aby w każdym zakładzie istniał wyznaczony specjalny pracownik, najlepiej inżynier, pod którego kierownictwem znajdowałyby się całość gospodarki wszystkimi środkami mierniczymi zakładu. Tytuł służbowy mógłby być np. główny metrolog (GM).

Ze względu na fakt, że zagadnienia jednolitości miar oraz nadzoru nad środkami mierniczymi są ściśle związane z jakością produkcji, stanowisko głównego metrologa powinno być podporządkowane bezpośrednio dyrektorowi lub kierownikowi DKT, ale nie głównemu inżynierowi.

Uwzględniając specyfikę i ważność funkcji kierownika gospodarki środkami mierniczymi, nominacja jego powinna być uzależniona od opinii GUM, który może przelewać kompetencje opiniodawcze odpowiednim podległym urządzeniom. Jest również niezmiennie celowe, aby pracownik ten przeszedł odpowiednie ogólne przeszkolenie w GUM dla zapoznania się z całością zagadnień miernictwa przemysłowego.

Kierownikiem gospodarki środkami mierniczymi może być zamianowany dotychczasowy kierownik któregośkolwiek laboratorium lub innej specjalizowanej komórki mierniczej.

Najważniejszym obowiązkiem głównego metrologa jest podjęcie takich przedsięwzięć lub stworzenie takiej organizacji, aby środki miernicze we wszystkich dziedzinach pomiarów, jakie występują w danym zakładzie lub instytucji, znajdowały się pod ścisłym i systematycznym nadzorem. Może to być dokonane bądź za pomocą środków wewnętrznych, bądź przez przekazanie wszystkich lub niektórych prac nadzorczych resortowym przedsiębiorstwom pomiarowym, względnie instytucjom wyznaczonym przez resort i posiadającym uprawnienia GUM. Prócz tego do obowiązków GUM należałoby koordynowanie prac wszystkich komórek nadzorczych oraz jednoosobowa reprezentacja wobec czynników i organów zewnętrznych w sprawach pomiarowych.

W tych przypadkach, w których tworzenie specjalizowanych laboratoriów albo komórek nadzorczych w odpowiednich działach zakładu dla pewnych określonych działów miernictwa jest z punktu widzenia technicznego lub ekonomicznego nieusprawiedliwione, wówczas ogólny nadzór nad środkami mierniczymi danej dziedziny może być powierzony jednemu z istniejących w zakładzie laboratoriów, nawet jeśli jego zakres działalności jest całkiem odmienny. Należy jednak nadmienić, że tego rodzaju rozwiązanie organizacyjne powinno być wprowadzone jedynie po uzyskaniu aprobaty resortowego inżyniera do spraw aparatury, gdyż często mogą zdarzać się tendencje kierownictwa zakładu do upraszczania sobie sytuacji.

Zgodnie z ostatnio wydanymi aktami normatywnymi, w zakładach, w których znajdują się wielkie ilości różnych środków mierniczych, należy organizować oddziały pomiarowe obejmujące wszystkie laboratoria pomiarowe. Oddziały pomiarowe powinny być organizacyjnie związane z wydzielonym warsztatem naprawczym, który w swym wewnętrznym układzie organizacyjnym powinien być podzielony według poszczególnych dziedzin lub specjalności metrologicznych.

Zakłady małe lub nawet większe, dysponujące niewielkimi ilościami środków mierniczych, gdzie jest nieusprawiedliwione tworzenie specjalnych organizacji dla nadzoru gospodarką środkami mierniczymi, mogą na podstawie zawartej umowy zlecać nadzór nad gospodarką (po uzgodnieniu z władzą nadrzędną) najbliższemu oddziałowi pomiarowemu lub też większemu i upoważnionemu zakładowi, ewentualnie właściwemu Obwodowemu lub Okręgowemu Urzędowi Miar.

Niezależnie od rodzaju produkcji i jej wielkości, na kierownictwie każdego zakładu ciążyć powinien obowiązek zorganizowania ciągłego nadzoru nad posiadanymi środkami mierniczymi, albo własnymi siłami, albo przy udziale organizacji zewnętrznych.

Wszystkie organizacje przeprowadzające kontrolę lub naprawę środków mierniczych w obcych zakładach lub instytucjach na zlecenie lub na podstawie umów, powinny być rejestrowane w GUM dla uzyskania indywidualnych uprawnień do przeprowadzania remontów, wydawania orzeczeń lub atestacji. Uprawnienia powinny być uzależnione od wyników inspekcji organów GUM, stwierdzających poziom techniczny, rodzaj i stopień wyposażenia w sprzęt kontrolny i mierniczy oraz kwalifikacje kadr.

TABLICA I. Karta dziennika remontów

Lp.	Data oddania do remontu	Nr indy. śr. miern.	N a z w a środka mierniczego	Klasa, typ	Obszar mierniczy	Rodzaj remontu (b, śr, k)	Data zakończenia remontu	Uwagi o wydaniu do ekspl.

4. Obsługa i remonty środków mierniczych

Celem zapewnienia normalnej eksploatacji środków mierniczych przy odpowiednich komórkach nadzoru powinny być zorganizowane w zakładach specjalizowane warsztaty remontowo-obsługowe. W dużych zakładach wyposażonych w wielkie ilości różnorodnych środków mierniczych powinny być organizowane centralne zakładowe oddziały pomiarowe; natomiast tam, gdzie nie ma potrzeby organizowania warsztatów naprawczych, należy zawierać umowy z resortowym przedsiębiorstwem pomiarowym lub inną organizacją upoważnioną przez GUM.

Rozpatrując działalność oddziału pomiarowego najlepszym rozwiązaniem byłoby, aby stanowił on pod względem organizacyjnym samodzielną jednostkę na rozrachunku gospodarczym, podległą głównemu metrologowi. Warsztat taki powinien dysponować własnym personelem administracyjnym i produkcyjnym oraz wyposażeniem w środki miernicze, jak również posiadać wydzielone pomieszczenie.

W odniesieniu do narzędzi do pomiarów długości i kąta, całość zagadnienia remontów i obsługi może być wydzielona i przydzielona wyłącznie do Izby Pomiarów.

Do zadań oddziałów pomiarowych należałoby:

- przeprowadzanie okresowych kontroli środków mierniczych,
- dokonywanie ich remontów,
- ich obsługa w trakcie eksploatacji.

Organizacyjnie biorąc oddział pomiarowy powinien składać się z czterech zespołów (grup ew. sekcji): kontroli i remontów, montażowego, eksploatacyjnego i konstruktorskiego, które wewnętrznie dalej będą się dzielić wg specjalności mierniczych.

Zespół kontroli i remontów ma za zadanie przeprowadzanie remontów wszystkich źle działających środków mierniczych, sprawdzanie ich po dokonanej naprawie, dokonywanie okresowych kontrolnych sprawdzeń i badanie środków mierniczych znajdujących się w eksploatacji, oraz wykonywanie części zamiennej potrzebnych do remontu lub montażu środków mierniczych.

Jest niewskazane wykonywanie tych wszystkich czynności w jednym pomieszczeniu. Remonty aparatów należy wykonywać w dostosowanym pomieszczeniu przez zespół mechaników precyzyjnych pod kierownictwem brzygdzisty lub majstra, a sprawdzanie i kontrolę w oddzielnym pomieszczeniu przez laborantów lub kontrolerów pod kierownictwem starszego laboranta lub starszego kontrolera.

Zgrubne roboty ślusarskie, tokarskie, wiertarskie itp. powinny być wykonywane również oddzielnie lub dawane jako zlecenia do narzędziowni albo do działu głównego mechanika, zależnie od rodzaju pracy.

Jeżeli prace remontowe wiążą się ze stosowaniem rtęci, kwasów, wyziewów soli roztopionych (np. saletry), gorących kąpieli olejowych, należy na ten cel przewidzieć dobrze izolowane dodatkowe pomieszczenie, zaopatrzone w wyciąg co najmniej 6-krotny.

Pomieszczenia dla sprawdzania i remontów środków mierniczych powinny być dobrze oświetlone, najlepiej światłem rozproszonym (70 do 100 luksów).

Zespół montażowy ma za zadanie: dokonywanie napraw linii lub przewodów energetycznych, prowadzących do środków mierniczych, włączanie i ustawianie rozrządów, przełączników itp. związanych ze środkami mierniczymi, zakładanie nowych i zdejmowanie wadliwie działających aparatów, montowanie wszelkiego rodzaju urządzeń automatycznie działających, zdalnych itp. Roboty te wykonywaliśmy ślusarze, elektrycy i instalatorzy, pod kierownictwem brzygdzisty.

Do obowiązków zespołu eksploatacyjnego należy zabezpieczenie normalnego przebiegu użytkowania środków mierniczych (szczególnie przyrządów kontrolno-pomiarowych) za pomocą stałej i systematycznej obserwacji w trakcie eksploatacji, dokonywanie drobnych napraw, regulacji i ustawiania w czasie użytkowania oraz sygnalizowanie zespołowi remontowemu poważniejszych uszkodzeń lub awarii.

Ponieważ prace zespołu eksploatacyjnego są ściśle związane z zespołem kontroli i remontów, więc w niektórych przypadkach może być on włączony do tego zespołu jako oddzielny podzespół lub sekcja.

Zespół konstrukcyjny zajmuje się opracowywaniem projektów i instalacji środków mierniczych oraz projektowaniem nowych konstrukcji, zespołów i oddzielnych części.

Prace remontowe środków mierniczych podobnie jak i remonty środków produkcyjnych można podzielić na:

- obsługę bieżącą i drobne naprawy w trakcie użytkowania (wykonywane przez zespół eksploatacyjny),
- remonty planowo-zapobiegawcze (wykonywane przez zespół remontowy),
- remonty kapitalne (wykonywane przez zespół remontowy).

Bieżąca obsługa i drobne naprawy środków mierniczych znajdujących się w użytkowaniu powinny być dokonywane przez dyżurnych pracowników oddziału pomiarowego. Obejmuje to stały (zmianowy) przegląd wszystkich środków mierniczych, utrzymywanie ich w czystości, regularny przegląd na miejscach ich użytkowania, usuwanie drobnych uszkodzeń, napelnianie tuszem piór samopisów, smarowanie części ruchomych itp.

W przypadkach ujawnienia poważniejszych defektów w działaniu przyrządu dyżurny pracownik powinien niezwłocznie go zabezpieczyć lub usunąć i skierować do naprawy w sekcji remontowej. Zdjęty aparat należy zastąpić takim samym dobrze działającym, rezerwowym.

Remonty planowo-zapobiegawcze obejmują remonty bieżące i średnie wg harmonogramu miesięcznego remontów i kontroli dla każdego rodzaju środków mierniczych, zgodnie z istniejącymi przepisami lub instrukcjami GUM albo firmowymi instrukcjami obsługi. Harmonogram ten stanowić powinien jeden z załączników zakładowego planu sprawdzeń.

Przy ustalaniu terminu remontów należy brać zawsze pod uwagę warunki, w jakich odbywa się praca przyrządów (temperatura, wilgotność, czystość, stopień obciążenia).

Dla dokonania remontu bieżącego środek mierniczy jest dostarczany do sekcji remontowej, gdzie podlega oględzinom, sprawdzeniu, oczyszczeniu, naprawie i ewentualnej zmianie części zużytej. Po zakończeniu remontu należy obowiązkowo przeprowadzić porównanie wskazań ze wskazaniami odpowiedniego środka mierniczego wyższego rzędu.

Remonty średnie oznaczają poważniejsze (w porównaniu do remontów bieżących) naprawy środków mierniczych, spowodowane znacznym zużyciem części składowych lub większymi uszkodzeniami.

Warunkiem koniecznym przy organizowaniu remontów planowo-zapobiegawczych jest stworzenie rezerw przyrządów zastępczych o takich samych charakterystykach, jakie posiadają przyrządy wchodzące do remontu.

Jeśli jest to trudne do urzeczywistnienia ze względu na małą ilość środków mierniczych danego typu, należy dla remontów przyrządów szczególnie ważnych dla produkcji wykorzystać przerwy w pracy.

Remontom kapitalnym podlegają środki miernicze, które doznały bardzo poważnych uszkodzeń oraz pracujące dłuższy czas i wykazujące w wyniku tego większe zużycie części lub zespołu.

Ta ostatnia grupa powinna przechodzić remonty kapitalne wg rocznego harmonogramu remontów kapitalnych.

Środki miernicze wchodzące do remontu kapitalnego podlegają całkowitemu rozebraniu i szczegółowemu przejrzaniu. Należy równocześnie sporządzić na każdy przyrząd wykazy wad i uszkodzeń z wymienieniem rodzaju uszkodzeń.

Wszystkie rodzaje remontów notuje się w dzienniku remontów (tabl. I).

Określenia rodzaju remontu dokonuje kierownik zespołu lub kierownik oddziału pomiarowego, który również decyduje o jakości dokonanego remontu.

Po zakończeniu remontu kapitalnego środki miernicze przechodzą obowiązkowe sprawdzenie wskazań przez porównanie ze środkami mierniczymi wzorcowymi i zależnie od ich rodzaju, zgodnie z obowiązującymi przepisami GUM, muszą być poddane urzędowemu sprawdzeniu w wyznaczonej instytucji orzekającej.

Należy przestrzegać, aby środki miernicze znajdujące się w oczekiwaniu na remont albo po jego zakończeniu, były przechowywane w pomieszczeniu suchym i ciepłym, w szafach albo na półkach.

5. Uwagi ogólne i wnioski

Sprawa nadzoru nad środkami mierniczymi i zachowania jednolitości miar w przemyśle, nie posiada dotychczas norma-

tywnego ujęcia w postaci dekretu lub uchwały Rady Ministrów względnie zarządzenia Przewodniczącego PKPG, do obowiązującego stosowania.

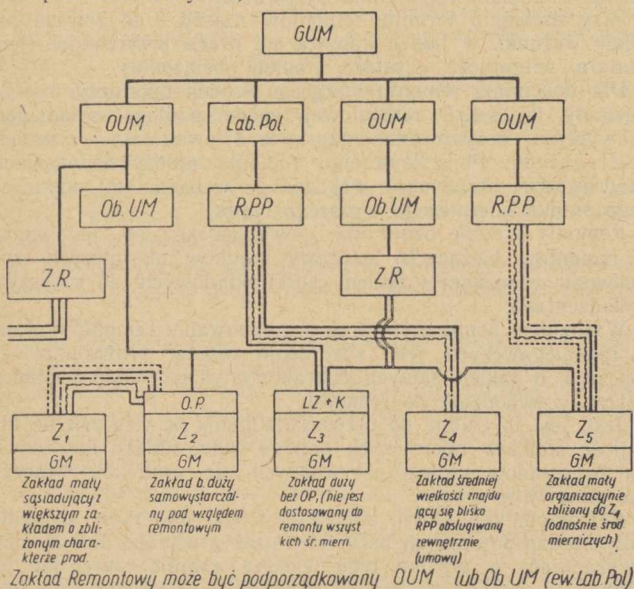
Pierwszym poważnym krokiem w kierunku uporządkowania gospodarki środkami mierniczymi było wydanie uchwały Rady Ministrów nr 846 z dnia 2.XI.1953 r. w sprawie produkcji, importu, eksportu i stosowania aparatury pomiarowo-kontrolnej, naukowej i laboratoryjnej. Potrzebny jest jednak oddzielny akt poświęcony omawianemu zagadnieniu, gdyż w wymienionej uchwale są podane tylko fragmentaryczne polecenia odnośnie stosowania.

Na mocy tej uchwały powoływane są resortowe przedsiębiorstwa pomiarowe oraz oddziały pomiarowe przy zakładach produkcyjnych, jak również stworzone zostały w resortach stanowiska (jedno- lub wieloosobowe) inżynierów do spraw aparatury we właściwych departamentach.

W zadaniach dla inżynierów do spraw aparatury jedno z sześciu wskazań poleca „opracowywanie wniosków w zakresie wprowadzania aparaturowych środków kontroli oraz właściwego wykorzystania aparatury”. Zakładając, że we wszystkich właściwych departamentach resortów zostały już utworzone stanowiska inżynierów do spraw aparatury, wydaje się słuszne, aby ich kolegium pod auspicjami Departamentu Techniki PKPG, w ścisłym uzgodnieniu z GUM, opracowało i przekazało do zatwierdzenia władzom nadrzędnym projekt aktu normatywnego w sprawie jednolitości miar, nadzoru nad ich stanem użytkowym oraz remontu środków mierniczych w zakładach przemysłowych.

Wydaje się, że akt ten powinien:

1) ustalić schemat hierarchiczny, wskazujący jakie organizacje wzajemnie sobie podlegają pod względem metrologicznym oraz jakie zakłady i gdzie przeprowadzają sprawdzania kontrolne i remonty środków mierniczych. Projekt takiego schematu przedstawia rys. 1;



Oznaczenia

- a) Sprawdzanie wzorcowych (podstawowych) środków mierniczych - atestacyjne
- b) Sprawdzanie okresowe wszystkich śr m
- c) Remonty planowo - zapobiegawcze
- d) " kapitalne
- e) " niektórych wyznaczonych środków mierniczych

GUM - Główny Urząd Miar
 OUM - Okręgowy Urząd Miar
 Ob. UM - Obwodowy Urząd Miar
 Lab. Pol. - Laboratorium Politechniczne ew. resortowe Centr. Laborat. lub Instytut
 RPP - Resortowe Przedsiębiorstwo Pomiarowe
 ZR - Zakład remontowy
 Z - " przemysłowy
 OP - Oddział pomiarowy
 LZ+K - Laboratoria zakładowe oraz komórki przy działach gł. mechaniki lub energetyki
 GM - Główny metrolog

Rys. 1

2) nakładać obowiązek przeprowadzania okresowych sprawdzania środków mierniczych i opracowywania planów sprawdzania dla poszczególnych typów środków mierniczych;

3) wytyczać organizację resortowych przedsiębiorstw pomiarowych i oddziałów pomiarowych oraz ich zakres działania;

4) wytyczać organizację remontów środków mierniczych.

Na podstawie takiego aktu powinny być wydane bardziej szczegółowe i dostosowane do specyficznych warunków poszczególnych resortów, resortowe zarządzenia wykonawcze.

Akt ten powinien usunąć niejasności, jakie mogą wynikać z treści uchwały nr 846 odnośnie kompetencji oddziałów pomiarowych w zakresie remontów, gdyż wg brzmienia uchwały „do zadań oddziałów pomiarowych należy obsługa, konserwacja, remonty i sprawdzanie dokładności wskazań aparatury”, ale równocześnie podane zostało polecenie, że remonty aparatury laboratoryjnej wykonywać będą jednostki wymienione w dość szczegółowym, ale mimo to niepełnym wykazie (np. nie są wspomniane aparatury do pomiaru temperatur, ciśnień, wielkości elektrycznych, przepływów, które bywają dość skomplikowane). Przypuszczać należy, że dotyczy to jedynie remontów kapitalnych lub awaryjnych wymienionej w wykazie aparatury, kiedy tego w najbliższym sąsiedztwie wykonać nie można. Przy ścisłym wykonywaniu tego polecenia dyrektor lub inżynier odpowiedzialny za sprzęt mierniczy zakładu, znajdującego się np. w Białymstoku, byłby w poważnej rozterce kiedy musiałby posyłać twardościomierze do Ostrowia Wlkp., mikroskopy, optymetry oraz wagi do Warszawy w każdym przypadku konieczności naprawy.

W związku z licznymi zadaniami, jakie się wylaniają dla GUM i podporządkowanych mu urzędów, omawianymi w treści referatu, wydaje się pilne i konieczne poważne rozbudowanie i wyposażenie w aparaturę oraz liczniejszy personel Okręgowych oraz niektórych Obwodowych Urzędów Miar, aby mogły podjąć w dziedzinie nadzoru metrologicznego potrzebom rozrastającego się w szybkim tempie przemysłu.

Bez uregulowania tego zagadnienia zachowanie jednolitości miar w przemyśle może ulegać zakłóceniom, powodującym w niektórych przypadkach poważne straty dla państwa.

Według posiadanych informacji największą przeszkodą w rozbudowie terenowych komórek GUM jest nie kwestia aparatury koniecznej do ich racjonalnego wyposażenia, ale brak personelu Administracji Miar, spowodowany niskim uposażeniem, w konsekwencji czego Urzędy Miar cierpią na niedobór personelu. Jeśli ten stan rzeczy odpowiada rzeczywistości, to miarodajne czynniki powinny najrychlej spowodować wprowadzenie odpowiednich zmian.

Należy bowiem pamiętać, że w myśl dekretu z dnia 19.IV. 1951 r. o organach Administracji Miar:

1) „wszystkie zakłady wyrobu, naprawy i sprzedaży narzędzi mierniczych podlegają rejestracji” (w organach GUM) — art. 16;

2) „organa administracji miar uprawnione są do sprawowania nadzoru nad przestrzeganiem przepisów o miarach i narzędziach mierniczych” — art. 18 p. 1;

3) „nadzór nad przestrzeganiem przepisów o narzędziach mierniczych w urzędach i instytucjach państwowych należy do właściwych organów Administracji Miar” — art. 18 p. 2.

Ponadto zgodnie z uprzednio wspomnianą uchwałą Rady Ministrów „Prezes GUM ma wykonywać nadzór nad pracami resortowych przedsiębiorstw oraz nad uwierzytelnianiem wzorcowych narzędzi mierniczych używanych w resortowych przedsiębiorstwach pomiarowych i oddziałach pomiarowych”, więc zakres działalności i kompetencje organów GUM są bardzo rozległe i niezmiennie odpowiedzialne. Muszą być więc one wobec tego odpowiednio dostosowane pod względem etatowym i wyposażeniowym, aby podołać nałożonym obowiązkom i wykonywać je należycie.

BIBLIOGRAFIA

- 1) I. E. Gorodeckij „Konstrukcja i eksploatacja środków zmierzania rozmiarów w maszynostrojeniu”, Maszgiz 1951.
- 2) J. E. Gorodeckij i A. G. Iwanow „Ustanowienie systemu przedadzi prawnych rozmiarów (zawodskich powierocznycze schiemy)”, Maszynostrojenie, Encykl. Sprawozdanie, tom 5.
- 3) N. A. Peliks „Mieropriatja po obiespieczenju jedinstwa mier w maszynostrojeniu”, Maszynostrojenie, Encykl. Sprawozdanie, tom 5.
- 4) M. F. Malikow „Osnovy metrologii” Komitet po dielam mier i izmieriitelnykh priborow, Moskwa 1949.
- 5) N. F. Bolchowitynow „Projektowanie zawodskich laboratorij”, Maszynostrojenie, Encykl. Sprawozdanie, tom 14.
- 6) GOST - 1453 - 42, Wzorce miar i wzorcowe przyrządy miernicze.
- 7) A. F. Liesochin „Dopuski i tiechniczskie izmierienija”, Maszgiz 1951.
- 8) M. D. Kuzin i I. I. Paktowski „Tieplotiechniczskie kontrolno-izmieriitelnyje pribory”, Maszgiz 1949.
- 9) B. M. Leonow i K. N. Kacman „Gasudarstwiennaja služba mier i wiesow w SSSR”, Maszgiz 1951.
- 10) Przepisy Obowiązujące w Miernictwie (POM), „Instrukcja o sporządzaniu planu sprawdzania w zakładach przemysłu metalowego i elektrotechnicznego” nr 6, 376/1.
- 11) T. Sawicki „Organizacja kontroli technicznej w zakładach przemysłu metalowego” PWT 1953.
- 12) T. Sawicki „Gospodarka narzędziami mierniczymi w zakładach przemysłu metalowego” PWT 1950.

REGENERACJA I PRZERÓBKA ŚRODKÓW MIERNICZYCH

1. Wstęp

Nie trzeba chyba nikogo przekonywać, że właściwie realizowana regeneracja i przeróbka środków mierniczych jest ważnym czynnikiem dla osiągnięcia znacznej obniżki kosztów własnych i oszczędności wielu ton stali wyższej jakości. Oszczędności te wystąpią tym wyraźniej im więcej uwagi poświęci się organizacji prac regeneracyjnych oraz opanowaniu zasadniczych ich metod.

Opłacalność regeneracji środków mierniczych jest ściśle związana z ich konstrukcją. Jeżeli konstruktor przy projektowaniu przewidział i ułatwił możliwość regeneracji danego środka mierniczego, to tym samym obniżył koszt jego użytkowania. Ilustruje to prosty przykład sprawdzianów szczękowych: jednolitego oraz z wymiennymi wkładkami. Oczywiście regeneracja pierwszego będzie droższa od drugiego (w drugim bowiem po wymianie wkładek należy jedynie osiągnąć żądany wymiar przez szlifowanie lub docieranie). Różnice te występują wyraźniej w przypadku środków mierniczych o bardziej złożonej budowie. Biura konstrukcyjne środków mierniczych powinny zwracać przy projektowaniu szczególną uwagę na przydatność konstrukcji dla regeneracji, a przynajmniej czynić to w znacznie wyższym stopniu niż ma to miejsce obecnie.

Stworzenie właściwych ekonomicznych warunków dla regeneracji lub przeróbki powinno znajdować swój wyraz nie tylko w warsztacie, w którym wykonuje się te prace, lecz również w wypożyczalniach narzędzi, do których powracają z oddziałów produkcyjnych zużyte środki miernicze. W wypożyczalni powinien się znajdować specjalnie wyszkolony pracownik, który:

a) orzekalby o przeznaczeniu danego środka mierniczego do regeneracji lub do przeróbki;

b) typowałby na jaką wielkość miały być przerobione dane środki miernicze, tak pod względem wymiarowym jak i tolerancyjnym (wskazane byłoby, szczególnie w odniesieniu do sprawdzianów, aby typowanie to odbywało się w oparciu o plan przeróbek środków mierniczych z góry ustalony przez biuro technologiczne i gospodarki narzędziowej);

c) segregowałby środki pomiarowe według wad lub podobieństwa procesu technologicznego regeneracji;

d) wysyłałby w większych (ekonomicznych) partiach środki miernicze do własnego warsztatu regeneracyjnego lub też — w przypadku niemożności wykonania odpowiednich prac w własnym warsztacie — do centralnych warsztatów regeneracyjnych.

Takie rozwiązanie wykonawstwa prac regeneracyjnych pozwoliłoby na celowe i ekonomiczne zorganizowanie i wyposażenie warsztatu regeneracyjnego.

Ustalenie wielkości ekonomicznej partii jest zależne oczywiście od warunków w danym zakładzie jak: ilości środków mierniczych znajdujących się w użytkowaniu i stopnia ich zużycia.

Jeżeli chodzi o ekonomiczność procesu technologicznego regeneracji czy przeróbki, to podlega on tym samym kryteriom, co proces wytwarzania nowych przedmiotów.

Jeżeli chodzi o warsztaty regeneracyjno-przeróbkowe to spotyka się zdania, że:

1) warsztat regeneracyjny nie powinien istnieć jako samodzielna komórka lecz regeneracja powinna być przeprowadzana w warsztatach narzędziowni fabrycznych, równoległe z bieżącą produkcją nowych środków mierniczych;

2) warsztat regeneracyjny powinien stanowić samodzielną komórkę narzędziowni fabrycznej.

Wydaje się, że części wymienne powinny należeć do normalnego programu produkcyjnego narzędziowni fabrycznych lub też do zakładów produkujących środki miernicze. Natomiast sama regeneracja powinna być przeprowadzana w specjalnych warsztatach regeneracyjnych, z wyjątkiem takich operacji jak np.: chromowanie, obróbka cieplna oraz operacje wymagające specjalnych, drogich obrabiarek lub urządzeń. Za wymienioną koncepcją przemawia fakt, że warsztaty produkcyjne nie są przygotowane — zarówno organizacyjnie, jak i technicznie — do pracy o tak specyficznym charakterze jak proces regeneracji. Jest to spowodowane faktem, że:

a) regenerowane środki miernicze stanowią zazwyczaj dużą ilość pozycji o małej ilości sztuk, co stwarza zakłócenia w planowaniu warsztatowym;

b) regeneracja środków mierniczych wymaga pracowników o wyższych kwalifikacjach, co w rezultacie prowadzi do przela-

dowania warsztatu produkcyjnego pracami o wyższym stopniu trudności, przy niedoborze prac dla pracowników o niższych kwalifikacjach.

Pociągają to za sobą:

- zmniejszanie stopnia opłacalności regeneracji,
- przedłużanie cyklu przeprowadzania regeneracji,
- utrudnianie wykonania planowych zadań produkcyjnych, dla których dany zakład jest przeznaczony.
- zrozumiałą niechęć warsztatów produkcyjnych do przyjmowania prac regeneracyjnych.

2. Sposoby regeneracji i przeróbki

Regenerację i przeróbkę środków pomiarowych przeprowadza się w praktyce przez:

- a) obróbkę mechaniczną, połączoną z wymianą lub przeróbką pewnych elementów,
- b) chromowanie,
- c) specjalną obróbkę cieplną.

Regeneracji z zastosowaniem wymiany części podlegać mogą tylko te środki miernicze, których konstrukcja zezwala na tego rodzaju proces. Regeneracja ogranicza się wówczas do częściowego lub całkowitego demontażu, montażu po dokonaniu wymiany zużytych części na nowe, a w końcu oszlifowania lub dotarcia na wymiar elementów mierniczych. Ze względów ekonomicznych celowe jest zamawianie nowych środków mierniczych wraz z odpowiednią ilością części zamiennych. Pod określeniem „odpowiednia ilość części” rozumie się taką ilość, która wystarczy na pokrycie normalnego zużycia w okresie od zamówienia do czasu dostawy nowej partii części zamiennych. Podstawą do wyliczania „odpowiedniej” ilości części zamiennych są techniczne normy zużycia, które w oparciu o program produkcyjny zakładu umożliwiają ustalenie ilości potrzebnych części zamiennych.

Środki miernicze przeznaczone do regeneracji omawianym sposobem należy segregować według podobieństwa procesów technologicznych montażu, daje to bowiem zmniejszenie kosztów i usprawnienie organizacji oraz pozwala na specjalizację pracowników warsztatu regeneracyjnego. Przykładem takich środków pomiarowych, które mogą być regenerowane z zastosowaniem wymiany części są: suwniarki, mikrometry, sprawdziany szczegółowe z wymiennymi płytkami wymiarowymi itp.

W przeróbce środków pomiarowych obróbka mechaniczna odgrywa dominującą i decydującą rolę. Polega ona przede wszystkim na szlifowaniu, docieraniu, polerowaniu oraz — niekiedy — wykłepywaniu.

Środki miernicze, które straciły swój wymiar, powinny być po orzeczeniu przez kontrolę techniczną o ich nieprzydatności do pracy zakwalifikowane do przeróbki na odpowiednie wymiary i posegregowane według podobieństwa procesu technologicznego.

Po nagromadzeniu odpowiedniej (ekonomicznej) ilości środków mierniczych należy je przesłać do komórki zajmującej się przeróbką.

Nie należy zapominać, że środki miernicze podlegające przeróbce lub regeneracji należy również konserwować jak środki datne do pracy, a to w tym celu, aby nie ulegały dodatkowemu niszczeniu w okresie oczekiwania na dokonanie na nich odpowiednich zabiegów.

W dalszym ciągu zostaną podane charakterystyczne przykłady regeneracji i przeróbki środków mierniczych z zastosowaniem obróbki mechanicznej.

1) Sprawdzone tłoczki i pierścienie nowe gładkie

Przeróbkę sprawdzianu tłoczkowego lub pierścieniowego gładkiego o średnicy od 3 do 50 mm (na wymiar mniejszy — w przypadku tłoczka lub większy — w przypadku pierścienia) przeprowadza się przez:

- a) szlifowanie powierzchni roboczych z usunięciem warstwy metalu o grubości 0,05 do 0,3 mm,
- b) zeszlifowanie poprzedniego symbolu,
- c) znakowanie nowego symbolu,
- d) szlifowanie wykańczające powierzchni roboczych,
- e) docieranie na wymiar ostateczny.

Podana przeróbka jest możliwa wówczas, gdy różnica między wymiarem przerobionego sprawdzianu a wymiarem po-

przednim wynosi co najmniej 0,1 mm, ponieważ jest to niezbędny nadatek na zeszlifowanie wyrównujące.

Oprócz opisanej przeróbki stosuje się także przeróbkę z jednej klasy dokładności na drugą przez docieranie. W tym przypadku stosuje się następujące operacje:

- a) zeszlifowanie poprzedniego symbolu,
- b) znakowanie nowego symbolu,
- c) docieranie powierzchni roboczych na wymiar.

Przy szlifowaniu sprawdzianów tłoczkowych w klasach należy pamiętać o poprawieniu nakieków na odpowiedniej obrabiance za pomocą ściernicy trzpieniowej stożkowej o kącie wierchołkowym równym 60°.

2) Sprawdziany płytkowe

Zużyte sprawdziany płytkowe mogą być przerabiane na inny wymiar przy zastosowaniu następujących operacji:

- a) prostowanie (w miarę potrzeby),
- b) szlifowanie powierzchni roboczych z pozostawieniem nadatku na docieranie,
- c) zeszlifowanie poprzedniego symbolu,
- d) znakowanie nowego symbolu,
- e) szlifowanie lub polerowanie powierzchni nieroboczych,
- f) docieranie powierzchni roboczych.

Podane operacje stosuje się do sprawdzianów 3 i 4 klasy dokładności o nieznacznym zużyciu powierzchni roboczych. Sprawdziany poddawane przy regeneracji prostowaniu należy wytrzymać około 10 dni w temperaturze pokojowej.

3) Sprawdziany szczękowe

Ogólnie biorąc sprawdziany szczękowe (tłoczone i wycinane z blachy) wykonane w 4 do 7 klasy dokładności przerabia się na żądany wymiar za pomocą: wykłepywania i szlifowania powierzchni roboczych na wymiar.

Przy wyższych klasach dokładności stosuje się jako operację wykańczającą docieranie na wymiar.

Plan operacyjny przeróbki sprawdzianów szczękowych w przypadku zwiększania nominalnego wymiaru najwyższej o 0,5 mm przedstawia się następująco:

- a) zeszlifowanie poprzedniego symbolu,
- b) znakowanie nowego symbolu,
- c) szlifowanie powierzchni roboczych z zapasem na docieranie,
- d) zacyzyszczenie zadziórów i załamów ostrych krawędzi,
- e) szlifowanie lub polerowanie powierzchni nieroboczych,
- f) docieranie na wymiar, mechaniczne lub ręczne.

O ile wymiar nominalny sprawdzianu szczękowego zwiększa się na skutek zużycia więcej niż o 0,5 mm, wtedy plan operacyjny przedstawia się następująco:

- a) wyżarzenie sprawdzianu,
- b) zeszlifowanie powierzchni roboczych z zapasem na docieranie,
- c) nawęglanie (w miarę potrzeby),
- d) hartowanie,
- e) zeszlifowanie poprzedniego symbolu,
- f) znakowanie nowego symbolu,
- g) docieranie na wymiar,
- h) szlifowanie lub polerowanie powierzchni nieroboczych sprawdzianu.

Przeróbka sprawdzianu szczękowego nieznacznie zużytego na wymiar bliski pierwotnemu odbywa się przez docieranie szczęk żeliwnym docierakiem przy użyciu drobnych proszków ściernych; docieranie wykańczające można wykonać docierakiem szklanym przy pomocy pasty.

Sprawdziany kreskowe wykonane z blachy posiadające ryski na części pomiarowej należy przed dotarciem i ponownym naniesieniem rysek poddać operacji szlifowania, usuwającej pierwotne ryski.

4) Sprawdziany mieszane

Sprawdziany mieszane (przeznaczone do kontroli odsadzeń i głębokości) przerabia się przez szlifowanie a następnie docieranie na wymiar (pozostałe operacje jak w pkt. 1).

5) Sprawdziany kształtowe

Sprawdziany kształtowe, np. kątowe, przerabia się szlifując i docierając na żądany wymiar według przeciwspawdzianu.

6) Sprawdziany gwintowe

Zużyte sprawdziany gwintowe trzpieniowe można przerabiać na sprawdziany o mniejszej średnicy (lecz o tym samym skoku) drogą szlifowania i docierania według przeciwspawdzianu. Jedną z ciekawszych odmian regeneracji sprawdzianów gwintowych pierścieniowych (np. w 3 klasie) jest regeneracja przeprowadzona według następującego planu operacyjnego:

a) na sprawdzianie wykonuje się trzy nacięcia przesunięte względem siebie o 120°, po czym pomiędzy nacięciami przecina się go w jednym miejscu (analogicznie do zużytej narzynki),

b) wewnątrz sprawdzianu gwintowego pierścieniowego umieszcza się przeciwspawdzian, który służy do nastawiania pierścienia,

c) sprawdzian mocuje się w szczękach specjalnej oprawki i zaciska się trzema wkrętami prowadzonymi w oprawce.

Zaleca się zastosowanie przy regeneracji środków mierniczych jednej ze znanych metod przedłużania ich żywotności (azotowania, chromowania itd.).

Omówiony poprzednio sposób regeneracji i przeróbki środków mierniczych z zastosowaniem obróbki mechanicznej pozwala w zasadzie na uzyskanie pierwotnych właściwości tylko w przypadku wymiany pewnych elementów. Regeneracja metodą chromowania pozwala przywrócić narzędziom mierniczym ich pierwotne wymiary bez potrzeby stosowania części zamiennych. Oprócz przywracania pierwotnego wymiaru chromowanie polepsza odporność na zużycie i na korozję. Stosowanie procesu chromowania przy regeneracji połączone jest z trudnościami technologicznymi, zwłaszcza w przypadkach, gdy po chromowaniu następuje obróbka wykańczająca przez szlifowanie. Szlifowanie częstokroć wywołuje tak zwane „łuszczenie się” warstwy chromu z powodu niedostatecznego jej przylegania do stalowego podłoża. Częściowym zabezpieczeniem przed tego rodzaju zjawiskiem może być uprzednie nałożenie warstwy niklu.

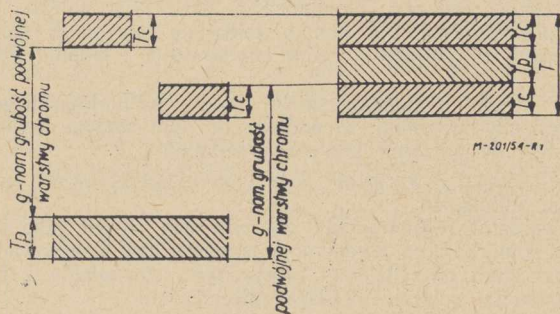
Stosowanie docierania powierzchni roboczych po chromowaniu jest bardziej pracochłonne aniżeli szlifowanie, stąd też mało stosowane. Przedstawionej trudności można uniknąć stosując tak zwane chromowanie wymiarowe, polegające na nakładaniu chromu na żądany wymiar, tj. na wymiar nominalny środka mierniczego z odpowiednimi odchyłkami uwzględniającymi zapas na zużycie. Przy tego rodzaju regeneracji odpadać operacje obróbki mechanicznej. Trudnym zagadnieniem przy chromowaniu wymiarowym jest otrzymanie równomiernej warstwy chromu na całej powierzchni roboczej.

Środki miernicze przeznaczone do regeneracji przez chromowanie wymiarowe powinny być uprzednio przygotowane w następujący sposób:

Po starannym umyciu należy dokonać segregacji według wymiarów oraz klas dokładności, a następnie ustalić wymiary rzeczywiste.

O ile powierzchnie robocze mają dostrzegalne wady jak: rysy, zbiecia, plamy korozyjne itd., konieczne jest zastosowanie szlifowania lub docierania w celu zapewnienia gładkości powierzchni po chromowaniu. Po takiej operacji należy ponownie sprawdzić wymiary sprawdzianu.

Na podstawie rysunków i wyników pomiarów ustala się grubość warstwy chromu, którą należy nałożyć na powierzchnie robocze. Tolerancja wymiaru sprawdzianu (np. sprawdzianu tłoczkowego) przed chromowaniem powinna być mniejsza od tolerancji wykonania gotowego sprawdzianu (po chromowaniu) o podwójną tolerancję grubości chromu nakładanego na sprawdzian (rys. 1). Takie ustalenie pola toleran-



Rys. 1. Rozkład pól tolerancyjnych sprawdzianu tłoczkowego przed i po chromowaniu.

T_p — tolerancja sprawdzianu przed chromowaniem,

T_c — tolerancja nałożonej warstwy chromu,

T — tolerancja sprawdzianu po chromowaniu.

cyjnego gwarantuje otrzymanie sprawdzianu w granicach tolerancji jego wykonania oraz pozwala na wyznaczenie tolerancji sprawdzianu przed chromowaniem w maksymalnych jej granicach.

Dla mniej dokładnych środków mierniczych można przyjąć, że tolerancja grubości warstwy chromu wynosi $\pm 10\%$ tej grubości.

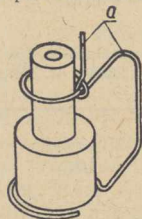
Chromowanie wymiarowe sprawdzianów do gwintów jest jeszcze bardziej skomplikowanym procesem technologicznym od chromowania sprawdzianów gładkich, ponieważ warstwa chromu układa się nierównomiernie, powodując zmniejszenie się kąta zarysu gwintu.

Celem uzyskania należytego przebiegu procesu chromowania należy zastosować odpowiednią konstrukcję wanien do chromowania, właściwe wzajemne rozmieszczenie przedmiotów chromowanych względem anod, właściwe ekranowanie, odpowiednią konstrukcję uchwytów.

W dalszym ciągu podano kilka charakterystycznych przykładów regeneracji środków mierniczych przez chromowanie wymiarowe.

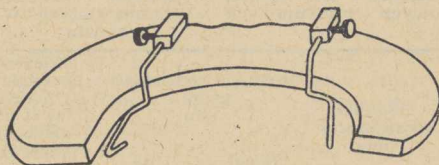
1) Sprawdziany tłoczkowe — gładkie

Wanna do chromowania powinna być zaopatrzona w samodzielny system regulacji natężenia prądu z dokładnością $1 \div 2$ amperów (pozwala to na regulację ilości osadzonego chromu na powierzchniach regenerowanych).



M-201/54-R2

Rys. 2. Ekranu ochronne stosowane przy chromowaniu sprawdzianów tłoczkowych.



M-201/54-R3

Rys. 3. Ekranu ochronne stosowane przy chromowaniu sprawdzianów szczękowych.

Sprawdziany tłoczkowe 1 i 2 klasy dokładności o tolerancjach bardzo małych chromuje się pojedynczo. Sprawdziany tłoczkowe 3, 4 i 5 klasy dokładności można chromować po kilka sztuk jednocześnie.

Celem zapewnienia równomiernego osiadania warstwy chromu na całej powierzchni, stosuje się ochronne ekranu wykonane z drutu (rys. 2). Prędkość osadzania się warstwy chromu na powierzchniach roboczych wynosi średnio $1 \div 1,5 \mu/\text{min}$ (przy sprawdzianach o średnicy do 10 mm $0,5 \div 1,0 \mu/\text{min}$). Natężenie prądu wynosi $45 \text{ A}/\text{dm}^2$.

Stosuje się elektrolit o następującym składzie: 250 g bezwodnika chromowego (CrO_3), 2,5 g/litr kwasu siarkowego (H_2SO_4).

W celu zmniejszenia naprężeń powstających w warstwie nachromowywanej oraz w celu usunięcia wodoru pożądane jest nagrzewanie sprawdzianu w kąpeli olejowej w ciągu $1,5 \div 2$ godzin w temp. $120^\circ \div 130^\circ\text{C}$.

2) Sprawdziany szczękowe

Powierzchnie robocze szczęk (rys. 3) chromuje się w przyrządzie zapewniającym ześrodkowanie anody z dokładnością $\pm 1 \text{ mm}$.

Celem otrzymania równomiernej warstwy chromu na całej powierzchni roboczej szczęki niezbędne jest ponadto prawidłowe rozmieszczenie drucianych ekranów ochronnych.

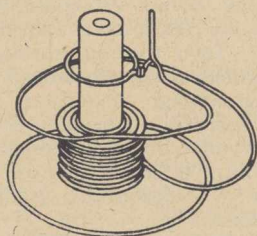
Warunki chromowania, ze względu na małą powierzchnię chromowaną, sprawdza się jedynie na podstawie wskazań woltomierza, które nie powinny przekraczać $3,5 \div 4 \text{ V}$.

Odległość ekranów ochronnych od krawędzi powierzchni roboczej szczęki nie powinna przekraczać $2 \div 2,5 \text{ mm}$.

Przy spełnieniu podanych warunków warstwa chromu o grubości 1μ osadza się na szczękach przeciętnie w ciągu 1,5 do 2 min. Narastanie warstwy chromu dopuszczalne jest na grubość do 10μ .

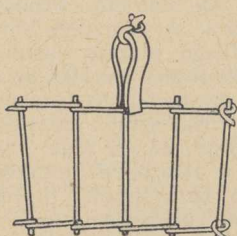
3) Sprawdziany gwintowe

Warunki chromowania sprawdzianów gwintowych są zasadniczo analogiczne do warunków chromowania sprawdzianów tłoczkowych (gładkich).



M-201/54-R4

Rys. 4. Ekranu ochronne stosowane przy chromowaniu sprawdzianów gwintowych.



M-201/54-R5

Rys. 5. Zamocowanie wałeczków do pomiarów gwintu podczas chromowania.

Maksymalna warstwa chromu na sprawdzianach gwintowych wynosi 10μ , ponieważ przy jej większej grubości zmniejsza się znacznie kąt zarysu gwintu. Nie należy zapominać, że równomierne nakładanie się chromu otrzymuje się przez zastosowanie ekranów ochronnych (rys. 4).

Do chromowania stosuje się natężenie prądu 50 amperów/ dm^2 i elektrolit o temperaturze 60° o następującym składzie:

150 g bezwodnika chromu (CrO_3)
1,5 g/litr kwasu siarkowego (H_2SO_4).

Nadmierne natężenie prądu powoduje tworzenie się drobnych pęcherzy. Celem zapobieżenia temu zjawisku należy obniżyć natężenie prądu. Dla otrzymania równomiernej grubości warstwy chromu należy zwrócić baczna uwagę na kształt anod oraz ekranowanie ostrych krawędzi sprawdzianów.

4) Wałeczki do pomiaru gwintu

Tolerancja wykonania średnicy wałeczków jest bardzo mała, przeto chromowanie powinno się odbywać z dużą dokładnością. Warunki chromowania są analogiczne do warunków chromowania sprawdzianów tłoczkowych gładkich. Wałeczki uchwycone do chromowania tworzą siatkę, przy czym ekranem jest miejsce połączenia wałeczków (rys. 5).

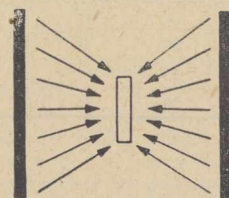
5) Płytki wzorcowe

Powierzchnie robocze płytek powinny być docierane przed samym procesem chromowania. Grubość warstwy chromu osadzonej na powierzchniach roboczych zależy od ich wymiarów nominalnych (tabl. I).

TABLICA I. Grubość warstwy chromu osadzona na powierzchniach regenerowanych w zależności od wymiarów nominalnych

Wymiar nominalny	Sumaryczna grubość warstwy chromu w μ (z obu stron)
do 20	12
20 — 40	13
40 — 60	14
60 — 80	15
80 — 100	16

Odległość między anodą a katodą powinna wynosić 70 mm. Rozmieszczenie katod służących jako ekran podaje rys. 6. Warstwa chromu o grubości 1μ osiada przeciętnie w ciągu 2 min, przy czym nierównomierność tej warstwy nie powinna przekraczać $\pm 1 \mu$.



M-201/54-R6

Rys. 6. Ekranu ochronne stosowane przy chromowaniu płytek wzorcowych.

Powstałe przy tym zabiegu „narosty chromu“ usuwa się przez docieranie na płycie żeliwnej, stosując drobne proszki elektrokorundowe.

Regeneracja środków mierniczych przez chromowanie z następną obróbką cieplną

Środki miernicze, uprzednio we właściwy sposób przygotowane, poddaje się procesowi nakładania warstwy chromu o grubości $0,1 \div 0,12 \text{ mm}$. Nadmiar chromu zeszlifowuje się pozostawiając naddatek na docieranie.

Przykładem tego rodzaju regeneracji może być regeneracja sprawdzianów szczękowych według następującego planu:

- szlifowanie sprawdzianu na wymiar przekraczający wymiar roboczy o $0,1 — 0,15 \text{ mm}$,
- chromowanie powierzchni roboczych,
- zeszlifowanie nadmiaru chromu z naddatkiem na docieranie,
- docieranie powierzchni roboczych na wymiar.

Wskazane jest szlifowanie powierzchni roboczych (po nachromowaniu) miękką ściernicą, ponieważ zastosowanie ściernic o wyższej twardości prowadzi do rozwarstwiania nałożonego chromu.

Regeneracji sprawdzianów tłoczkowych przez chromowanie dokonuje się w sposób analogiczny jak sprawdzianów szczękowych.

Przy szlifowaniu sprawdzianów tłoczkowych należy stosować ich szybkości obrotowe w granicach $6 \div 8 \text{ m}/\text{min}$.

Zalecane grubości warstwy chromu w μ dla sprawdzianów tłoczkowych podaje tabl. II.

TABLICA II. Zalecane grubości warstwy chromu w μ dla sprawdzianów tłoczkowych

Klasa dokładności	Nominalny wymiar sprawdzianu w mm	Tolerancja wykonania			Graniczna odchyłka zużycia	Nadadek na szlifowanie i docieranie	Graniczna wielkość zmniejszenia wielkości nominalnej	Grubość warstwy chromu (średnia)	Tolerancja chromowania
		odchyłka		tolerancja					
		dolna	górna						
2	1-3	+ 1	+ 3	2	- 1,5	2,5	- 3,5	4,5	± 1
	3-18	+ 1	+ 4	3	- 2,5	3	- 5,5	6,5	± 1
	18-30	+ 1	+ 5	4	- 3	4	- 7	8	± 1
	30-50	+ 1,5	+ 5,5	4	- 3	4	- 7	9	± 2
3	1-3	0	+ 4	4	- 3	4	- 7	9	± 2
	3-6	+ 1	+ 5	4	- 3	4	- 7	9	± 2
	6-10	+ 1	+ 5	4	- 3	4	- 7	9	± 2
	10-18	+ 1,5	+ 6,5	5	- 4	6	- 10	14	± 2
	18-30	+ 2	+ 8	6	- 4	6	- 10	14	± 2
	30-50	+ 2,5	+ 9,5	7	- 5	8	- 13	20	± 2
4	1-3	+ 6,5	+ 13,5	7	- 3	5	- 8	18	± 2
	3-6	+ 8	+ 16	8	- 3	5	- 8	20	± 2
	6-10	+ 9,5	+ 18,6	9	- 3	5	- 8	20	± 2
	10-18	+ 10,5	+ 21,5	11	- 4	8	- 13	27	± 3
	18-30	+ 12,5	+ 25,5	13	- 5	8	- 13	30	± 3
	30-50	+ 14,5	+ 29,5	15	- 6	9	- 15	35	± 3
5	1-3	+ 13	+ 22	9	0	10	- 10	25	± 2
	3-6	+ 16	+ 28	12	0	10	- 10	30	± 3
	6-10	+ 20	+ 35	15	0	15	- 15	40	± 4
	10-18	+ 24	+ 42	18	0	15	- 15	45	± 4
	18-30	+ 28	+ 49	21	0	20	- 20	55	± 5
	30-50	+ 33	+ 58	25	0	20	- 20	60	± 6
8-9	1-3	+ 22	+ 36	14	0	10	- 10	35	± 3
	3-6	+ 28	+ 46	18	0	10	- 10	45	± 4
	6-10	+ 35	+ 57	22	0	15	- 15	55	± 5
	10-18	+ 42	+ 69	27	0	15	- 15	65	± 6
	18-30	+ 49	+ 82	33	0	20	- 20	75	± 7
	30-50	+ 58	+ 97	39	0	20	- 20	90	± 9

Regeneracja wymiarowa specjalną obróbką cieplną

Przeprowadzone badania zmian struktury stali stopowej narzędziowej zachodzących przy ogólnie stosowanych procesach

Dr inż. TADEUSZ JAKUBOWSKI

WPLYW SPOSOBU WYMIAROWANIA I TOLEROWANIA NA PLANOWANIE TOLERANCYJNE OBRÓBK SKRAWANIEM

1. Wstęp

Rozróżniamy obróbkę swobodną i obróbkę skrupowaną. Przy obróbce swobodnej, wykonywanej np. według rys traserskich, robotnik ma wpływ na każdorazowy wynik wymiarowy obróbki, stosując z reguły kilka przejść narzędzia skrawającego, zanim osiągnie wymagany wymiar. Przy obróbce skrupowanej, przedmiot wykonuje się na obrabiarkie nastawionej jednorazowo (dla pewnej partii), na uzyskiwanie założonych wymiarów z jednego przejścia narzędzia skrawającego. Z chwilą gdy wymiary przedmiotu zaczynają wykraczać poza założone granice, powinno nastąpić poprawienie nastawienia obrabiarki dla następnej partii. Konieczność ponownego nastawienia obrabiarki występuje na skutek zmiany warunków pracy, np. wymiany narzędzi, zużywanie się ostrzy, noży, rozregulowania się obrabiarki itp.

Przy obróbce skrupowanej stosuje się dwa sposoby nastawiania obrabiarek: statyczny i dynamiczny. W pierwszym przy-

obróbki cieplnej dają możliwość ustalenia takich warunków tej obróbki, przy których występuje nieznaczny wzrost wymiarów.

Regeneracja za pomocą specjalnej obróbki cieplnej polega na wytrzymywaniu środków mierniczych przez około 4 godziny w oleju o temperaturze 200—230°C. Temperatura w tych granicach nie ma istotnego wpływu na odporność na zużycie środka mierniczego. Sezonowanie środków mierniczych w temp. 150°C przez około 3 godziny powoduje również nieznaczny wzrost wymiarów. Zwiększanie się wymiarów (wzrost objętości) jest spowodowane rozpadem szcztłkowego austenitu.

Zmianę wymiarów i twardości sprawdzianów gwintowych trzpieniowych wytrzymywanych w temp. 230°C przez 4 godz. podaje tabl. III. Jak widzimy z tej tablicy sprawdzian gwin-

TABLICA III. Zmiana wymiarów i twardości sprawdzianów gwintowych trzpieniowych wytrzymywanych w temp. 230°C w ciągu 4 godzin

Wymiar sprawdzianu mm	Średnica podziałowa gwintu mm		Zwiększenie średnicy podziałowej po zabiegu regeneracyjnym mm	Twardość HRC	
	przed zabiegiem	po zabiegu		przed zabiegiem	po zabiegu
56 × 2 - Sn	55,330	55,380	0,050	60	60
56 × 2 - SP	55,097	55,146	0,049	62	61
74 × 2 - SP	74,663	74,723	0,060	62	62

towy o średnicy podziałowej gwintu 74,633 mm po wygrzewaniu w temperaturze 230°C przez 4 godziny zwiększa swój wymiar o 0,060 mm.

Ten mały wzrost wymiaru (na średnicy) wystarcza do regeneracji sprawdzianu uprzednio zużytego o wartość mniejszą niż 0,060 mm. Tabl. IV podaje wpływ czasu wytrzymywania

TABLICA IV. Wpływ czasu wygrzewania w temp. 230°C na zwiększenie średnicy podziałowej sprawdzianów gwintowych

Czas wytrzymywania sprawdzianów w temp. 230°C	Zwiększenie średnicy podziałowej gwintu mm			
	2M10 × 0,75	2M27 × 1,5	3M76 × 2	2M130 × 2
1 godz.	—	0,010	0,021	0,022
2 „	0,001	0,014	0,040	0,037
3 „	0,002	0,026	0,057	0,046
4 „	0,003	0,031	0,060	0,077

nia sprawdzianu (w temp. 230°C) na jego wzrost objętości, przy czym 4-godzinne wytrzymywanie w tej temperaturze daje największe zwiększenie średnicy podziałowej gwintu sprawdzianu.

padku ustawiać nastawia nie pracującą w danej chwili obrabiarkę na założony wymiar, to jest ustala odległość ostrzy narzędzia skrawającego od podstawy obróbkowej posługując się różnego rodzaju nastawiakami. Tego rodzaju nastawianie jest stosowane zasadniczo dla obróbki mniej dokładnej.

W przypadku nastawiania dynamicznego, ustawiać wykonując próbne sztuki, nastawia tak narzędzia w stosunku do podstaw obróbkowych (baz), aby w wyniku obróbki uzyskać wymiary w założonych granicach. Po otrzymaniu wymiarów kilku kolejno obrabianych przedmiotów w założonych granicach, czynność nastawienia jest ukończona.

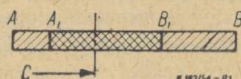
Dokładność obrabiarki określają dwie wielkości łącznie:

1) wielkości geometryczne ustalone w warunkach odbiorczych dla obrabiarek, np. równoległość ruchów jednych części obrabiarki w stosunku do pozostałych i

2) rozrzut odchyleń wymiarów kolejno obrabianych przedmiotów w stosunku do wartości przeciętnej, średniej arytmetycznej danej partii.

Na rys. 1 jest uwidocznione założone pole tolerancyjne AB, pole rozrzutów odchyleń wymiarowych $A_1 B_1$ i wymiar przeciętny, C.

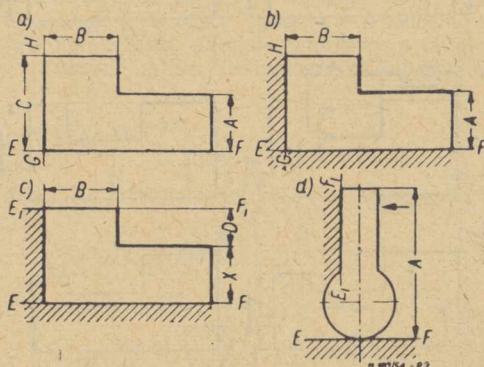
Produkcja wielkoseryjna wymaga ścisłego powiązania kontroli wymiarów ze sposobem wykonania na podstawie tolerowanych planów obróbki i o tych zagadnieniach, mniej znanych w szerszych kołach technicznych, będzie mowa w dalszym ciągu.



Rys. 1

2. Podstawy (bazy) wymiarowe i obróbkowe

Przy planowaniu tolerancyjnym obróbki skrawaniem różnicowanie rodzajów podstaw ma zasadnicze znaczenie. Wg określenia PN/M-01093 *podstawą wymiarową* przedmiotu jest powierzchnia, względem której wyznacza się położenie innych jego powierzchni. *Podstawą obróbkową* jest powierzchnia przedmiotu, którą dotyka on podczas obróbki powierzchni roboczych stołu lub uchwytu obrabiarki. Podstawa wymiarowa, o ile to możliwe, powinna być jednocześnie podstawą obróbkową. Na rys. 2a proste EF i GH są podstawami wymiarowymi dla wymiarów A, C i B. Na rys. 2b te same proste (okreskowane na



Rys. 2

rysunku) są podstawami obróbkowymi dla wymiarów A i B. Wymiary A i B, ustalające odległości obrabianych płaszczyzn od odpowiednich podstaw obróbkowych, nazywamy *wymiarami nastawczymi*. Przy statycznym nastawieniu obrabiarki są to odległości ostrzy narzędzi (w danym przykładzie freza walcowo-czołowego) od odpowiednich powierzchni roboczych uchwytu. Tolerancje wymiarów nastawczych określają dokładność obróbki, a więc pośrednio i wymaganą dokładność obrabiarki. Zachowanie założonych granic wymiarów nastawczych w ciągu wykonywania poszczególnych partii świadczy o prawidłowym nastawieniu obrabiarki, należytej obsłudze i praktycznie niezmiennych warunkach obróbki.

Podstawy wymiarowe i obróbkowe nie wyczerpują sprawy podstaw. Szerokie zastosowanie praktyczne mają jeszcze podstawy pomiarowe w tych przypadkach, gdy wymiar D rysunku przedmiotu różni się od wymiaru nastawczego X (rys. 2c). Jest to przypadek niekorzystny dla obróbki skrapowanej, co zostanie wykazane w dalszym ciągu.

W węższym zakresie mają w praktyce zastosowanie *podstawy obróbkowe kierunkowe* (EF₁F₁ na rys. 2d), które określają położenie przedmiotu w czasie obróbki, lecz nie mają wpływu na wymiary nastawcze (wymiar A).

3. Planowanie tolerancyjne obróbki skrawaniem

Każdą operację obróbkową powinno się określać tolerancyjnie (jedno-lub dwugranicznie) w ten sposób, aby przedmiot wykonany wg wszystkich sprawdzianów przewidzianych w poprzednich i danej operacjach¹⁾ był wymiarowo dobry dla każdej następnej operacji. Dzięki temu osiąga się zamenność wymiarową półfabrykatów (międzyoperacyjną), co stanowi podstawowy warunek produkcji wielkoseryjnej.

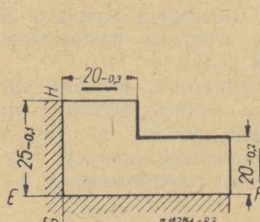
Na rysunkach przedstawiających jedną operację podaje się tylko te zarysy przedmiotu i te wymiary, które mają znaczenie dla danej operacji, a w szczególności uzyskiwane w tej operacji wymiary przedmiotu, sposób ustawienia oraz zamoco-

¹⁾ Nazwą operacja określamy ogólnie obróbkę przedmiotu na jednej obrabiarence, przy jednorazowym ustawieniu i zamocowaniu przedmiotu jak również przy jednorazowym ustawieniu narzędzi w stosunku do podstaw obróbkowych.

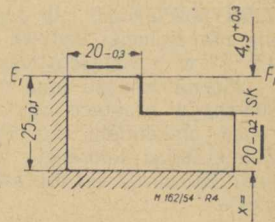
wania przedmiotu w uchwycie, stosując w tym celu umowne oznaczenia. Ponieważ stosowane przez różnych autorów symbole, często bez szczegółowych wyjaśnień, utrudniają orientowanie się w warunkach obróbki, pożądane byłoby ujednolicenie tych oznaczeń. W niniejszym referacie zastosowano kilka (z ogólnej liczby kilkudziesięciu) oznaczeń używanych w niektórych naszych fabrykach.

A. Podstawy wymiarowe rzeczywiste.
Obróbka narzędziami pojedynczymi

Różniamy *podstawy wymiarowe rzeczywiste* (materiałowe), którymi mogą być tylko powierzchnie przedmiotu i *podstawy teoretyczne*, np. płaszczyzny symetrii lub osie otworów. Ilość rodzajów rzeczywistych podstaw wymiarowych jest bardzo ograniczona: są to najczęściej płaszczyzny, rzadziej powierzchnie walcowe lub stożkowe i bardzo rzadko powierzchnie śrubowe.



Rys. 3



Rys. 4

Rys. 3 przedstawia obróbkę płytki frezem walcowo-czołowym, przy czym podstawę obróbkową oznaczono, jak i poprzednio, okreskowaniem, obrabiane w danej operacji powierzchnie — liniami grubymi, a wymiar nastawczy podkreślono grubą linią. Zakładamy, iż podstawy obróbkowe przedmiotu przylegają ściśle do roboczych powierzchni uchwytu i tworzą z nimi wspólne płaszczyzny.

Rys. 4 przedstawia obróbkę tej samej płytki, lecz przy innym sposobie wymiarowania (wymiarowanie wg rys. 2c, gdzie $D = 4,9 + 0,3$). Zachowując sposób obróbki jak na rys. 3 widzimy, że na rys. 4 brak jest najważniejszego dla obróbki wymiaru X, stanowiącego wymiar nastawczy. Wymiar ten w danym przykładzie można obliczyć przyjmując wymiar $4,9 + 0,3$ jako wypadkowy wymiarów $25 - 0,1$ i $X_{X_1}^{X_2}$. Wymiaru $25 - 0,1$ jako uzyskanego w poprzednich operacjach nie podaje się przy następnych operacjach²⁾.

$$4,9 + 0,3 = 25 - 0,1 - X_{X_1}^{X_2} \text{ skąd } X_{X_1}^{X_2} = 20 - 0,2$$

Jeżeli ustawiacz nastawi tak obrabiarkę, że będzie uzyskiwany wymiar X w podanych granicach, to wówczas wymiar wypadkowy $4,9 + 0,3$, mierzony od podstawy pomiarowej EF₁F₁, wypadnie sam przez się w założonych granicach.

Jak poprzednio wspominaliśmy, dokładność obróbki określa nie wymiar $4,9 + 0,3$ na rysunku konstrukcyjnym, lecz wymiar nastawczy $20 - 0,2$ na rysunku operacyjnym. Zauważmy ogólnie, że na rysunkach operacyjnych często się trafiają wymiary przeliczeniowe, na przykład nastawcze, których nie ma na rysunkach konstrukcyjnych.

Jak wiadomo, na tolerowanych rysunkach konstrukcyjnych nie wolno stosować wymiarów zamykających. Na rysunkach operacyjnych wolno jednak stosować wymiary zamykające (wymiar $4,9 + 0,3$ na rys. 4), ponieważ umowne oznaczenia wskazują do czego służy dany wymiar. W naszym przykładzie symbol SK (sprawdzian kontroli) wskazuje na to, iż wymiar wypadkowy $4,9 + 0,3$ sprawdza kontrola fabryczna. Wymiar nastawczy $20 - 0,2$ sprawdza robotnik obsługujący obrabiarkę.

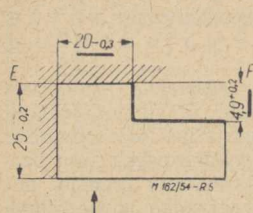
Gdyby tolerancja wymiaru 25 była równa lub większa od tolerancji wymiaru 4,9, wówczas tolerancję wymiaru nastawczego X wypadłaby zerowa lub ujemna, czyli, że obróbka wg schematu rys. 4 byłaby niewykonalna³⁾.

Rys. 5 przedstawia rozwiązanie obróbki zgodnie ze sposobem wymiarowania i tolerancjami. Rozwiązanie takie jest poprawne pod względem wymiarowym (wymiar nastawczy $4,9 + 0,2$ od podstawy obróbkowej EF), lecz wadliwy pod wzglę-

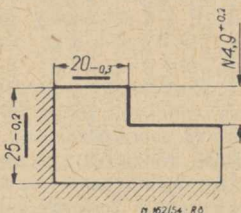
²⁾ W kilku dalszych przykładach wymiary te umieszczono jednak na rysunkach, ponieważ są one potrzebne do obliczeń, a z braku miejsca nie są podane operacje poprzedzające.

³⁾ Odchyłki wymiarowe mogą być dodatnie, zerowe lub ujemne, lecz tolerancja wymiaru, to jest różnica między wymiarem największym a najmniejszym musi być zawsze większa od zera.

dem technologicznym. Konieczne jest zastosowanie skomplikowanego uchwytu z ruchomym elementem dociskającym przedmiot w kierunku pionowym do podstawy obróbkowej, przy czym nacisk narzędzia skrawającego jest skierowany na ruchomy element uchwytu, co jest niekorzystne, zwłaszcza przy dokładniejszej obróbce lub większych wymaganiach co do gładkości powierzchni.



Rys. 5



Rys. 6

kości powierzchni. W tym przypadku tolerancja wymiaru 25 nie ma żadnego wpływu na tolerancję wymiaru nastawczego $4,9+0,2$ w przeciwieństwie do schematu z rys. 4.

Można znaleźć inne rozwiązanie wymiarowe, niekiedy stosowane w praktyce warsztatowej, które pozwoli wykonać obróbkę przedmiotu wg rys. 5 w sposób podany na rys. 4. Zmniejszając tolerancje wykonania poprzednich operacji (wymiar 25) z 0,2 do 0,1 tolerancja wymiaru nastawczego X wyniesie

$$4,9 + 0,2 = 25 - 0,1 - X_{x_1}^{x_2} \text{ skąd } X = 20 - 0,1$$

Sposób ten stosuje się w tych przypadkach, gdy zacieśnienie tolerancji wykonania poprzednich operacji nie powoduje nadmiernej ilości braków lub zwiększenia kosztów wykonania. Tolerancja wymiaru nastawczego nie może być mniejsza od osiągalnej dokładności obróbki na danej obrabiarence.

Z tych najprostszych przykładów wynika bardzo ważne ogólne prawo: przedmiot należy obrabiać w taki sposób, w jaki jest on zwymiarowany. Wszelkie przeliczenia wymiarów tolerowanych na inne podstawy, jeżeli to w ogóle jest możliwe, powodują zacieśnienie tolerancji wykonawczych, czego należy o ile możliwości unikać.

B. Podstawy wymiarowe rzeczywiste. Obróbka narzędziami zespołowymi

Poprzednie przykłady obejmowały obróbkę, przy której wymiar założony był uzyskiwany wyłącznie za pomocą odpowiedniego ustawienia ostrzy narzędzia w stosunku do podstaw obróbkowych. W produkcji wielkoseryjnej znacznie częstsze są przypadki, w których założone wymiary obrabianego przedmiotu wynikają zarówno z położenia narzędzi w stosunku do podstaw obróbkowych, jak i z wymiarów narzędzi. Narzędzia (lub uchwyt) których wymiary wpływają w ten lub inny sposób na wymiary obrabianych przedmiotów, nazywamy narzędziami (uchwyta) *wymiarowymi*.

Pokonywanie trudności uzyskiwania założonych wymiarów za pomocą wymiarowych pomocy warsztatowych stanowi bardzo skuteczny środek w produkcji wielkoseryjnej. Rozwiążmy np. za pomocą narzędzi wymiarowych poprzednio omówiony przykład. Rys. 6 przedstawia obróbkę płytki z rys. 5 frezem zespołowym, przy czym literą N są oznaczone te wymiary, które wynikają z odpowiednich wymiarów narzędzi. Nie są to wymiary samego narzędzia pojedynczego lub zespołowego, ponieważ tolerancje wykonawcze narzędzi muszą być oczywiście większe niż tolerancje obrabianego przedmiotu. Na podstawie tzw. wymiarów narzędziowych określa się wymiary i tolerancje narzędzi, uwzględniając przy tym kierunki zużywania się ostrzy, tak by uzyskać najdłuższy czas pracy narzędzia zanim stanie się ono wymiarowo niezdadne do pracy. Jako ogólne wytyczne można przyjąć, że tolerancje narzędzi są równe ok. 30% odnośnych tolerancji przedmiotu.

Obrabiając płytkę w sposób przedstawiony na rys. 6 uzyskujemy założone wymiary stosując zwykle imadło maszynowe. Na wymiar $4,9+0,2$ nie mają żadnego wpływu błędy ustawienia przedmiotu w uchwycie na skutek np. nieprzylegania podstawy obróbkowej do powierzchni roboczej uchwytu, przez co można zwiększyć dokładność obróbki tej powierzchni częściowej, na której nam specjalnie zależy.

Do wymiarów narzędziowych zaliczamy również wymiary wynikające z ustawienia zderzaka połączonego sztywno z narzędziem i ograniczającego np. głębokość nawiercania. Natomiast wymiary wynikające z ustawienia zderzaków na obra-

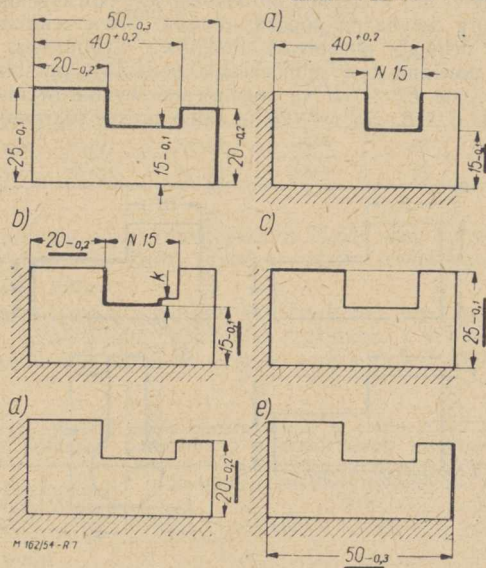
biarce, ograniczających np. ruch stołu frezarki, zaliczamy do wymiarów nastawczych.

Różniamy dwie główne zasady planowania obróbki skrawaniem:

- 1) zasadę dzielenia — różnicowania operacji,
- 2) zasadę łączenia — koncentracji operacji.

Zasada dzielenia operacji polega na obróbce prostymi narzędziami pojedynczymi każdej powierzchni częściowej z osobna. Najczęściej nie stosuje się tu narzędzi wymiarowych, lecz normalne. Metoda ta znajduje najszerze zastosowanie w obróbce jednostkowej lub małoseryjnej, jakkolwiek może być niekiedy z korzyścią stosowana również w produkcji wielkoseryjnej.

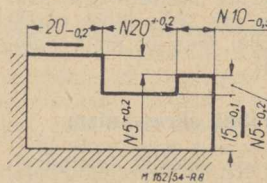
Zasada łączenia operacji jest szeroko stosowana w produkcji wielkoseryjnej i pozwala w sposób najprostsz, lecz kosztem pewnego skomplikowania pomocy warsztatowych, uzyskiwać założone wymiary i kształty przedmiotów. Sposób wymiarowania, jak również wartości tolerancji powinny być dostosowane do jednej z tych zasad.



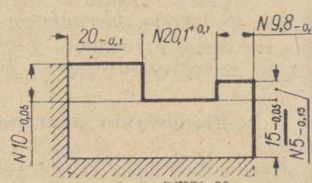
Rys. 7

Rys. 7 i 8 przedstawiają oba wymienione sposoby wymiarowania przedmiotu tego samego kształtu, aczkolwiek nie są to identyczne przedmioty, jeżeli uwzględnimy odchyłki, a nie tylko wymiary nominalne. Na rys. 7 wyznaczono położenia wszystkich powierzchni częściowych w stosunku do wspólnych podstaw wymiarowych. Ten rodzaj wymiarowania nazywamy *wymiarowaniem współrzędnym*.

Wymiarowanie współrzędne wskazuje na sposób wykonania wg zasady dzielenia operacji. Porównując operacje a i b (rys. 7) widzimy, że w operacji b powstał pewien prózek k , tzw. prózek tolerancyjny. Powstał on zawsze w tych przypadkach, gdy tę samą powierzchnię obrabia się na dwóch obrabiarkach, ponieważ dwa nastawienia nie mogą być ściśle jednakowe. Wysokość próbki tolerancyjnego może osiągać w granicznym przypadku wartość tolerancji wymiaru nastawczego — w naszym przykładzie 0,1 mm.



Rys. 8

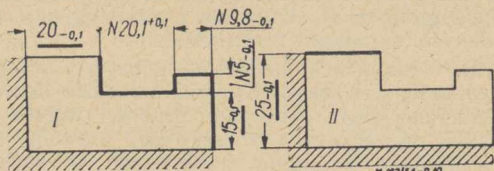


Rys. 9

Wymiarowanie łańcuchowe podane na rys. 8 wskazuje na to, że obróbkę zaplanowano jednym frezem zespołowym wg zasady łączenia operacji. Profil freza zespołowego określają wymiary z symbolem N , a położenie freza zespołowego w stosunku do podstaw obróbkowych — podkreślone wymiary nastawcze.

W zależności od wartości poszczególnych tolerancji, można przeliczyć wszystkie lub część wymiarów na inne podstawy wymiarowe zgodnie z zaplanowanym sposobem obróbki. Powoduje to jednak konieczność zawężania tolerancji wykonawczych tj. tolerancji wymiarów nastawczych.

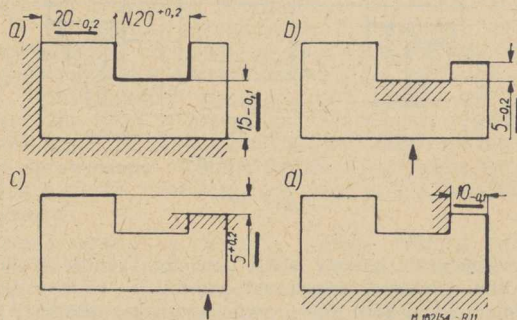
Rys. 9 przedstawia przedmiot z rys. 7, na którym wymiarowanie współrzędne przeliczono na wymiarowanie łańcuchowe wg zasad rachunku z wielkościami tolerowanymi. Wymiary: nastawczy 15 i narzędziowy 10 wypadły z tolerancjami 0,05. Uznając tolerancje te za zbyt małe, obrano drogę pośrednią i wykonano obróbkę stosując nie jedną operację jak na rys. 9, lecz dwie (rys. 10), przeliczając na inne podstawy wymiarowe



Rys. 10

tylko niektóre wymiary, celem uzgodnienia sposobu wymiarowania z planowanym sposobem obróbki, uzyskując przez to szersze tolerancje obróbkowe.

Wymiarując przedmioty przeznaczone do produkcji wielkoseryjnej, należy z góry przewidywać sposób wykonania uwzględniając rzeczywiste warunki warsztatowe. Na przykład przedmiot zwymiarowany wg rys. 8 jest przeznaczony do obróbki skoncentrowanej. Chcąc go obrabiać wg zasady dzielenia operacji, a do tego ściśle zgodnie z sposobem wymiarowania, tj. bez przeliczania na inne podstawy wymiarowe, natrafimy na trudności natury technologiczno-konstrukcyjnej.



Rys. 11

Rys. 11 przedstawia plan operacyjny niezgodny z systemem wymiarowania z rys. 8. Jak widać z rys. 11 podstawy obróbkowe w operacjach b, a zwłaszcza c i częściowo d są niekorzystne dla obróbki i powodują konieczność stosowania skomplikowanych i niepewnych w pracy konstrukcji uchwytów.

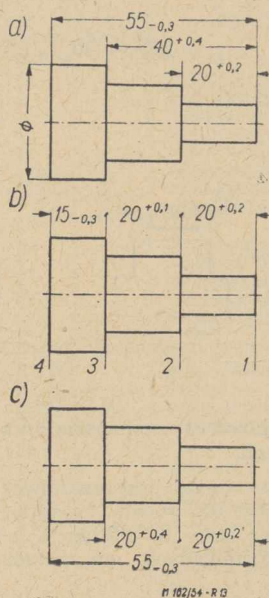
Najczęściej spotykany sposób wymiarowania — wymiarowanie mieszane (rys. 12) — pozwala na jednoczesne stosowanie częściowo wymiarowania współrzędnego, częściowo wymiarowania łańcuchowego. Wymiarowanie mieszane jest z natury rzeczy bardziej elastyczne, ponieważ pozwala w razie potrzeby na stosowanie metod łączenia lub dzielenia niektórych operacji często bez konieczności zacieśniania tolerancji wymiarów nastawczych.

Obróbka tokarska z pręta, w szczególności na rewolwerówkach i automatach przedstawia pewne osobliwości wymiarowe (mowa o wymiarach długościowych). Rys. 13 przedstawia trzy sposoby wymiarowania wałka stopniowego, a rys. 14 plan operacyjny wałka z rys. 13a zgodnie z zasadą dzielenia operacji. Obróbka obejmuje następujące operacje:

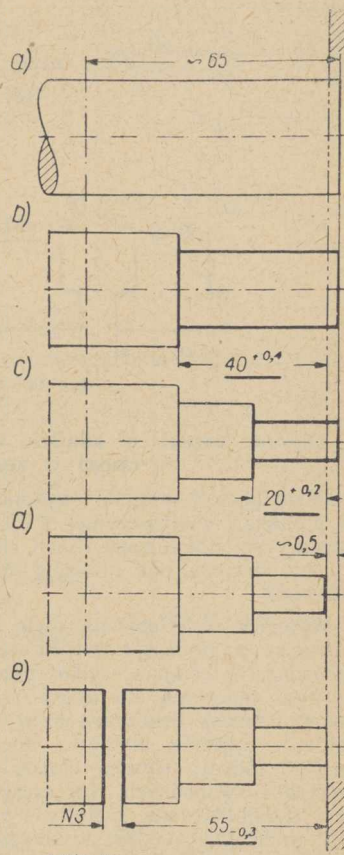
- wysunąć pręt do zderzaka,
- obrobić średnią część wałka,
- obrobić cieńszą część wałka,
- splanować czoło pręta,
- odciąć wałek od pręta.

Podstawą obróbkową, a jednocześnie wymiarową i pomiarową jest czoło pręta oznaczone na rys. 14 za pomocą określonego punktu. Jest to podstawa obróbkowa umowna w operacjach a, b i c i realizuje się ją dopiero w przedostatniej operacji po splanowaniu warstwy materiału grubości ok. 0,5 mm. Niemniej przeto jest to rzeczywista podstawa obróbkowa, w stosunku do której ustawia się narzędzia w operacjach od b do c. Jak łatwo zauważyć, wszystkie wymiary uzyskuje się przez

odpowiednie ustawienia noży, wykorzystując zderzaki obrabiarki. Np. grubość ok. 0,5 mm warstwy do splanowania określa odległość ostrza noża od zderzaka w operacji d, do którego dosuwa się pręt na początku każdego cyklu obróbkowego.



Rys. 13



Rys. 14

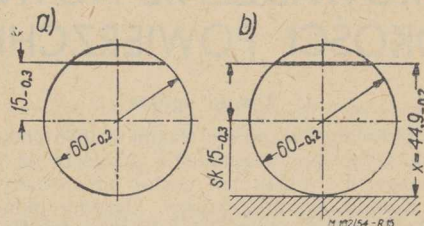
Wymiarowanie łańcuchowe (rys. 13b) jest bardzo niekorzystne dla obróbki wg zasady dzielenia operacji. Zmiana położenia np. noża 2 wpływa jednocześnie na dwa wymiary; $20^{+0,1}$ i $20^{+0,2}$ i może nawet pociągnąć za sobą konieczność przestawienia wszystkich zderzaków na obrabiarkę. Natomiast przy wymiarowaniu wg rys. 13a położenie każdego noża może być ustalone bez względu na położenie pozostałych noży, co ułatwia nastawianie obrabiarki.

Ogólnie biorąc, wymiarowanie łańcuchowe wskazuje na to, że wymiary — poza nastawczymi — należy uzyskać za pomocą narzędzi wymiarowych. Na przykład na rys. 13c wymiar $20^{+0,4}$ byłby wymiarem narzędziowym (rozstawienie ostrzy noży w oprawce), a wymiar $20^{+0,2}$ — wymiarem nastawczym.

C. Podstawy wymiarowe teoretyczne

Duża rozmaitość schematów obróbkowych wykazuje obróbkę przedmiotów zwymiarowanych od podstaw teoretycznych.

Wymiary nastawcze mogą być podawane tylko od podstaw rzeczywistych (materialnych), czyli że wymiarowanie od podstaw teoretycznych należy przeliczać na wymiarowanie od podstaw rzeczywistych zgodnie z przyjętym sposobem obróbki. Pociąga to za sobą zawężanie tolerancji wykonawczych, jeżeli tolerancje rysunku konstrukcyjnego mają być zachowane. Tego



Rys. 15

rodzaju wymiarowanie przedstawia rys. 15a. Na rys. 15b jest uwidocznione jedno z rozwiązań wymiarowych obróbki.

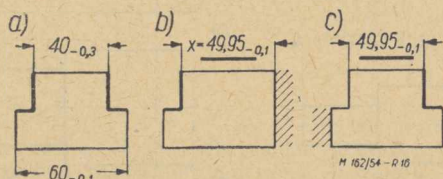
$$15_{-0,3} = X_{x_1}^{x_2} - \frac{60_{-0,2}}{2} \quad \text{skąd} \quad X = 44,9_{-0,2}$$

Pełną tolerancję wg rys. 15a (wymiar $15_{-0,3}$) można by wykonać tylko wówczas, gdy obróbka będzie wykonywana zgodnie z wymiarowaniem, to jest wałek będzie obrabiany przy zamocowaniu w kłach na uprzednio wykonanych nakielkach.

Rys. 16a przedstawia przedmiot symetryczny z oznaczoną obróbką, a rysunki 16b i 16c — jeden ze sposobów obróbki. Wymiarem wypadkowym może być tylko wymiar z największą tolerancją, czyli wymiar $40_{-0,3}$. Na podstawie rysunku 16a znajdujemy:

$$\frac{40_{-0,3}}{2} = X_{x_1}^{x_2} - \frac{60_{-0,1}}{2} \quad \text{czyli} \quad 20_{-0,15} = X_{x_1}^{x_2} - 30_{-0,05}$$

skąd $X = 49,95_{-0,1}$.



Rys. 16

4. Ogólne uwagi o analizie wymiarowej współdziałania części w zespołach

Przeglądając rysunki wykonawcze części przeznaczonych do produkcji wielkoseryjnej stwierdzamy, że prawie wszystkie wymiary są stolerowane. Skąd się więc biorą te tolerancje jeżeli nie dotyczą one układów znormalizowanych, np. układu pasowań?

Wymiary dzielimy na dwie kategorie: *wymiary robocze*, ważne ze względu na współpracę części w zespole i *wymiary swobodne*, określające tylko gabaryty poszczególnych części, lecz bez znaczenia dla pracy zespołu. Na przykład średnice wałów i łożysk zaliczamy do wymiarów roboczych, a długości wałów — ogólnie biorąc — do wymiarów swobodnych. Dla każdego rodzaju wyrobu można określić ilości wymiarów roboczych i swobodnych. Im części danego zespołu mają bardziej skomplikowane kształty i ruchy, im większa jest zależność funkcyjna między poszczególnymi zespołami w wyrobie, tym mniejszą ilość wymiarów można zaliczyć do kategorii swobodnych.

Zasadę wyznaczania tolerancji wymiarów roboczych na drodze rachunkowej uwidacznia schematycznie rys. 17, przedstawiający skrzynkę przekładniową złożoną z 5 części. Warunki przepisowe pracy tego zespołu wymagają, aby luz X zawierał się w granicach

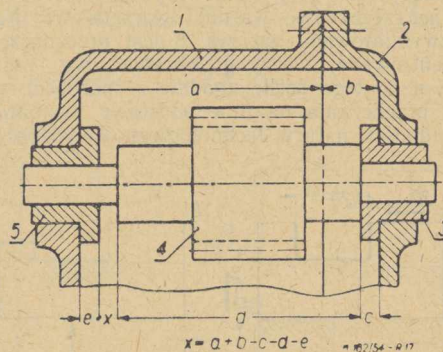
$$0,2 \leq X \leq 1,2 \quad \text{czyli} \quad X = 0,2 + 1,0$$

Należy ustalić wymiary, które mają wpływ na wymiar wypadkowy X (wymiary robocze) i ich tolerancje.

Tolerancja wymiaru wypadkowego równa się sumie tolerancji wymiarów składowych. Aby więc uzyskać dla każdego

z wymiarów składowych większe tolerancje, należy zmniejszyć do minimum ilość tych wymiarów (zasada najkrótszych łańcuchów wymiarowych). Wymiarowanie wg rys. 17 spełnia ten warunek w optymalnym stopniu, gdyż ilość wymiarów równa się ilości współpracujących części. Tolerancję 1,0 wymiaru X dzielimy dowolnie między wymiary składowe tak, aby trudniejsze do obróbki części otrzymały szersze tolerancje. Pozostałe wymiary długościowe (nie odnoszące się do średnic) są swobodne i tolerancje ich mogą być wyznaczane swobodnie kierując się względami technologicznymi — łatwością i ekonomicznością wykonania w danych warunkach warsztatowych.

Praca na obrabiarkach nastawionych na uzyskiwanie założonych wymiarów z jednego przejścia narzędzia skrawającego wymaga tolerancyjnego określania grubości warstw skrawanych w każdej operacji, co w konsekwencji prowadzi do stolerowania wszystkich wymiarów swobodnych w postaci ostatecznej — gotowego wyrobu, jak również i w poszczególnych stadiach międzyoperacyjnych. Zbyt grube warstwy skrawane mogą utrudnić obróbkę, uczynić niedokładną lub nawet uniemożliwić zakładanie przedmiotu w uchwyt. Z drugiej zaś strony dla każdej operacji musi być zapewniona minimalna warstwa.



Rys. 17

Na zakończenie należy stwierdzić, że rysunki wykonawcze przedmiotów przeznaczonych do produkcji wielkoseryjnej powinny mieć wszystkie lub prawie wszystkie wymiary stolerowane odpowiednio do warunków działania zespołu — wymiary robocze (konstrukcyjne), lub planowane obróbki — wymiary swobodne (technologiczne).

W artykule zostają poruszone tylko niektóre prostsze, lecz kluczowe zagadnienia wymiarowej produkcji wielkoseryjnej, celem zwrócenia uwagi na ścisłą zależność metody wykonania i sprawdzania od sposobu wymiarowania. Niewzicie pod uwagę tej zależności uniemożliwia, a co najmniej utrudnia planową produkcję wielkoseryjną.

Inż.-mch. JERZY ZACHARZEWSKI

WPROWADZENIE NOWEGO UKŁADU TOLERANCJI, PASOWAŃ I GŁADKOŚCI POWIERZCHNI DO PRZEMYSŁU OBRABIARKOWEGO

1. Uwagi ogólne

Realizacja Uchwały Prezydium Rządu nr 686 postawiła przed przemysłem maszynowym zagadnienie przejścia na nowy układ tolerancji i pasowań. Układ ten został opracowany i ustalony przez Polski Komitet Normalizacyjny. Dawny układ tolerancji średnic według Polskich Norm był zgodny z międzynarodowym układem ISA, obecny układ tolerancji został ściśle uzgodniony z radzieckimi normami OCT.

Zagadnienie przejścia na nowy układ tolerancji musi być traktowane zupełnie indywidualnie dla każdej branży przemysłu maszynowego, gdyż stopnie trudności tego przejścia w poszczególnych branżach przemysłu są bardzo różne. Opracowanie i wydanie jednolitego wspólnego zarządzenia ogólnego dla całego przemysłu maszynowego w sprawie metody przejścia na nowy układ tolerancji byłoby niesłuszne.

Przemysł obrabiarkowy przechodzi obecnie stopniowo na nowy układ w sposób przemysłowy i zorganizowany.

Centralny Zarząd Przemysłu Obrabiarek zdecydował wprowadzić nowe pasowania do produkcji obrabiarek już na wiosnę ubiegłego roku. Centralne Biuro Konstrukcji Obrabiarek opracowało metodę przejścia na nowy układ tolerancji i wydało odpowiednią instrukcję wykonawczą. Obecnie nowy układ tolerancji i pasowań w przemyśle obrabiarkowym został całkowicie opanowany. Świadczy o tym wydanie przez CBKO dużej ilości nowych dokumentacji technicznych obrabiarek oraz wykonanie szeregu prototypów obrabiarek, opartych na nowym układzie tolerancji i pasowań. Nie napotkano przy tym na większe trudności.

Przyczynami powodzenia całej akcji są:

1) przejście na nowy układ tolerancji rozpoczęto od wprowadzenia go do rysunków konstrukcyjnych według ściśle sprecyzowanej instrukcji wykonawczej;

2) instrukcja wykonawcza została opracowana przez CBKO, instytucję najlepiej zorientowaną w całokształcie konstrukcji, dokumentacji technicznej i technologii obrabiarek;

3) oprócz zarządzenia Centralnego Zarządu nakazującego przejście na nowy układ tolerancji, zakłady produkcyjne prze-

myślu obrabiarkowego otrzymały z CBKO instrukcje wprowadzenia nowych tolerancji i otrzymują stopniowo nowe dokumentacje techniczne obrabiarek oparte już na nowych tolerancjach.

Decydujący wpływ na stopień trudności przejścia na nowy układ tolerancji wywiera zasada pasowań, która jest najbardziej rozpowszechniona w konstrukcjach maszyn produkowanych przez daną branżę przemysłu oraz rodzaj i wielkość produkcji danego przemysłu. Stopień trudności jest tym większy, im bardziej rozpowszechnione są w danej branży przemysłu pasowania oparte na zasadzie stałego wałka i im bardziej masowy charakter ma produkcja w tym przemyśle. Zasada stałego wałka i masowy charakter produkcji wymagają stosowania wielkiej ilości narzędzi do otworów i sprawdzianów do otworów.

W przemyśle obrabiarkowym przejście na nowy układ tolerancji było stosunkowo łatwe. W konstrukcjach obrabiarek dominują pasowania oparte na zasadzie stałego otworu. Zasadę stałego wałka stosuje się tylko przy osadzaniu łożysk tocznych w korpusach obrabiarek, do czego wystarczy kilka rodzajów tolerancji otworu. W przypadkach innych połączeń zasada stałego wałka stosowana jest wyjątkowo. Poza tym produkcja przemysłu obrabiarkowego ma przeważnie charakter mało seryjnej.

Produkowanie obrabiarek w małych seriach jest przyczyną stosowania stosunkowo małej ilości sprawdzianów do wałków. Natomiast sprawdziany do otworów nie sprawiają kłopotu przy przejściu na nowy układ tolerancji, gdyż dawne sprawdziany są całkowicie wymienne z wymaganymi przez nowy układ.

2. Pasowania stosowane w przemyśle obrabiarkowym

Bardzo celowe jest wybranie pasowań najczęściej stosowanych w konstrukcjach danej branży przemysłu i dążenie do unikania pasowań innych niż wytypowane pasowania uprzywilejowane. W ten sposób ogranicza się różnorodność sprawdzianów stosowanych w produkcji, co daje duże oszczędności dzięki wyrugowaniu takich sprawdzianów, które są bardzo rzadko używane. Konstruktorowi wolno zastosować pasowanie inne niż uprzywilejowane tylko w przypadku wyjątkowym. Powinien on uświadomić sobie, że zakład produkcyjny może nie mieć odpowiedniego sprawdzianu i pomiar będzie dokonywany za pomocą nastawnych narzędzi mierniczych, a więc będzie kosztowniejszy i mniej pewny.

Pasowania oparte na zasadzie stałego otworu wymagają stosowania znacznie mniejszej ilości narzędzi. Różne tolerancje różnych średnic zewnętrznych możemy uzyskać przez obróbkę jednym i tym samym narzędziem, gdyż wymiary narzędzia nie mają tu wpływu na wymiary obrabianego przedmiotu (np. toczenie nożami, struganie nożami itp. — oczywiście nie mam tu na myśli obróbki narzędziami kształtowymi). Stosując zasadę stałego otworu potrzebny jest w danej klasie tolerancji dla każdej średnicy otworu tylko jeden rowiektak wykańczający. W przemyśle obrabiarkowym warsztaty powinny być zaopatrzone w komplet rowiektaków dla otworów o różnych średnicach, lecz tylko o dwóch rodzajach tolerancji klas podstawowych H7 i H8. Powoduje to również ograniczenie ilości sprawdzianów do otworów.

W opracowanych tablicach podane są symbole i nazwy nowych pasowań PN, stosowanych w budowie obrabiarek. Dla orientacji podano symbole pasowań ISA, z którymi były zgodne dawne symbole pasowań PN. Przy symbolach tych umieszczono dawne nazwy pasowań PN. Nowe pasowania PN i dawne pasowania PN (w rubryce pasowań ISA) zestawione w tablicach odpowiadają sobie funkcjonalnie.

Dla porównania podano jeszcze symbole i nazwy odpowiednich pasowań radzieckich według norm OCT. Każdemu nowemu pasowaniu PN odpowiada ściśle pewne pasowanie OCT. W rubryce „zastosowanie” podane są przykłady zastosowania różnych pasowań w budowie obrabiarek. Przykład jednej z takich tablic podaje tabl. I.

W łożyskach tocznych zarówno średnice otworów w pierścieniach wewnętrznych jak i zewnętrzne średnice pierścieni zewnętrznych tolerowane są na minus. Na czop o średnicy tolerowanej według nowego układu tolerancji średnic PN można nasadzić zarówno łożysko wykonane wg IOCT jak i odpowiednie łożysko SKF. W otwór korpusu maszyny stolerowany według nowych norm PN można wmontować zarówno łożysko toczne, wykonane wg IOCT jak i odpowiednie łożysko SKF. Przy łożyskach tocznych SKF w rubryce „zastosowanie” — małe obciążenie oznacza obciążenie nie większe niż 6 — 7% dopuszczalnej wytrzymałości dynamicznej C czyli obciążenie, któremu odpowiada trwałość jednego miliona obrotów.

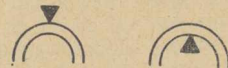
Przy łożyskach tocznych IOCT w rubryce „zastosowanie” — lepsze warunki pracy oznaczają trwałość łożyska powyżej 10.000 godzin, normalne warunki pracy — trwałość łożyska od 5.000 do 10.000 godzin, a cięższe warunki pracy — trwałość łożyska od 2.500 do 5.000 godzin.

TABLICA I

Zasada stałego otworu						
PN		Zastosowanie	ISA		OST	
Klasa	Symbol Pasowanie		Symbol	Pasowanie	Symbol	Pasadka
1	 T1	Właczane do włączanego 2 Pasowanie czopów wrzecion w łożyskach tocznych SKF. Obracający się wał. Małe obciążenie lekkiego demontażu. Łożyska poprzeczne wałowe o otworach ponad $\phi 160$ mm do $\phi 225$ mm. Normalne obciążenie. Łożyska poprzeczne kulkowe o otworach ponad $\phi 100$ mm. Łożyska wałowe o otworach ponad $\phi 40$ do $\phi 160$ mm.	 m5	Właczane do lekko włączanego	 T1	presowaj3 do presowaj2
2	* A/L	Wały wielokrotnie używane służywo. Śruby pociągowe. Dna wrębów w przesuwnych wałkach wielowpustowych 60ST.	H7/e8	obrotowe luźne	A/J1	leżko chodowaja
	A/Ch	Czopy wałów w łożyskach służywo. Dna wrębów w przesuwnych wałkach wielowpustowych RN.	H7/f7	obrotowe	A/X	chodowaja
	A/D	Połączenia lekko przesuwne wzdłuż osi. Kół zębate przesuwne na wrzecionach wiertarek sprzęgła kłowe. Czopy mimośrodowe w odboczkach tokarek. Śwornice obrotowe w imakach nożowych strugarek.	H7/g6	obrotowe ciasne	A/A	dwiżenja
	 D	Pasowanie czopów wałów w łożyskach tocznych 60ST. Nieruchomy wał. Lżejsze lub normalne warunki pracy. Łożyska kulkowe i wałowe. Pasowanie czopów wałów w łożyskach tocznych S.K.F. Nieruchomy wał. Kół na czopach nieruchomych łatwa przesuwność osiowa pierścienia po wałe	 96	przylgowe	 D	płatnaja

№ 183/54-T1

W opracowanych tablicach (tabl. I) podane są zalecenia co do stosowania łożysk tocznych SKF według wskazań firmy SKF oraz zalecenia co do stosowania radzieckich łożysk tocznych według wskazań zawartych w książce Bejzelmana i Cyplina „Podszypniki kaczania”. Ministerstwo Budowy Obrabiarek ZSRR wydało normę H31-1 „Klasy dokładności i pasowania stosowane w budowie obrabiarek”. Przy symbolach pasowań PN zaznaczono znakiem * pasowania, których norma H31-1 nie przewiduje. Tolerancje łożysk tocznych produkowanych w Polsce są zgodne z tolerancjami łożysk radzieckich IOCT.



№ 183/54-T1

Rys. 1

Symboly podane na rys. 1 oznaczają tolerancje wymiarów łożyska tocznego. Symboli tych nie należy umieszczać na rysunkach.

3. Dotychczasowa metoda podawania wymiarów tolerowanych w dokumentacji technicznej obrabiarek i stosowania sprawdzianów w produkcji obrabiarek

Małoseryjność produkcji powoduje stosunkowo słabe wyposażenie fabryk obrabiarek w sprawdziany szczegółowe do sprawdzania średnic wałków. Bardzo często średnice te sprawdza się przy pomocy mikrometrów lub rzadziej przy pomocy sprawdzianów nastawnych. Dlatego na rysunkach warsztatowych części obrabiarek od dawna podawano wartości odchyłek (w milimetrach) przy liczbach wymiarów nominalnych zewnętrznych oraz wymiarów wewnętrznych przy tolerancjach nie podstawowych i wartościach nominalnych wymiarów wewnętrznych większych

od 120 mm. Za wartościami odchyłek umieszczony był symbol tolerancji (np. 20-0,013 h6).

Podane wartości odchyłek ułatwiają robotnikom i kontrolerom pomiar mikrometrem. Robotnik mierzy średnicę rzeczywistą przedmiotu, a z wartości odchyłek widzi, czy utrzymał dany wymiar w granicach żądanej tolerancji.

Wartości odchyłek podane przy wymiarze nominalnym również ułatwiają i przyspieszają nastawianie sprawdzianów nastawnych. Natomiast symbol tolerancji, umieszczony za odchyłkami wskazuje, który sprawdzian można zastosować dla danego wymiaru, jeżeli wypożyczalnia narzędzi posiada odpowiednie sprawdziany szczegółowe. Oprócz tego symbol ten pozwala łatwo skontrolować wartości odchyłek, jeżeli nie zostały one wyraźnie napisane.

Fabryki obrabiarek są dobrze wyposażone w sprawdziany do otworów podstawowych H7 i H8 w zakresie do średnicy 120 mm. Granicę tę należałoby przesunąć do średnicy otworu 200 mm. Jest to największa średnica, dla której przewidziana jest produkcja krajowych sprawdzianów łopatkowych. Sprawdziany tłoczkowe przewidziane są w zakresie do średnicy otworu 100 mm. Dla otworów o średnicach większych od 200 mm przewidziane są średnicówki. W przemyśle obrabiarkowym otwory te można mierzyć za pomocą mikrometrów do otworów sprawdzając, czy rzeczywiste średnice ich mieszczą się w granicach tolerancji określonej wartościami odchyłek, podanych na rysunku za wymiarem nominalnym.

Wskazane jest, by fabryka obrabiarek posiadała komplet sprawdzianów dla średnic odpowiadających otworom dla łożysk tocznych według odpowiednich tolerancji dla osadzeń tych łożysk. W przypadku braku takich sprawdzianów, średnice te mierzy się nastawnymi narzędziami mierniczymi.

Tolerowane średnice otworów powyżej 200 mm są rzadziej spotykane i dlatego wystarczą dla nich średnicówki mikrometryczne. W fabrykach ciężkich obrabiarek, w których duże średnice wałów i otworów są częściej spotykane, do kontroli wymiarów tolerowanych stosuje się sprawdziany nastawne. Sprawdziany szczegółowe stosuje się do sprawdzania średnic wałków, do średnicy 315 mm; średnice większe można mierzyć tylko nastawnymi narzędziami mierniczymi.

4. Nowy układ tolerancji PN i sposób wprowadzenia go do produkcji w przemyśle obrabiarkowym

Przy wprowadzaniu nowych tolerancji do produkcji mogą wystąpić dwie zasadnicze trudności.

1) Konieczność zaopatrzenia się w nowe rozwiertaki, dostosowane do nowych tolerancji otworów. Rozwiertaki są narzędziami złożonymi i kosztownymi. Ilość ich jest bardzo duża, gdyż do każdej średnicy otworu potrzebny jest inny rozwiertak.

2) Konieczność zaopatrzenia się w nowe sprawdziany, dostosowane do nowych tolerancji.

W przemyśle obrabiarkowym pierwsza trudność praktycznie nie istnieje. Wobec stosowania zasady stałego otworu, potrzebne są głównie rozwiertaki dla otworów podstawowych. Tolerancje ISA (dawne PN) dla tych otworów są całkowicie wymienne z odpowiednimi tolerancjami OCT (nowe PN). Zasada stałego wałka stosowana jest prawie tylko do otworów dla osadzania łożysk tocznych. Znaczna większość tolerancji ISA tych otworów jest również wymienna z odpowiednimi tolerancjami OCT. Należy zaopatrzyć się w nowe rozwiertaki (według nowych tolerancji PN) tylko dla średnic od 50 P₁ do 150 P₁, od 50 N₁ do 80 N₁ i od 120 T₁ do 150 T₁, stopniowanych wg zewnętrznych średnic łożysk tocznych (przeważnie co 5 mm). Do czasu zaopatrzenia w nowe rozwiertaki otwory te można wytaczać.

Trudność druga istnieje w przemyśle obrabiarkowym w stosunkowo małym stopniu. Należy tu zaopatrzyć się przede wszystkim w sprawdziany tłoczkowe dla średnic od 50 P₁ do 100 P₁ i od 50 N₁ do 80 N₁ (stopniowane wg średnic łożysk tocznych); otwory o średnicach od 100 P₁ do 150 P₁ i od 120 T₁ do 150 T₁ można sprawdzać nastawnymi narzędziami mierniczymi. Większość nowych tolerancji średnic zewnętrznych jest wymienna z tolerancjami stosowanymi dotąd. Wobec tego większość sprawdzianów szczegółowych dla średnic zewnętrznych tolerowanych według ISA można stosować nadal.

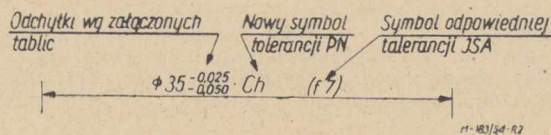
Przemysł obrabiarkowy powinien dążyć do jak najszerzego wyposażenia swych zakładów w sprawdziany nastawne. Są one droższe, ale komplet ich może być ilościowo znacznie mniejszy od kompletu sprawdzianów specjalnych. Sprawdzian szczegółowy nastawny jest typowym narzędziem mierniczym w nowoczesnej produkcji małoseryjnej.

Przy wprowadzaniu nowego układu tolerancji do dokumentacji technicznej obrabiarek wykorzystano dotychczasowy sposób wypisywania wymiarów tolerowanych, wprowadzając do niego

pewne nieduże zmiany. Z samego sposobu napisania wymiaru na rysunku widać już, czy nowa tolerancja PN jest zamienna z dawną tolerancją PN, czy też nie. Robotnik widzi od razu czy do danej średnicy wolno mu zastosować sprawdzian ISA czy też musi ją sprawdzać mikrometrem lub sprawdzianem nastawnym. Sposób wypisania danego wymiaru wskazują tablice tolerancji (przykład takiej tablicy — patrz tabl. I).

5. Nowa metoda wypisywania wymiarów tolerowanych w dokumentacji technicznej obrabiarek i stosowania sprawdzianów w produkcji obrabiarek.

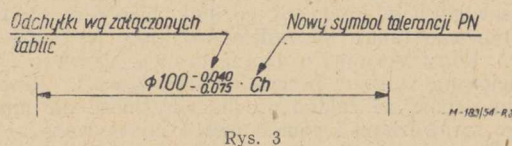
a) Wypisywanie wymiarów, których odchyłki znajdują się na polach niezakreskowanych w tablicach (przykład takich tablic — patrz tabl. II, III) podaje rys. 2. W tym przypadku części można



Rys. 2

wykonywać według sprawdzianów ISA, których symbole tolerancji podaje się w nawiasach i odbierać wyroby wg tych sprawdzianów. Sprawdziany takie należy oznaczyć barwą zieloną i używać ich do czasu zaopatrzenia się w sprawdziany odpowiadające nowemu układowi tolerancji średnic PN (zgodnemu z OCT).

b) Wypisywanie wymiarów, których odchyłki znajdują się na polach zakreskowanych w tablicach podaje dla wałka rys. 3.



Rys. 3

W tym przypadku należy tymczasowo wykonywać i odbierać wyroby według nastawnych narzędzi mierniczych (mikrometry, sprawdziany nastawne). Narzędzia te należy nastawiać wg odchyłek podanych w tablicach. Należy tu dążyć przede wszystkim do zaopatrzenia się w sprawdziany odpowiadające nowym tolerancjom PN (zgodnym z OCT). W przypadku istnienia odpowiednich sprawdzianów ISA należy oznaczyć je kolorem czerwonym. Sprawdziany te wolno używać jedynie do sprawdzania wymiarów części w remontowanych starych obrabiarkach.

c) W tablicach przy niektórych odchyłkach umieszczono czarne trójkąty. Dla wymiarów z tymi odchyłkami należy możliwie szybko zaopatrzyć się w sprawdziany odpowiadające nowym tolerancjom PN (zgodnym z OCT), celem uzyskania większej ekonomiczności produkcji. Tymczasowo należy używać odpowiednich sprawdzianów ISA, oznaczając je kolorem żółtym.

d) Przy wymiarowaniu tolerowanych otworów podstawowych w zakresie do $\Phi 120$ mm nie należy wypisywać odchyłek. Należy podawać np. 80A (H7).

e) Przypadki wyjątkowe.

P r z y k ł a d y:

Sposób podania wymiaru średnicy otworu 260 mm tolerowanej według A_{2a}:

Dobrze: $\Phi 260^{+0,073}_{-0,073} \cdot A_{2a} H(7)$ Złe: $\Phi 260^{+0,073}_{-0,073} \cdot A_{2a} (H8)$
 $\Phi 260^{+0,073}_{-0,073} \cdot A_{2a}$

Tymczasowo można posługiwać się średnicówką $\Phi 260$ H7. Należy możliwie szybko zaopatrzyć się w średnicówkę $\Phi 260$ A_{2a}; obniżyć to koszty produkcji (wskazuje to ciemny trójkąt). Można posługiwać się od razu nastawnym narzędziem mierniczym nastawionym na $\Phi 260^{+0,073}_{-0,073}$.

Sposób podania wymiaru średnicy wałka 420 mm tolerowanej według P₁:

Dobrze: $\Phi 420^{+0,170}_{-0,130} \cdot P_1 (r6)$ Złe: $\Phi 420^{+0,170}_{-0,130} \cdot P_1 (p6)$
 $\Phi 420^{+0,170}_{-0,130} \cdot P_1$

Wymiar ten można sprawdzać sprawdzianem $\Phi 420$ r6 do czasu zaopatrzenia się w sprawdzian $\Phi 420$ P₁.

f) Przy zasadzie stałego wałka odpowiednikiem tolerancji (ISA) otworu H7 jest tolerancja S według PN, a tolerancji H8 tolerancja S_{2a} według PN.

g) Połączenia wielowypustowe należy tolerować według dawnego układu tolerancji średnic PN/M-02100.

Opracowano na podstawie PN/M-02400 do 02414 **Zasada stałego otworu**

		Wiatki				Otwory	
PN		Ł	Ch	D	S	A	A _{2a}
ponad	do						
1	3	-0,012 -0,025	-0,008 -0,018	-0,003 -0,005	-0,005 -0,005	+0,010 0	+0,014 0
3	6	-0,017 -0,035	-0,010 -0,022	-0,004 -0,012	0 -0,008	+0,013 0	+0,018 0
6	10	-0,023 -0,045	-0,013 -0,027	-0,005 -0,015	0 -0,010	+0,016 0	+0,022 0
10	18	-0,030 -0,055	-0,016 -0,033	-0,006 -0,018	0 -0,012	+0,019 0	+0,027 0
18	30	-0,040 -0,070	-0,020 -0,040	-0,008 -0,020	0 -0,014	+0,023 0	+0,033 0
30	50	-0,050 -0,085	-0,025 -0,050	-0,010 -0,020	0 -0,017	+0,027 0	+0,039 0
50	80	-0,065 -0,105	-0,030 -0,060	-0,012 -0,020	0 -0,020	+0,030 0	+0,046 0
80	120	-0,080 -0,125	-0,040 -0,075	-0,015 -0,030	0 -0,023	+0,035 0	+0,054 0
120	150	-0,100 -0,155	-0,050 -0,090	-0,018 -0,035	0 -0,027	+0,040 0	+0,063 0
150	180	-0,100 -0,155	-0,050 -0,090	-0,018 -0,035	0 -0,027	+0,040 0	+0,063 0
180	200	-0,120 -0,180	-0,060 -0,105	-0,022 -0,040	0 -0,030	+0,045 0	+0,073 0
200	250	-0,120 -0,180	-0,060 -0,105	-0,022 -0,040	0 -0,030	+0,045 0	+0,073 0
250	280	-0,120 -0,180	-0,060 -0,105	-0,022 -0,040	0 -0,030	+0,045 0	+0,073 0
260	280	-0,140 -0,210	-0,070 -0,125	-0,026 -0,050	0 -0,035	+0,050 0	+0,084 0
280	310	-0,140 -0,210	-0,070 -0,125	-0,026 -0,050	0 -0,035	+0,050 0	+0,084 0
ISA		e8	f7	g6	h6	H7	H8
OCT		Л	Х	Д	С	А	А _{2a}

M-183/154-T-12

Opracowano na podstawie PN/M-02400 do 02411 **Zasada stałego otworu**

		Wiatki				Otwory	
PN		Ł	Ch	D	S	A	A _{2a}
ponad	do						
310	315	-0,140 -0,210	-0,070 -0,125	-0,026 -0,060	0 -0,035	+0,050 0	+0,084 0
315	355	-0,140 -0,210	-0,070 -0,125	-0,026 -0,060	0 -0,035	+0,050 0	+0,084 0
355	360	-0,140 -0,210	-0,070 -0,125	-0,026 -0,060	0 -0,035	+0,050 0	+0,084 0
360	400	-0,170 -0,245	-0,080 -0,140	-0,030 -0,070	0 -0,040	+0,060 0	+0,095 0
400	440	-0,170 -0,245	-0,080 -0,140	-0,030 -0,070	0 -0,040	+0,060 0	+0,095 0
440	450	-0,170 -0,245	-0,080 -0,140	-0,030 -0,070	0 -0,040	+0,060 0	+0,095 0
450	500	-0,170 -0,245	-0,080 -0,140	-0,030 -0,070	0 -0,040	+0,060 0	+0,095 0
ISA		e8	f7	g6	h6	H7	H8
OCT		Л	Х	Д	С	А	А _{2a}

M-183/154-T-13

TABLICA IV

Dobór gładkości powierzchni otworów i innych powierzchni wewnętrznych

		Długość otworu															
		1	6	14a	14a	13b	12c	12a	11b	10c	9c	9a	8b	7c	7a	6a	5
		6	18	14b	14a	13c	13a	12b	11b	11a	10a	9b	8c	8a	7b	6b	5
		18	50	14a	14a	13b	12c	12a	11b	10c	9c	9a	8b	7c	7a	6a	5
		50	180	14b	14a	13c	13a	12b	11b	11a	10a	9b	8c	8a	7b	6b	5
		180	500	14a	14a	13b	12c	12a	11b	10c	9c	9a	8b	7c	7a	6a	5
		Oznaczenie gładkości		▽▽▽14	▽▽▽13	▽▽▽12	▽▽▽11	▽▽▽10	▽▽▽9	▽▽▽8	▽▽▽7	▽▽▽6	▽▽▽5	▽▽▽4	▽▽▽3	▽▽▽2	▽▽▽1
Tolerancje	Powierzchnie spoczynkowe	otworów															
	Powierzchnie sługowe	pryzmatyczne															
	Powierzchnie swobodne	otworów															
	Powierzchnie swobodne	pryzmatyczne															
Obróbka																	

1) Wiercenie wiertłem swobodnym
2) - - - prowadzonym w tulejce
3) - - - dziatowym

M-183/154-T-12

pisywania wymiarów w dokumentacji technicznej obrabiarek. Obejmują one tylko tolerancje uprzywilejowane w konstrukcjach obrabiarek.

W tablicach oznaczono czarnymi trójkątami tolerancje zamienne warunkowo, tj. takie w których wielkość tolerancji wymiaru, dla którego został wykonany sprawdzian ISA jest mniejsza od wielkości tolerancji wymiaru, dla którego został wykonany sprawdzian OCT (nowy PN), przy czym wynosi ona mniej niż 90% tolerancji wymiaru dla którego wykonano sprawdzian OCT (nowy PN). Wobec tego wymiary wykonane wg sprawdzianu ISA są w tych przypadkach za dokładne w stosunku do wymagań odpowiedniej tolerancji OCT.

Połączenia wielowypustowe toleruje się nadal wg tolerancji ISA, gdyż przeciągacze do wielowypustów, w które wyposażony jest przemyśl obrabiarkowy są zbyt kosztownymi narzędziami,

aby można je było wymienić nie czekając na ich zużycie się.

Tablice tolerancji, których przykłady podają tabl. II i III zostały opracowane na podstawie nowych Polskich Norm obejmujących układ tolerancji średnic uzgodniony z radzieckimi normami OCT. Tablice te zostały dostosowane ściśle do metody wy-

6. Gładkość powierzchni części obrabiarek

Wypełniając polecenie niezwłocznie wprowadzenia nowej normalizacji gładkości powierzchni do rysunków wykonawczych

TABLICA V

Dobór gładkości powierzchni walców innych powierzchni zewnętrznych																					
Frezowanie obrotowe																					
"czołowe																					
Struganie																					
Toczenie																					
Szlifowanie																					
Szl. bezkątowe																					
Polerowanie																					
Dacieranie (polowanie)																					
Gładzenie (szlifowanie) ponad do																					
Średnica lub szerokość mm	1	6		14a	14a	13b	12c	12a	11b	10c	9c	9a	8b	7c	7a	6a	5	4	4	3	2
	6	18		14a	14a	13c	13a	12b	11b	11a	10a	9b	8c	8a	7b	6b	5	5	4	3	2
	18	50		14a	14a	13b	12c	12a	11b	10c	9c	9a	8b	7c	7a	6a	5	4	4	3	2
	50	180	14b	14a	13c	13a	12b	11b	11a	10a	9b	8c	8a	7b	6b	5	5	4	3	2	1
	180	500	14b	14a	13b	12c	12a	11b	10c	9c	9a	8b	7c	7a	6a	5	4	4	3	2	1
Oznaczenie gładkości		▽▽▽14	▽▽▽13	▽▽▽12	▽▽▽11	▽▽▽10	▽▽▽9	▽▽▽8	▽▽▽7	▽▽▽6	▽▽▽5	▽▽▽4	▽▽▽3	▽▽▽2	▽▽▽1						
Tolerancje	Powierzchnie spoczynkowe	walców							T, N, P, S	P, G, T	N, P										
		pryzmatyczne							P, S	N, P	P, S	N, P									
	Powierzchnie ślizgowe	walców							S, D	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch
		pryzmatyczne								S, D	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch
Powierzchnie swobodne	walców																				
	pryzmatyczne																				
Obróbka:																					

M-183/54-17X

TABLICA VI

Przykłady stawiania znaków gładkości powierzchni	
1	a) pasowania wiskane (N-k6; T-m6; 6-n6) wszystkie średnice b) pasowania obrotowe (t-e8; Ch(7); D-g6) średn. pow. 180mm
2	Właki: a) pasowania suwliwe i przylgowe (S-h6; P-j6) wszystkie średnice b) pasowania obrotowe (t-e8; Ch(7); D-g6) średn. do 180mm
3	Otworki: pasowanie A-H7
4	Otworki: pasowania A2a-H8 A3-H8
5	Właki pod tożyska taczne a) zwykłe Φ wálka do 50mm b) pod tożyska wrzecionowe dla wszystkich średnic wrzecion
6	Właki pod tożyska taczne zwykłe dla Φ wálka powyżej 50mm
7	Otworki pod tożyska taczne a) zwykłe Φ otworu do 50mm b) pod tożyska wrzecionowe dla wszystkich Φ otworów
8	Otworki pod tożyska taczne zwykłe dla Φ otworów powyżej 50mm
9	Wpusty pasowania spoczynkowe i ruchowe
10	Rowki na wpusty pasowanie spoczynkowe i ruchowe

części obrabiarek, zarówno nowych jak i adaptowanych, należy liczyć się z tym, że zakład, który wkrótce otrzyma takie rysunki może nie posiadać jeszcze wzorców gładkości powierzchni przewidzianych w nowych normach. Pod tym względem radzieckie oznaczenia gładkości powierzchni, wg normy ГОСТ-2789-51 są lepsze od odpowiednich oznaczeń w normie PN/M-04252. Robotnik w okresie przejściowym będzie zwracał uwagę tylko na ilość trójkątów nie zwracając uwagi na cyfrę, napisaną obok. Np. $\nabla\nabla 6$ po odrzuceniu cyfry ma podobne znaczenie jak $\nabla\nabla$ według dawnej Polskiej Normy (ślady obróbki dostrzegalne gołym okiem, lecz niewyczuwalne poduszką palca). Po zaopatrzeniu wytwórni we wzorce gładkości, sprawą kontroli warsztatowej będzie wprowadzenie odpowiedniej dyscypliny w zakresie ścisłego stosowania się robotników do oznaczeń cyfrowych umieszczonych obok trójkątów i wtedy można będzie w nowo opracowanych projektach obrabiarek przejść na oznaczenia gładkości według normy PN/M-04252. Oznaczenia wg tej normy przewidują w każdym przypadku tylko jeden trójkąt z odpowiednią liczbą oznaczającą klasę gładkości. Rysunki opracowane w okresie przejściowym pozostaną z oznaczeniami wielotrójkątowymi, gdyż sens ich jest ten sam, co oznaczeń jednotrójkątowych.

Tymczasowo na rysunkach wykonawczych części obrabiarek stosuje się oznaczenia gładkości powierzchni według radzieckiej normy ГОСТ-2789-51 (oznaczenia wielotrójkątowe). Załączone tablice doboru gładkości powierzchni opracowane zostały na podstawie koncepcji prof. dr inż. Wacława Moszyńskiego. Uzasadniają one gładkość powierzchni od głównego wymiaru danej części obrabiarki (np. średnicy walu lub otworu, szerokości rowka wpustowego itp.), od tolerancji tego wymiaru, rodzaju pasowania, kształtu przedmiotu i od rodzaju obróbki danej powierzchni (tabl. IV i V).

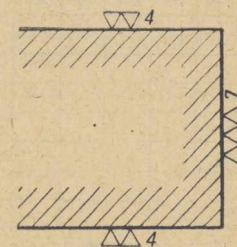
Przykłady doboru gładkości powierzchni

1. Określić gładkość powierzchni czopa o średnicy 30-Ch obracającego się w łożysku ślizgowym.

W tablicy „Dobór gładkości powierzchni walców i innych powierzchni zewnętrznych” znajdujemy symbol 8b, na przecięciu się linii poziomej poprowadzonej z rubryki Ch znajdującej się na poziomie „powierzchnie ślizgowe, walców”. Symbolowi 8b odpowiada ściśle oznaczenie $\nabla\nabla\nabla 8b$ i tolerancja gładkości powierzchni $H_{sk} = 0,5 \div 0,63 \mu$ lub $H = 2 \div 2,5 \mu$.

Najczęściej praktycznie wystarcza oznaczenie $\nabla\nabla\nabla 8$ któremu odpowiada szersza tolerancja gładkości $H_{sk} = 0,4 \div 0,8 \mu$ lub $H = 1,6 \div 3,2 \mu$. Zwiększenie tolerancji obniża koszty produkcji.

Wąskie tolerancje gładkości można stosować tylko w wyjątkowych przypadkach. Przesuwając się od symbolu 8b pionowo w górę widzimy (w „Tablicy doboru gładkości”), że gładkość wálka 8b można uzyskać, przez szlifowanie lub toczenie diamentem (diamentowanie).



Rys. 4

2. Określić gładkość powierzchni rowka wpustowego w paście koła zębatego osadzonego nieprzesuwnie. Rowek ma szerokość $20 \cdot A_3$.

W tablicy „Dobór gładkości powierzchni otworów i innych powierzchni wewnętrznych” znajdujemy dla tego przypadku symbol 6a; na przecięciu linii poziomej poprowadzonej z rubryki szerokości „ponad 18 do 50 mm” i linii pionowej poprowadzonej z rubryki „A₃, znajdującej się na poziomie „powierzchnie spoczynkowe, pryzmatyczne” symbolowi 6a odpowiada oznaczenie ściste $\nabla\nabla$ 6a i oznaczenie o większej tolerancji gładkości $\nabla\nabla$ 6. Przesuwając się od symbolu 6a pionowo w górę widzimy, że gładkość $\nabla\nabla$ 6a możemy uzyskać przez dłutowanie.

Przykłady oznaczenia gładkości na rysunkach.

a) Znak $\nabla\nabla$ 6 nad tabliczką rysunkową oznacza, że cała część maszyny obrabiana jest według 6 klasy gładkości. Przy poszczególnych powierzchniach części znaków gładkości nie stawia się.

b) Znak $\nabla\nabla$ 6 nad tabliczką rysunkową oznacza, że prawie cała maszyna obrabiana jest na $\nabla\nabla$ 6, a niektóre powierzchnie na inne gładkości. Na rysunku części przy odpowiednich jej powierzchniach umieszcza się znaki gładkości, jeżeli są inne niż $\nabla\nabla$ 6.

Inż.-mech. ANDRZEJ SADOWSKI

KONTROLA GŁADKOŚCI POWIERZCHNI W PRZEMYSŁE MASZYNOWYM

1. Znaczenie problemu gładkości powierzchni i konieczność jej kontroli w budowie maszyn

Postęp techniczny stawia przed konstruktorem, technologiem i użytkownikiem problem podwyższenia zdolności eksploatacyjnych, to jest wydajności i trwałości maszyn.

W podstawowym dla gospodarki państwowej przemysłu budowy maszyn, zagadnienie podwyższenia zdolności eksploatacyjnych produkowanych maszyn — przy ustalonej ich konstrukcji i przy prawidłowej jakości tworzyw — sprowadza się do właściwej obróbki mechanicznej, przy czym największe znaczenie posiada obróbka wykończająca, ustalająca ostateczny kształt, wymiary i stan obrabianych powierzchni.

Dotychczas za decydującą — ze względu na przyszłą, prawidłową współpracę części — uważano dokładność kształtu i wymiarów, traktując stan powierzchni produkowanych części jako zagadnienie uboczne — wynikowe, zależne od przyjętego sposobu obróbki; jakość powierzchni określano subiektywnie na podstawie jej wyglądu i przyjętego w wyniku wieloletniego stosowania tej metody mniemania o takim lub innym prawidłowym wyglądzie powierzchni obrobionej; zgrubnie „na jeden trójkąt”, średnio dokładnie „na dwa trójkąty” lub starannie, gładko „na trzy trójkąty”. Ocena taka oczywiście nie mogła być i nie była w żadnym stopniu związana z rzeczywistą jakością powierzchni, z jej właściwościami użytkowymi. Taki system oceny w zakładach o słabej dyscyplinie technologicznej i niskiej kulturze technicznej powoduje obniżenie jakości produkowanych wyrobów, wytwarzanie maszyn i urządzeń o mniejszej sprawności, krótszych okresach międzyremontowych i o mniejszej trwałości poszczególnych elementów. Taki system oceny w zakładach dysponujących wykwalifikowaną załogą, świadomą postawionych jej zadań i konieczności utrzymania właściwej jakości przedmiotów produkcji prowadzi do powstania nieuzasadnionej i ekonomicznie szkodliwej tendencji nadawania powierzchniom obrobionym gładkości znacznie wyższej od takiej, która w danych warunkach byłaby wystarczająca. Dowiodły tego między innymi pomiary prowadzone przez autora w latach 1951 — 1954 w dwu fabrykach obrabiarek i kilku innych zakładach, w wyniku których stwierdzono, iż gładkość pewnych powierzchni przewyższała o dwie do czterech klas wymagania ustalone w dokumentacji licencyjnej bądź też wynikające z warunków technicznych stawianych w przemyśle zagranicznym przy odbiorze analogicznych części maszyn.

Przyjęte umownie, zbędnie podwyższone wymagania, spowodowane chęcią zachowania prawidłowej jakości z jednej strony, z drugiej zaś brakiem możliwości lub nieumiejętnością zorganizowania kontroli gładkości, powodują znaczne trudności produkcyjne, odrzucanie przy odbiorze części prawidłowo wykonanych lecz błędnie zakwalifikowanych do braków (braki pozorne), zmniejszając wydajność produkcji i podwyższając jej koszty.

Prymitywność dotychczasowego systemu precyzowania wymaganej gładkości powierzchni przez umieszczanie na rysunku części oznaczeń w postaci jednego, dwu lub trzech trójkątów oraz konieczność wprowadzenia nowego systemu klasyfikacji gładkości opartego na określaniu wymiennych, geome-

c) W normach używa się często samych trójkątów bez liczb np. $\nabla\nabla$ z prawej strony u góry nad rysunkiem części normalnej oznacza, że gładkość tej części może być $\nabla\nabla$ 4, $\nabla\nabla$ 5, lub $\nabla\nabla$ 6, zależnie od jej wymiaru nominalnego średnicy lub szerokości.

d) Sposób wypisywania liczb zależnie od położenia trójkątów podaje rys. 4.

Tablica przykładów stawiania znaków gładkości powierzchni (tab. VI) została opracowana jako pewne uproszczenie dwóch poprzednich tablic. Gładkości są tu mniej zróżnicowane, w zależności od głównego wymiaru przedmiotu.

UWAGI:

1) W tablicy IV czarny prostokąt na linii „Nacinanie zębów” powinien być przesunięty o jedną pozycję w lewo. Dla obróbki tej należy rozpatrywać tylko zakres ponad 1 do 18, przy czym liczby te oznaczają moduły w milimetrach.

2) W tablicy VI pozycja 7: stosuje się w okresie przejściowym $\nabla\nabla$ 7 dla otworu pod łożyska.

3) W tablicy VI pozycja 8: stosuje się przejściowo $\nabla\nabla$ 6 dla otworów pod łożyska toczne, zwykłe, o średnicach zewnętrznych powyżej 180 mm.

trycznych cech powierzchni, została już przekonywająco udowodniona w licznych pracach naukowo-badawczych i potwierdzona praktyką przemysłu zagranicznego.

Powierzchnie obrobione skrawaniem wykazują przy obserwacji w odpowiednim powiększeniu wyraźne ślady obróbki, najczęściej w postaci powtarzających się grzbietów i bruzd, występow i wgłębień o różnej wielkości, ukształtowaniu i odległości nazywanych w zależności od stosunku wysokości H do odległości λ tych wzniesień „falistością” lub „chropowatością” powierzchni¹⁾.

Niezależnie od tych czysto geometrycznych skutków pracy narzędzia w materiale obrabianym, obróbka skrawaniem wywołuje trwale zmiany w warstwie podpowierzchniowej metalu, spowodowane fizyczno-mechanicznymi zjawiskami zachodzącymi w procesie skrawania jak: tarcie i wytwarzanie się ciepła, a zatem silne, lokalne wzrosty temperatury oraz zgniot. W wyniku tych zjawisk, podpowierzchniowa warstwa metalu posiada inną strukturę, jest twardsza lecz bardziej krucha, wykazuje osłabioną spójność, niższą wytrzymałość na zmienne obciążenia i uderzenia, a więc cechy raczej ujemne pod względem eksploatacyjnym.

W prawidłowo opracowanym procesie technologicznym zapobiega się tym szkodliwym skutkom obróbki przez wprowadzenie po operacjach kształtujących przedmiot — od których wymaga się przede wszystkim dużej wydajności i niskich kosztów — dodatkowych operacji obróbki wykończającej, w których nie tylko zmniejsza się chropowatość powierzchni lecz również grubość warstwy podpowierzchniowej.

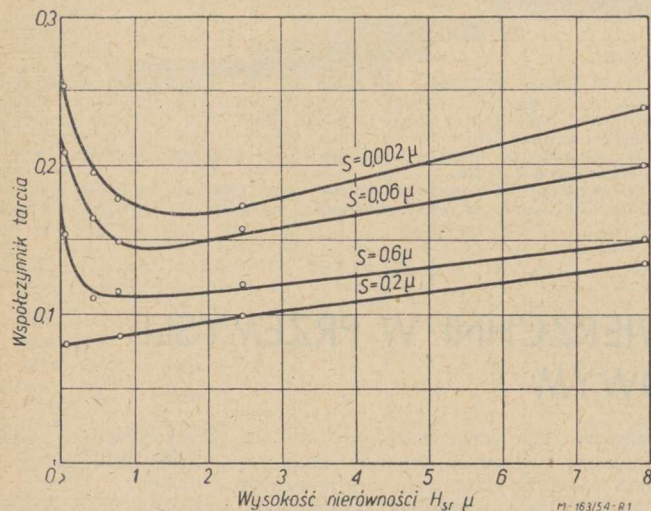
Sposoby obróbki i warunki skrawania wykończającego wiążą się ściśle z uzyskiwanym w wyniku tej obróbki stanem powierzchni, a więc i z jej gładkością. Można zatem nie tylko z góry ustalić warunki obróbki dla uzyskania żądanej gładkości powierzchni, lecz również przy założonych warunkach obróbki można przewidzieć inne, poza gładkością, cechy eksploatacyjne powierzchni, jak odporność na zużycie, wytrzymałość zmęczeniową, odporność na korozję itp. W ten sposób wymiarowe określenie powierzchni, narzucając metodę i warunki obróbki, aczkolwiek nie całkowicie lecz w dużym stopniu, ustala istotne przyszłe właściwości eksploatacyjne przedmiotu produkcji, których zapewnienie w inny sposób jest trudne lub niemożliwe w obecnej fazie rozwoju metod wytwórczych i metod oraz środków kontroli.

Szerze omówienie tego zagadnienia wykracza poza granice referatu. Rozpatrzmy jednak kilka przykładów z tej dziedziny.

Przy tarcia suchym stali po mosiądzu stwierdził Suchow istnienie pewnej optymalnej gładkości dla każdej pary powierz-

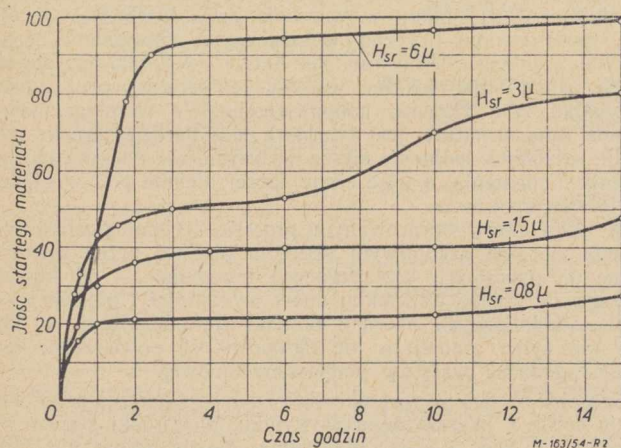
1) Dotychczas nie ustalono jednoznacznego rozgraniczenia tych dwu różnych cech geometrycznych powierzchni. Można przyjąć, iż pojęcie falistości odnosi się do nierówności powierzchni o stosunku $\lambda/H > 50$ z zastrzeżeniem, że długość danej powierzchni wynosi co najmniej 3λ ; pojęcie chropowatości dotyczy nierówności określonych stosunkiem $\lambda/H < 50$.

chni współpracujących w określonych warunkach działania. Podobną zależność zaobserwowano dla tarcia półpłynnego przy grubościach warstwy smaru $s < 0,2\mu$ (rys. 1). Dla warstw smaru o grubości $s > 0,2\mu$ minimum wartości współczynnika tarcia zanika. Stąd wynika wniosek praktyczny dla budownictwa maszynowego, w którym w większości przypadków powierzchnie współpracujące ruchowo są smarowane, że podwyższaniu gładkości powierzchni towarzyszy zawsze obniżenie się wartości współczynnika tarcia.



Rys. 1. Zależność współczynnika tarcia kinetycznego od gładkości powierzchni przy tarcu półpłynnym przy zmiennych grubościach s smaru (wg Suchowa).

Dla części współpracujących ruchowo zużycie powierzchni, poza materiałem części i warunkami pracy, zależy również od ich gładkości początkowych. Rys. 2 przedstawia ilość starte-



Rys. 2. Zależność zużycia powierzchni od czasu pracy i gładkości (wg P. E. Diaczenki).

go metalu w określonych warunkach próby w zależności od czasu pracy i początkowej gładkości powierzchni wg badań P. E. Diaczenki. Najintensywniejsze zużycie występuje w początkowej fazie docierania, przy czym jest ona tym dłuższa im większa jest chropowatość powierzchni. Jak wiadomo, ścieraniu się materiału muszą towarzyszyć zmiany wymiarowe — powstawanie luzów; usunięcie — choćby częściowe — fazy docierania przez zastosowanie odpowiedniej obróbki mechanicznej, (docierania, obciążania czy dogładzania) polepszającej gładkość powierzchni i właściwości warstwy podpowierzchniowej, przedłuża okres normalnej współpracy elementów, zwiększa ich trwałość wymiarową, trwałość wymaganych pasowań połączenia.

O celowości i wynikach stosowania takich metod obróbki, które zapewniają produkowanym częściom uzyskanie prawidłowego stanu powierzchni przekonywająco mówią następujące przykłady:

Samochód wyrobu lat 1940 i późniejszych kursujący po drogach asfaltowych lub betonowych wymaga remontu na skutek

naturalnego zużycia po przebyciu drogi około sześciokrotnie dłuższej w porównaniu z samochodem produkcji lat około 1930.

Zużycie szlifowanych czopów osi wagonowych po przebyciu 8000 kilometrów jest 15-krotnie większe od zużycia czopów docieranych.

Zwiększenie gładkości szlifowanych wykańczającą czopów może podwyższyć o 80% graniczne obciążenie powodujące zatarcie, ponadto podwyższenie gładkości obu współpracujących powierzchni zmniejsza znacznie ich zużycie oraz obniża temperaturę smarów w pracy.

Toczenie próbki ze stali o wytrzymałości 50 kg/mm^2 daje mniejszą wytrzymałość na obciążenia zmienne o 12%, a próbki o wytrzymałości 110 kg/mm^2 — o 24% niż próbki o powierzchniach polerowanych.

Zastosowaniu osiągnąć współczesnej nauki i techniki w omówionej dziedzinie w polskim przemyśle budowy maszyn sprzyja możliwość korzystania z dokumentacji licencyjnych, dostarczanych nam przez Związek Radziecki, a zawierających z reguły sprecyzowanie wymagań gładkościowych, według radzieckiej normy GOST — 2789.51.

W przeprowadzanej adaptacji tych dokumentacji stosuje się dotychczas w zakresie wymagań gładkościowych dwie metody:

- pozostawienie oznaczeń gładkościowych bez zmian zgodnie z normą radziecką,
- „uproszczenie” oznaczeń przez pominięcie numeru klasy, a pozostawienie znaku grupy.

W pierwszym przypadku personel techniczny zakładu — wykonawcy i kontrolerzy — otrzymuje w dokumentacji wyrobu prawidłowo określone, lecz bez odpowiedniego przeszkolenia niezrozumiałe dla niego warunki techniczne, charakteryzujące gładkość. W drugim wypaczono charakter żądań gładkościowych, likwidując ich najistotniejszą cechę — możliwość jednoznacznego wymiarowego określenia gładkości. W obu przypadkach brak przeszkolonych kontrolerów i brak środków kontroli powoduje, iż wymagana licencją kontrola gładkości nie jest realizowana lub przebiega w oparciu o dotychczasowy prymitywny system subiektywnej oceny.

Stan ten powinien i musi ulec zmianie tym bardziej, że w bieżącym roku wprowadzono zaleconą dla przemysłu polską normę gładkości, zasadniczo zgodną w zakresie klasyfikacji powierzchni z radziecką normą GOST-2798.51.

2. Normalizacja gładkości powierzchni

Prace normalizacyjne dążące do oparcia klasyfikacji gładkości powierzchni na jej geometrycznych wymiarnych cechach rozpoczęły w 1939 r., lecz dopiero w 1949 roku powstaje przy PKN Komisja Gładkości Powierzchni, która w ciągu kilkunastomiesięcznej pracy przygotowuje trzy pierwsze normy gładkości zatwierdzone w bieżącym roku do użytku przemysłu. Są to PN/M-04251, zawierająca klasyfikację gładkości i kierunkowości struktury, PN/M-04252 normującą oznaczanie gładkości i sposób umieszczania tych oznaczeń na rysunkach oraz PN 53/M-04253, obejmująca terminologię i zasadnicze pojęcia gładkościowe.

TABLICA I. Klasyfikacja gładkości powierzchni

Klasa gładkości	Norma PN/M-04251			Norma 2789-51			Projekt normy ISA		
	Oznaczenie klasy	$H_{sr}[\mu]$	$H_{sk}[\mu]$	Oznaczenie klasy	$H_{sr}[\mu]$	$H_{sk}[\mu]$	Oznaczenie klasy	$H_{sr}[\mu]$	$H_p[\mu]$
1	▽ 1	200	—	▽ 1	200	—	▽ 1	200	—
2	▽ 2	125	—	▽ 2	125	—	▽ 2	125	—
3	▽ 3	63	—	▽ 3	63	—	▽ 3	63	—
4	▽ 4	40	—	▽ 4	40	—	▽ 4	40	—
5	▽ 5	20	6,3	▽ 5	(20)	6,3	▽ 5	—	6,3
6	▽ 6	10	3,2	▽ 6	(10)	3,2	▽ 6	—	3,2
7	▽ 7	6,3	1,6	▽ 7	(6,3)	1,6	▽ 7	—	1,6
8	▽ 8	3,2	0,8	▽ 8	(3,2)	0,8	▽ 8	—	0,8
9	▽ 9	1,6	0,4	▽ 9	(1,6)	0,4	▽ 9	—	0,4
10	▽ 10	0,8	0,2	▽ 10	(0,8)	0,2	▽ 10	—	0,2
11	▽ 11	0,5	0,1	▽ 11	(0,5)	0,1	▽ 11	—	0,1
12	▽ 12	0,25	0,05	▽ 12	(0,25)	0,05	▽ 12	—	0,05
13	▽ 13	0,12	—	▽ 13	0,12	—	▽ 13	—	0,025
14	▽ 14	0,06	—	▽ 14	0,06	—	▽ 14	—	0,012

Uwaga: Dla normy GOST-2789-51 wartości H_{sr} ujęte w nawiasy tworzą zastępczy szereg klasyfikacyjny, dopuszczony do stosowania za zgodą zainteresowanych stron w miejsce odpowiadającego mu szeregu klasyfikacyjnego wartości H_{sk} .

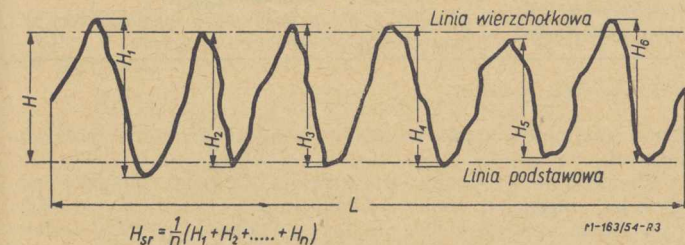
Klasyfikację gładkości powierzchni — z pominięciem stosowanych w klasach 6 — 14 lecz nie zalecanych stopni gładkości — według norm polskiej i radzieckiej oraz projektu międzynarodowego podaje tabl. I.

Podkreślić należy zgodny dla wymienionych norm podział na czternaście klas gładkości o pokrywających się zakresach oraz jednolite oparcie klasyfikacji powierzchni obrabianych zgrubnie na parametrze H_{sr} , zwanym średnią wysokością chropowatości. W klasach powierzchni bardziej gładkich norma polska utrzymuje ten sam parametr dopuszczając, a nawet zalecając dla celów przemysłowych pomiar H_{sk} czyli średniego kwadratowego odchylenia chropowatości od linii środkowej. Norma radziecka wprowadza klasyfikację według H_{sk} , dopuszczając za zgodą zainteresowanych stron pomiar H_{sr} i przełiczenie zmierzonych wartości na odpowiadające mu wartości H_{sk} podane w normie. W przełiczeniu zastosowano z dostatecznym przybliżeniem wzór:

$$H_{sr} [\mu] = 3,9 H_{sk}^{0,9} [\mu]$$

W obu tych normach dla powierzchni klas 13 i 14, a więc najbardziej gładkich, powraca się w klasyfikacji do parametru H_{sr} , podczas gdy w międzynarodowym projekcie normy począwszy od klasy 5 — 14 podstawą klasyfikacji jest przeciętne odchylenie chropowatości od linii środkowej H_p , przy czym niezbyt zgodnie z rzeczywistością przyjęto równość wartości parametrów H_p i H_{sk} . Ma to na celu ułatwienie porównywania klasyfikacji według H_{sk} , stosowanej w normach kilku państw, z klasyfikacją według normy międzynarodowej.

Znaczenie wyżej wymienionych parametrów H_{sr} , H_p i H_{sk} tłumaczą rysunki 3 i 4, nie wymagające bliższych wyjaśnień.



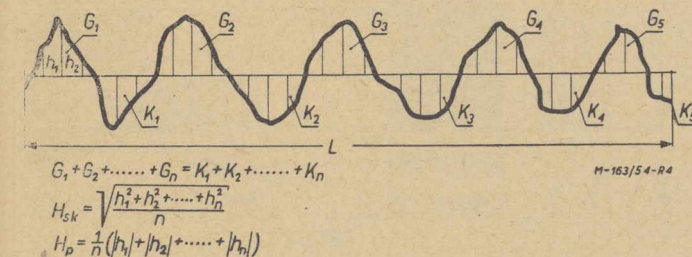
Rys. 3. Wyznaczanie wysokości chropowatości H i średniej wysokości chropowatości H_{sr} z profilu powierzchni.

Odnośnie przydatności każdego z tych parametrów dla celów klasyfikacji gładkości powierzchni i określania struktury geometrycznej powierzchni panują poglądy rozbieżne; przytaczanie ich jednak w tym referacie nie byłoby celowe. Niemniej należy zaznaczyć, że:

1) Wszystkie te parametry powstały na tle istniejących metod pomiarowych i w nich przede wszystkim znajdują swe uzasadnienie.

2) Parametry H_{sk} i H_{sr} jak też H_p i H_{sr} nie wykazują wzajemnego powiązania, są zatem teoretycznie nieporównywalne. W praktyce stwierdzono pewne związki zachodzące między wartościami tych parametrów.

3) Zaden z podanych parametrów nie wystarcza dla jednoznacznego określenia stanu struktury geometrycznej powierzchni, a związek ich z właściwościami eksploatacyjnymi części maszyn jest jak dotychczas niedostatecznie zbadany dla bezpośredniego zastosowania dla celów użytkowych.



Rys. 4. Wyznaczanie przeciętnego odchylenia chropowatości od linii środkowej profilu H_p i średniego kwadratowego odchylenia H_{sk}

Na podkreślenie zasługuje fakt rozszerzenia polskiej normy klasyfikacji gładkości PN/M-04251, w porównaniu do obu pozostałych omawianych norm, na zagadnienia klasyfikacji kierunkowości struktury czyli charakterystycznych układów śladów obróbki, co posiada bezpośrednie istotne znaczenie ze względu

na charakter pracy, a przede wszystkim na tarcie i zużywanie się współpracujących powierzchni. Klasyfikację tę łącznie z kilkoma przykładami obrazującymi poszczególne typy struktury powierzchni podaje rys. 5.

3. Środki przemysłowej kontroli gładkości i ich zastosowanie

W tabl. II zestawiono najbardziej rozpowszechnione przyrządy do pomiarów gładkości, z podaniem ograniczeń ich zastosowania ze względu na kształt badanej powierzchni, wielkość przedmiotu i mierzoną klasę gładkości,

Środki kontroli gładkości powierzchni ze względu na ich przemysłowe zastosowanie można podzielić na trzy zasadnicze grupy:

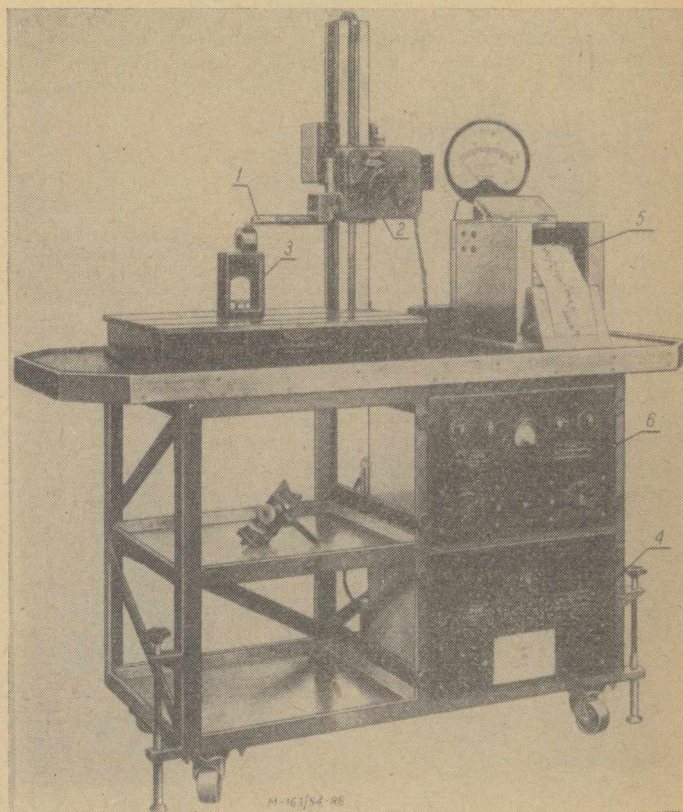
1) środki bezpośredniej, warsztatowej kontroli bieżącej produkcji,

2) środki pomiarowe niezbędne dla atestacji wzorców i cechowania komparatorów warsztatowych oraz dla typowych pomiarów gładkości dokonywanych w izbach pomiarowych zakładów przemysłowych,

3) laboratoryjna aparatura pomiarowa specjalna oraz dokładne, uniwersalne aparaty pomiarowe dla prac naukowo-badawczych i orzeczeń pomiarowych.

Od środków pomiarowych grupy 1 i 2 wymaga się przede wszystkim łatwości obsługi, krótkiego czasu pomiaru, przenośności, odporności na wstrząsy, dużego zakresu pomiarowego oraz niskich kosztów ich nabycia i eksploatacji przy możliwie długim okresie eksploatacyjnym.

Przyrządy grupy 3 stanowiące przedmiot zainteresowania instytutów naukowo-badawczych, a wyjątkowo laboratoriów przy większych zakładach przemysłowych, muszą odznaczać się przede wszystkim dużą dokładnością i czułością, a ze względu na ich wysoki koszt i szeroki zakres badań, w których należałoby je stosować, powinny być możliwie uniwersalne, umożliwiać pomiary powierzchni o różnych kształtach i wielkości jak też o różnym stopniu dostępności (otwory, wpusty, luki międzyzębne itp.). Klasykami przyrządami tej grupy są angielski profilograf „Talysurf” (rys. 6), radzieckie profilografy Lewina model IZP-17 (rys. 7) i IZP-21 oraz niemiecki profilograf Leitza-Forstera (rys. 8).



Rys. 6. Profilograf Talysurf.

Wyposażenie izb pomiarowych w środki kontroli gładkości grupy 2 może być częściowo przeprowadzone w obecnych warunkach, częściowo wymaga rozszerzenia importu przyrządów

Klasyfikacja i oznaczanie kierunkowości struktury

Struktura równoległa: ślady obróbki równoległe do linii na której umieszczono znak kierunkowości

Struktura promieniowa: ślady obróbki zbieżne promieniowo do określonego miejsca powierzchni

Struktura krzyżująca się: ślady obróbki przecinają się skośnie pod określonym kątem

Struktura współśrodkowa: ślady obróbki spiralne lub współśrodkowe z określonym punktem powierzchni

Struktura krzywoliniowa: krzywoliniowe ślady obróbki równooddalone lub lekko zbieżne

Struktura punktowa: ślady obróbki w postaci blisko położonych, drobnych wgłębień i wzniesień

Klasyfikacja kierunkowości struktury

Struktura	kierunkowość	Znak	Przykład
Jedno-kierunkowa	równoległa	=	otwór przeciągany, rowek dłutowany w otworze
	współśrodkowa	⊙	powierzchnia toczona wałka lub otworu
	krzywoliniowa	K	czoło wałka toczona promieniowo
Wielo-kierunkowa	promieniowa	P	szlifowane płaszczyzny (boki) freza tarczowego
	krzyżująca się	X	płaszczyzny frezowane czołem freza
Bez-kierunkowa	nieuporządkowana	B	płaszczyzny ręcznie docierane lub skrobane
	punktowa	T	powierzchnie obrabiane elektroiskrowo

Przykład oznaczania kierunkowości struktury na rysunku

Znaki kierunkowości sa tej samej wielkości jak i znaki gładkości. Znak kierunkowości umieszcza się po lewej stronie znaku gładkości.

Rys. 5. Klasyfikacja i oznaczenia kierunkowości struktury.

na mikrointerferometry i profilografy lub uruchomienia ich produkcji w kraju. W klasach gładkości 1 — 3 należy stosować mikroskopy warsztatowe — dla pomiaru gładkości wałków i optymetry — dla wałków i otworów, zakładając specjalną końcówkę pomiarową (rys. 9), możliwą do wykonania bez trudności w każdym zakładzie pracy. W klasach gładkości 3 — 9 używa się do podwójnych mikroskopów Linnika (rys. 10) produkcji radzieckiej lub zbliżonej konstrukcji mikroskopów Schmaltza produkcji NRD.

W miejsce wymienionych przyrządów w zakresie od 1 do 8 klasy można zastoso-ować polski gładkościomierz Biernawskiego (rys. 11), którego produkcja ma być w niedługim czasie rozpoczęta. Bezspornymi zaletami tego gładkościomierza w porównaniu do podwójnego mikroskopu Linnika jest możliwość obserwacji powierzchni w trakcie pomiaru w całym polu widzenia oraz szybsze i prostsze cechowanie gładkościomierza, nie wymagające stosowania wzorca. Cechą ujemną jest zużywanie się szklanych płytek mierniczych oraz konieczność lekkiego przyciemniania kopceniem badanych powierzchni, rozpraszających światło. Modyfikacja tego gładkościomierza mająca na celu wykluczenie konieczności kopcenia powierzchni badanych i zastąpienie szkiełka mierniczego, wykonaną na drodze fotograficznej siatką mierniczą wprowadzoną w układ optyczny oświetlacza gładkościomierza, jest w opracowaniu.

Dla powierzchni w klasach gładkości wyższych od 9 należałoby stosować mikrointerferometry Linnika lub nasadki mikrointerferencyjne, zakładane na zwykłe biologiczne mikroskopy. Przyrządów tego typu niestety dotychczas nie importujemy, ani nie produkujemy, mimo poważnego zapotrzebowania na te przyrządy ze strony przemysłu oraz placówek naukowo-badawczych. Rozwiązaniem tego zagadnienia przez opracowanie prototypu i wykonanie próbnej serii w oparciu o krajową optykę i istniejące wzory powinien zająć się je-

den z instytutów naukowo-badawczych lub zakładów politechnicznych.

Wymienione przyrządy umożliwiają w pełni pomiary powierzchni płaskich i wałków. Dla pomiarów w trudniej dostępnych partiach powierzchni jak też i w otworach służy technika odbitek stykowych. Tanią i prostą metodą, dającą całkowicie zadowalające rezultaty, jest opracowana przez autora metoda siarkowo-grafitowych odbitek stykowych, stosowana od paru lat w Instytucie Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem oraz

TABLICA II

Zastosowanie przyrządów do sprawdzania gładkości powierzchni.

Przyrząd mierniczy	Kształt powierzchni badanej			Odcinek mierniczy mm	Parametr spraw- dzany	Odcinek mierniczy mm												
	pow. płaskie	pow. wałkow.	pow. otworów			Klasy gładkości												
	h w mm	d w mm	d w mm			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
prętkowa	Lewina, model JZP-17	h nieogr.	d > 3		15 lub 3	H ₁₂												
	Lewina, model JZP-21			d > 20	2	H ₁₂												
	Ammona	h nieogr.	d > 3		do 125	H ₁₂												
	Taylor-Hobsona „Talsurf”	h < 425	64d < 425	d > 10	do 12	H ₁₂												
	Brusha, model BL-103	h < 170	34d < 170	d > 6,5	1,6	H ₁₂												
prętkowa	Perthena „Perthograph”	h nieogr.	d > 3	d > 70	do 50	H ₁₂												
	Leitz-Forstera	h < 110	34d < 110		do 100	H ₁₂												
	Topolina „Topograph”	h < 450	34d < 450	d > 10	1,2	H ₁₂												
	Abbota, model Q	h nieogr.	d > 2	d > 2	od 1	H ₁₂												
	Kisielewa, model KW-4	h nieogr.	d > 3	d > 25	od 2	H ₁₂												
prętkowa	Brusha „RMS-meter”	h < 170	34d < 170	d > 6,5	1,6	H ₁₂												
	Taylor-Hobsona „Ave-meter”	h < 425	64d < 170	d > 10	3,75	H ₁₂ -H ₁₀												
	Leitz-Forstera	h nieogr.	d > 6		do 100	H ₁₂												
	Podw. mikr. Linnika MIS-11	h < 160	34d < 150		0,3-0,6-1-2	H ₁₂												
	Schmaltza	h < 160	34d < 150		0,3-0,6-1-2	H ₁₂												
prętkowa	Buscha „Raulimeter”	h < 100	34d < 150			H ₁₂												
	Biernawskiego, model WB4	h nieogr.	d > 3		1-2-3	H ₁₂												
	Linnika, model JZK-11	h < 50	24d < 50		1,5	H ₁₂												
	Szelejewa, model MJU-1	h nieogr.	d > 2		0,4	H ₁₂												
	Zeissa	h < 120	24d < 120		0,4	H ₁₂												
prętkowa	ocena bezpośrednia	h nieogr.	d nieogr.	d > 20		określenie gładkości												
	z komparatorem opt.	h nieogr.	d nieogr.			przez porównanie												
	pneumat. mikrometr Solex	h nieogr.	d nieogr.	d > 5		z powierzchnią wzor- cową												
	elekt. mikr. „Perthometer”	h < 160	10d < 150															

przypadek nie może być użyty

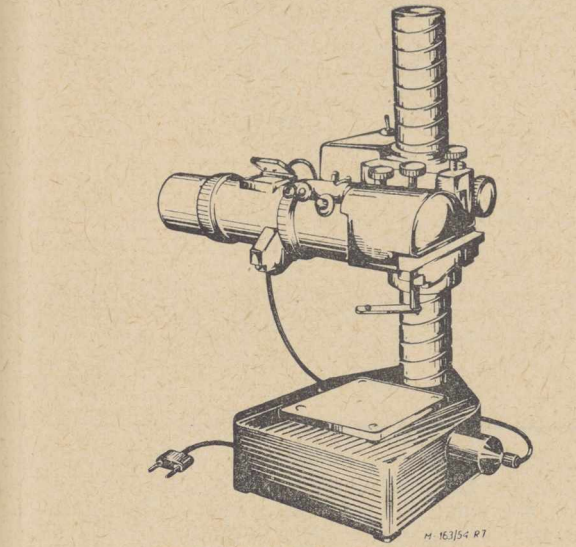
mierniczy przyrząd nieporównywalny z wyżej wymienionymi

4-53194-R72

w kilku zakładach przemysłowych. Odbitka stykowa to negatyw powierzchni, uzyskany w tym przypadku przez wylanie na nią paru kropel ciekłej mieszaniny siarki z grafitem, sporządzonej w stosunku 70 — 88 cz. cięż. siarki i 30 — 12 cz. cięż. grafitu. Mieszaninę topi się nie dopuszczając do wrzenia. Po stopieniu mieszanina początkowo gęstnieje, następnie ponownie staje się łatwopłynna i w tym właśnie momencie na-

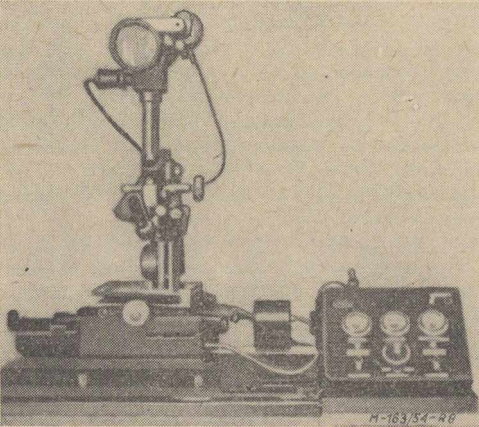
leży ją wylewać na badane powierzchnie, na których zastyga w ciągu paru sekund.

Cennym uzupełnieniem wyposażenia izby pomiarów w środki kontroli gładkości jest dowolnego typu profilograf lub profilometr. Ich niezaprzeczalnymi zaletami w porównaniu do gładkościomierzy optycznych są:



Rys. 7. Profilograf IZP-17.

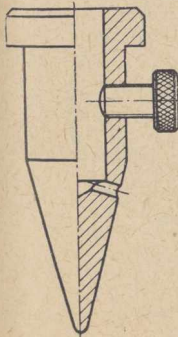
1) krótki czas pomiaru, który przy seryjnych pomiarach gładkości i przy jednorazowo cechowanym przyrządzie mierniczym nie przekracza paru sekund,



Rys. 8. Profilograf Leitz-Forstera.

2) duże powiększenie i niezależność powiększeń pionowych od poziomych, co ułatwia wyznaczenie H_{sr} i jest niezbędne, zwłaszcza przy dużych powiększeniach, ze względu na długość wykresu. Powiększenia pionowe profilu dochodzą w obecnie konstruowanych profilografach do 100000 przy możliwości ich zmiany w szerokim zakresie, powiększenia poziome są zazwyczaj kilkanaście do kilkadziesiąt razy niższe,

3) szybkie i tanie utrwalanie wyników pomiaru w postaci profilogramu posiada w pomiarach typu orzeczeniowego istotne znaczenie oraz daje możliwość powtórnej kontroli i analizy uprzednio przeprowadzonych pomiarów.

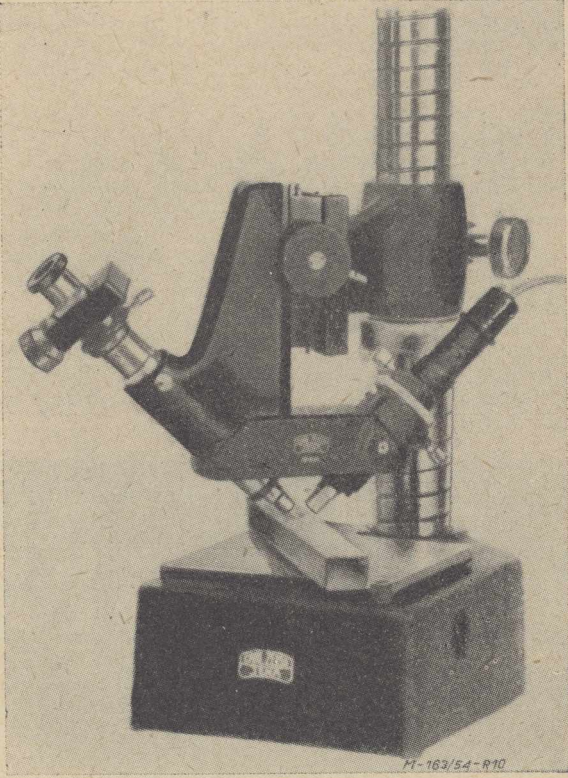


Rys. 9. Końcówka do pomiarów gładkości w klasach 1-3 optimetrem pionowym.

4) Automatycznie uzyskiwany, bezpośredni odczyt wartości H_{sk} , możliwy jedynie przy zastosowaniu profilometrów lub profilografów wyposażonych w dodatkowe urządzenia elektryczne odczytowe, jest istotny w kontroli powierzchni, którym postawiono ostre wymagania utrzymania gładkości w określonych stopniach klas, gdyż podział klas gładkości na stopnie opiera się wyłącznie na gradacji wartości parametru H_{sk} , a normy nie przewidują w tych przypadkach możliwości przeliczenia mierzonych wartości H_{sr} na H_{sk} .

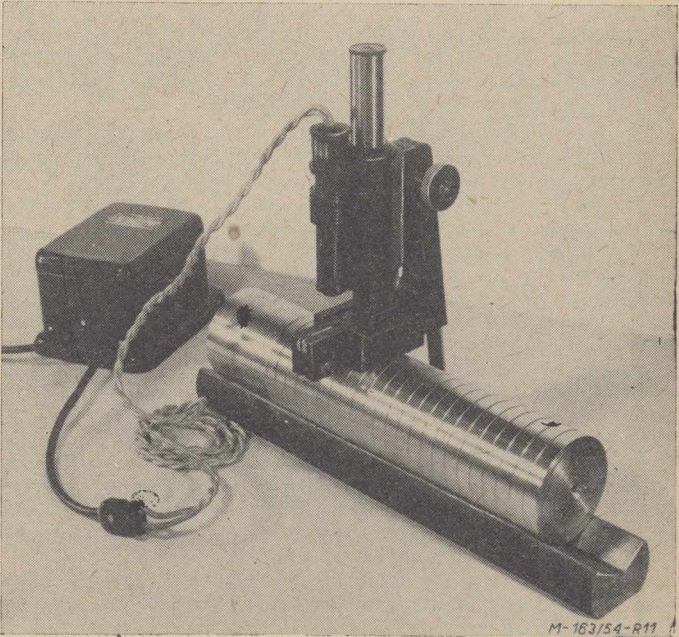
Wartość użytkową profilografów i profilometrów zmniejszają wady stykowej metody odwzorowywania profilów powierzchni, wy-

nikle z konieczności zastosowania ostrza mierniczego o promieniu zaokrąglenia od 1,5 do 15 μ . Wyższe wartości promienia zaokrąglenia są przyczyną geometrycznych błędów odwzorowania zniekształcających profilogram, małe promienie zaokrąglenia powodują wzrost nacisków powierzchniowych, a w rezultacie niszczenie nierówności na drodze ostrza mierniczego. Wady te, łącznie z błędami dynamiczno-kinetycznymi, powodują, że różnice w dokonywanych odczytach w stałych warunkach i na tej samej trasie ostrza wzorującego dochodzą do 30%.



Rys. 10. Gładkościomierz Schmalza.

Błędy tego rzędu, pozornie wysokie, w żadnym przypadku nie umniejszają użyteczności profilografów i profilometrów. Pomiary gładkości muszą mieć charakter raczej statystyczny wobec silnych wahań jednolitości struktury geometrycznej powierzchni sięgających nawet 300% dla powierzchni jednego przedmiotu, a jeszcze więcej dla powierzchni przedmiotów po-



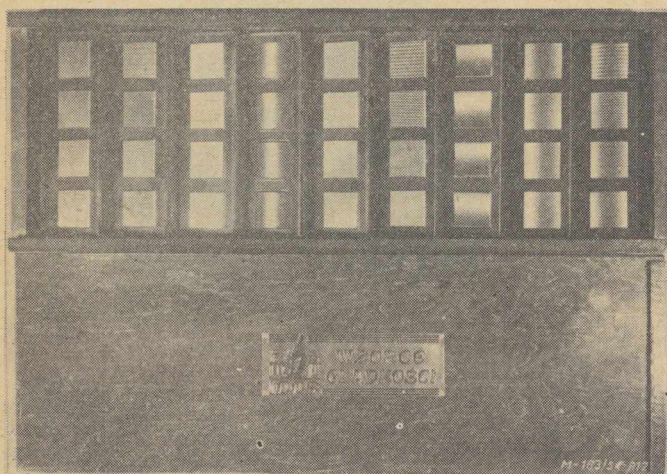
Rys. 11. Gładkościomierz Biernawskiego typ WB-4.

chodzących z różnych serii produkcyjnych. Z przytoczonych powodów pojedynczy pomiar nigdy nie może być podstawą do oceny gładkości badanej powierzchni.

Niejednolitość struktury geometrycznej powierzchni, charakterystyczny silny rozrzut gładkości wynikający z budowy metalu i z właściwości procesów obróbki, jest przyczyną pozornego paradoksu, że subiektywna ocena stanu powierzchni i jej gładkości przez oględziny i porównanie z wzorcem może dać praktycznie lepsze wyniki niż najstaranniej przeprowadzone pomiary jednego z parametrów, stanowiących podstawę klasyfikacji gładkości. Z tego powodu podstawowym, najlepszym środkiem warsztatowej kontroli gładkości są wzorce gładkości, z którymi porównuje się kontrolowane powierzchnie wzrokowo, dotykowo lub przy pomocy prostych przyrządów komparatorowych.

Wzorce gładkości, poza ich zastosowaniem do selekcyjnej kontroli produkcji i samokontroli wykonawczej, prowadzonej przez robotnika na stanowisku pracy, mogą oddać duże usługi przy szkoleniu personelu w zakresie nowej, wymiarowej klasyfikacji gładkości, dając robotnikom bezpośrednie wyobrażenie w metalu o wymaganiach normy i o nowych oznaczeniach gładkości na rysunkach warsztatowych, mogą również stanowić poważne ułatwienie dla konstruktora przy doborze właściwych klas gładkości.

Dokładność oceny gładkości powierzchni przez porównanie z wzorcami w dużej mierze zależy od przeszkolenia, wprawy i wrodzonych zdolności oceniającego, a przede wszystkim od prawidłowego doboru wzorców, które muszą spełniać trzy podstawowe warunki:



Rys. 12. Podręczny komplet wzorców gładkości produkcji IOOS.

1) Wzorec musi być sporządzony z takiego samego lub możliwie podobnego materiału jak i przedmiot badany. Z doświadczenia wynika, że warunek ten dla wzorców 1 — 4 klasy, nie musi być zachowany, dla klas 5 — 9 wystarcza zgodność grupy materiałowej (stale, żeliwa), a bez znaczenia jest odmiana lub gatunek materiału tej samej grupy.

2) Powierzchnia wzorcowa powinna mieć kształt zbliżony do kształtu powierzchni badanej, gdyż krzywizna jej powodując odmienne refleksy świetlne wpływa na ocenę wzrokową.

3) Sposób obróbki obu porównywanych powierzchni musi być taki sam, a warunki obróbki powinny być zbliżone.

Wymienione warunki utrudniają stworzenie uniwersalnych kompletów wzorców gładkości i poważnie ograniczają ich użytkowanie w kontroli produkcji, natomiast dają możliwość uzyskania środków warsztatowej kontroli gładkości we własnym zakresie przez dobór lub specjalne wykonanie w warunkach produkcyjnych wzorcowych przedmiotów produkcji. Wzorce typu uniwersalnego znajdują zastosowanie dla typowych sposobów obróbki i materiałów w klasach gładkości od 1 — 9. Produkcję wzorców uniwersalnych można obecnie uruchomić w kraju na podstawie technologii opracowanej w Instytucie Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem w wyniku trzyletnich przygotawczych prac badawczych. Wzorce wykonane w IOOS na podstawie tej technologii (rys. 12) są już obecnie używane w niektórych zakładach przemysłowych.

Wzorce reprezentują najniższą, jeszcze dopuszczalną gładkość danej klasy, przy czym rzeczywistą wartość H_{sr} dla powierzchni wzorcowych ustalono jako średnią arytmetyczną, z dziesięciu pomiarów kontrolnych. Dopuszczalne odchyłki od

wartości nominalnej dla poszczególnych pomiarów i dla średniej arytmetycznej zestawiono w tablicy III.

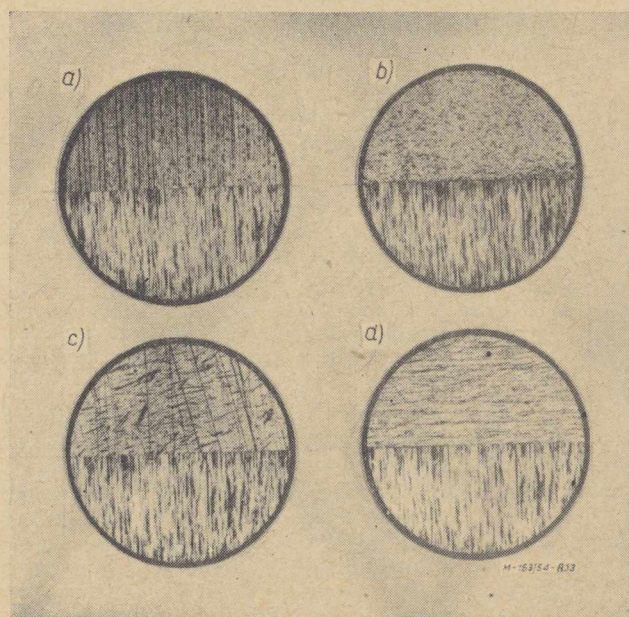
TABLICA III.

Klasa gładkości	Wartości nominalna		Granice dla odczytów kontrolnych $H_{sr}[μ]$	Granice dla średniej arytmetycznej $H_{sr}[μ]$
	$H_{sk}[μ]$	$H_{sr}[μ]$		
1	—	200	150—210	160—200
2	—	125	94—131	100—125
3	—	63	47—66	50—63
4	—	40	30—42	32—40
5	63	20	15—21	16—20
6	32	10	7,5—10,5	8—10
7	1,6	6,3	4,7—6,6	5—6,3
8	0,8	3,2	2,4—3,6	2,5—3,2
9	0,4	1,6	1,2—1,7	1,3—1,6
10	0,2	0,8	0,6—0,85	0,64—0,8
11	0,1	0,5	0,38—0,53	0,4—0,5
12	0,05	0,25	0,19—0,27	0,20—0,25
13	—	0,12	0,09—0,13	0,095—0,12
14	—	0,06	0,04—0,065	0,045—0,06

W klasach gładkości 1 — 9 można oceniać gładkość wzrokowo, porównując powierzchnię badaną z wzorcem przyłożonym do niej tak, aby ślady obróbki miały zgodny kierunek na obu powierzchniach, a oświetlenie było jednakowo równomierne. Można również porównywać obie powierzchnie przesuwając paznokcie lub blaszkę z miękkiego metalu możliwie wolno na przemian po obu powierzchniach, poprzecznie do śladów obróbki, lecz nie obserwując tych powierzchni w trakcie próby dotykowej. Powierzchnię badaną uznaje się za dobrą jeżeli gładkość jej zostanie oceniona jako większa od gładkości wzorca.

W wyższych klasach gładkości, do 14 włącznie, można również stosować wzorce posługując się komparatorami. Najczęściej stosowane komparatory optyczne są to mikroskopy o rozdwojonej osi optycznej, umożliwiające jednoczesną obserwację w powiększeniu 30 — 40-krotnym powierzchni wzorcowej i badanej (rys. 13). Pierwszy krajowy prototyp optycznego komparatora gładkościowego został wykonany w Katedrze Obróbki Skrawaniem Politechniki Wrocławskiej, przy czym do budowy prototypu wykorzystano części dwuokularowego mikroskopu stereoskopowego produkcji PZO.

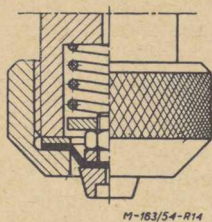
Jako komparatory do porównawczej oceny gładkości powierzchni przy użyciu wzorców nadają się również czujniki pneumatyczne typu „Solex” po wymianie dyszy wylotowej na dyszę samoustawiającą (rys. 14). Badania nad zastosowaniem czujników typu „Solex” do pomiarów gładkości są prowadzone z pozytywnym rezultatem w Katedrze Mechanicznej Technologii



Rys. 13. Przykłady powierzchni obserwowanych komparatorem optycznym.

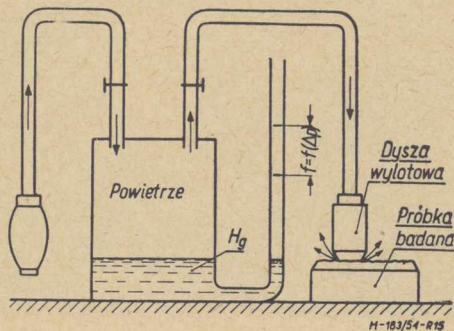
Materiałów Politechniki Wrocławskiej. Obszerny artykuł inż. S. Paszkowskiego streszczający wyniki badań radzieckich z tego zakresu został opublikowany w zeszycie 3/54 Przeglądu Mechanicznego.

Prostym komparatorem pneumatycznym do porównawczej oceny gładkości jest przyrząd pomysłu *prof. dr inż. W. Biernawskiego* (rys. 15), polegający na pomiarze czasu wypływu powietrza powodującego spadek ciśnienia określony różnicą wyso-



Rys. 14. Konstrukcja samonastawczej dyszy do pneumatycznego komparatora gładkościowego.

kości opadającego słupa cieczy. Wstępne badania prototypu tego przyrządu prowadzone obecnie w IOOS wykazały dużą czułość przyrządu i prawidłową powtarzalność wyników w zakresie klas od 1 — 9.



Rys. 15. Komparator pneumatyczny pomysłu *prof. W. Biernawskiego*.

Zastosowanie w kontroli gładkości komparatorów pneumatycznych wyklucza subiektywność oceny gładkości, stanowiącą istotną wadę bezpośredniej oceny za pomocą wzorców czy też oceny za pomocą wyżej wspomnianych komparatorów optycznych.

Wzorce gładkości i komparatory stanowią niezbędne, w pełni wystarczające wyposażenie zakładu, umożliwiające zorganizowanie kontroli gładkości powierzchni przedmiotów produkcji, w oparciu o wprowadzoną już obecnie normę PN/M-04251.

4. Uwagi o wprowadzeniu i organizacji kontroli gładkości w zakładach produkcyjnych

Wprowadzenie nowych norm gładkości powierzchni wymaga systematycznej akcji przygotowawczej, obejmującej między innymi:

a) dokonanie klasyfikacji, według wymagań nowej normy, powierzchni przedmiotów produkowanych obecnie według dotychczasowej dokumentacji i uzupełnienie tej dokumentacji oznaczeniami klas gładkości;

b) ustalenie wytycznych doboru klas gładkości dla elementów nowokonstruowanych maszyn;

c) ustalenie metod i warunków skrawania zabezpieczających uzyskanie wymaganych klas gładkości przy zachowaniu właściwej wydajności produkcji;

d) zorganizowanie właściwej kontroli gładkości powierzchni przedmiotów produkcji.

Rozpatrmy bliżej sprawę organizacji kontroli gładkości powierzchni w zakładzie produkcyjnym.

Wobec braku przeszkolonego personelu i niezbędnych środków kontroli, akcja przygotowawcza powinna objąć:

1) pracę instruktażowo-szkoleniową;

2) wyposażenie izb pomiarowych w niezbędną aparaturę pomiarową;

3) uzyskanie dostępnych środków warsztatowej kontroli gładkości lub wykonanie ich we własnym zakresie i stopniowe wprowadzenie kontroli gładkości rozpoczynane od wyrobów, których dotychczasowa produkcja wykazuje największy procent braków lub powoduje najczęstsze spory z odbiorcą ze względu na niewłaściwy lub niewłaściwie oceniany stan powierzchni.

1) Akcja instruktażowo-szkoleniowa powinna przebiegać dwutorowo:

a) dla całej załogi z założeniem wykorzystania wszelkich środków i form pracy instruktażowej i propagandy produkcyjnej w celu zapoznania personelu zakładu z nową normą gładkości, jej znaczeniem praktycznym oraz z podstawową metodą określania gładkości za pomocą wzorców. Akcję tę powinna prowadzić komórka postępu technicznego w zakładzie w porozumieniu z zakładowym kołem SIMP oraz z Klubem Techniki i Racjonalizacji, organizując odczyty, dyskusje, pokazy i stosując środki propagandy wizualnej (gazetka ścienna, afisze, plakaty), wykorzystując konkretne materiały z terenu zakładu, jak dane liczbowe dotyczące braków, efekty wprowadzenia kontroli gładkości na poszczególnych stanowiskach czy liniach produkcyjnych itp. Poważne znaczenie dla prowadzenia akcji będzie miała przede wszystkim postawa przodowników pracy, kontrolerów produkcji i całego personelu inżyniersko-technicznego, dla którego zakładowe koła SIMP powinny zorganizować specjalne wieczory dyskusyjne z udziałem prelegentów z instytutów naukowo-badawczych, wyższych uczelni lub z zakładów produkcyjnych przodujących w tej dziedzinie.

b) dla pracowników izby pomiarów, kontrolerów i brakarzy, wytypowanych do przeprowadzania kontroli gładkości w zakładzie, należy przeprowadzić kursy obejmujące wykłady o normalizacji i klasyfikacji gładkości, o metodach pomiaru i organizacji kontroli gładkości, o czynnikach technologicznych warunkujących uzyskanie żądanej gładkości oraz o znaczeniu tej ostatniej dla prawidłowej współpracy części i eksploatacji maszyn. W trakcie kursu jego uczestnicy powinni zapoznać się praktycznie z obsługą posiadanych przez zakład przyrządów do kontroli gładkości i wziąć udział w typowaniu produkcyjnych wzorców gładkości, jak też przedyskutować wewnątrzzakładowe instrukcje przeprowadzania pomiarów gładkości i odbioru części ze względu na gładkość ich powierzchni. Podstawą dla opracowania takich instrukcji czy norm wewnątrzzakładowych mogą być instrukcje pomiarowe oraz wytyczne kontroli gładkości przedmiotów produkcji opracowane w IOOS.

2) Wyposażenie izb pomiarowych w niezbędną aparaturę pomiarową wymaga planowych, stopniowo realizowanych inwestycji, przy czym wytyczne dla doboru niezbędnych środków pomiarowych zostały częściowo podane w referacie. Bliższe dane znaleźć można w „Instrukcji wyposażenia zakładów przemysłowych w niezbędne środki kontroli chropowatości powierzchni” opracowanej przez IOOS. Podkreślić należy poważne trudności związane obecnie z nabywaniem niezbędnych przyrządów do pomiarów gładkości, trudności, które powinny być rozwiązane odgórnie przez instytucje planujące import i rozdział aparatury pomiarowej i laboratoryjnej. Należałoby również rozpatrzyć możliwości uruchomienia krajowej produkcji niektórych przyrządów do pomiarów gładkości.

3) Za podstawowy środek warsztatowej kontroli gładkości należy uznać wzorce uniwersalne bądź też wzorce produkcyjne czyli wzorcowe przedmioty produkcji. Do czasu centralnego uruchomienia produkcji wzorców gładkości zakłady produkcyjne mogą i powinny we własnym zakresie typować produkcyjne wzorce gładkości korzystając z pomocy placówek naukowych wyposażonych w odpowiedni sprzęt pomiarowy. Istotną trudność stanowi brak w zakładach produkcyjnych komparatorów, niezbędnych dla wprowadzenia kontroli bardziej gładkich powierzchni.

Zwiedź wystawę narzędzi mierniczych produkcji krajowej oraz wynalazków i osiągnięć racjonalizatorskich z zakresu metrologii warsztatowej

Warszawa — Czackiego 3/5 — Dom Technika
sala B w dniach 10 — 12 grudnia 1954.

KONTROLA DOKŁADNOŚCI WYKONANIA OSTRZY NARZĘDZI SKRAWAJĄCYCH

1. Wiadomości wstępne

Zwiększone wymagania techniczne stawiane wykonaniu narzędzi są wyrazem nie tylko dążenia do intensyfikacji procesów wytwórczych, lecz są warunkiem koniecznym należytego, szerokiego stosowania tworzyw spiekanych. Nowe tworzywa narzędziowe: spieki ceramiczne, staliwo szybko tnące, napawane stopiwo szybko tnące stawiają zwiększone wymagania dokładności wykonania narzędzi skrawających. O ile dość znaczne nawet odchylenia od optymalnych warunków wykonania narzędzia z kutej lub walcowanej stali szybko tnącej — na ogół wpływają jedynie na obniżenie ekonomicznej zdolności skrawnej — to nieznaczne nawet odchylenia dokładności wykonania narzędzi z ostrzami z węglików spiekanych lub spieków ceramicznych mogą spowodować techniczną niezdolność narzędzia do pracy. Na przykład wady lutowania płytki z węglików spiekanych lub niewłaściwe zamocowanie mechaniczne płytki ze spieków ceramicznych może spowodować już w pierwszych minutach pracy wyłamanie lub wykruszenie spieku. Podobnie przedstawia się sprawa w przypadku niewystarczającej ostrości krawędzi skrawających ostrzy ze spieków ceramicznych.

Powodzenie zastosowania nowych tworzyw narzędziowych i to w całym możliwym technicznie i zalecanym ekonomicznie zakresie rodzajów narzędzi — uzależnione jest od dokładności ich wykonania.

Wymagania techniczne stawiane dokładności wykonania ostrzy narzędzi skrawających dotyczą:

- 1) stanu materiału ostrzy:
 - a) struktury oraz właściwości wytrzymałościowych i fizycznych materiału,
 - b) błędów nieciągłości materiału ostrza;
- 2) dokładności geometrycznej ostrzy:
 - a) dokładności kształtu ostrza (dokładności przebiegu krawędzi skrawających oraz prawidłowości kształtu zaszlifowanych powierzchni),
 - b) dokładności elementów geometrycznych ostrza jak: kąty, ściny, łyski itp.,
 - c) dokładności poszczególnych ostrzy względem siebie oraz względem części chwytowej;
- 3) gładkości powierzchni i krawędzi skrawających ostrzy.

2. Wymagania techniczne i kontrola stanu materiału ostrza

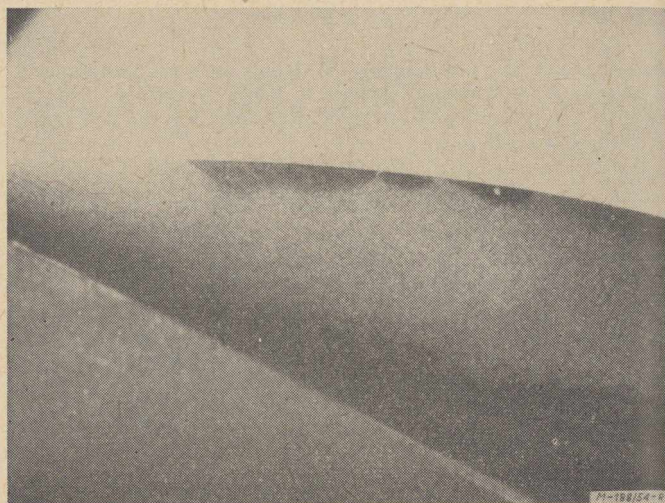
Uzyskanie właściwej budowy wewnętrznej materiału ostrza skrawającego jest zagadnieniem niezmiernie wagi dla wszystkich materiałów narzędziowych, w szczególności jednak — ze względu na warunki przemysłowe — dla stali szybko tnących. W przeciętnych warunkach przemysłowych stan materiału ostrza ze stali szybko tnącej kontrolowany jest w większości przypadków pomiarem twardości. Pomiar twardości nie jest jednak wystarczającym sprawdzianem stanu materiału narzędziowego. Niestety obecne metody kontroli struktury materiału narzędziowego są metodami wyłącznie laboratoryjnymi choćby ze względu na konieczną aparaturę badawczą. Wskutek tego mogą być stosowane jedynie w wyjątkowych przypadkach. Również najczęściej badania metalograficzne nie mogą być dokonane bezpośrednio na narzędziu, lecz muszą być wykonywane na specjalnych próbkach. Pobranie próbek z ostrza narzędzia powoduje uszkodzenie lub zniszczenie narzędzia, co oczywiście uniemożliwia szersze stosowanie kontroli w zakładach produkcyjnych, ograniczając ją do wyrzutowego sprawdzania procesów obróbki plastycznej, odlewania, procesów spawalniczych, a przede wszystkim — obróbki cieplnej.

Przemysłowa kontrola tych procesów winna więc opierać się na sprawdzaniu ustalonych warunków technologicznych.

Prawidłowa struktura narzędzia gotowego może zostać zmieniona w warstwach podpowierzchniowych w procesach przeostrzania narzędzia. Wskutek niewłaściwych warunków ostrzenia (grubość warstwy szlifowanej, szybkość posuwu itp.) nastąpić może tzw. „przypalenie” powierzchni ostrza, powodujące niekorzystną zmianę struktury. Niestety brak jest warsztatowej metody wykrywania zmian struktury, spowodowanych procesem szlifowania. Dlatego też obecnie należy polegać w tym względzie na kwalifikacji i sumienności szlifierzy. Nie-

zależnie od tego musi być przeprowadzana kontrola ostrzonych narzędzi przez obserwację wzrokową, celem odrzucenia narzędzi o wadliwej strukturze (rys. 1).

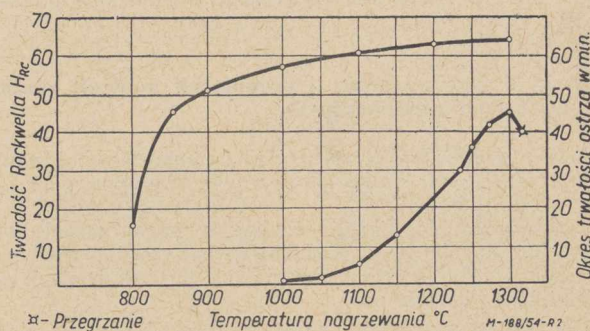
W warunkach przemysłowych z konieczności kontrola procesów obróbki cieplnej polega na pomiarze twardości. Dopuszczalna granica twardości narzędzi ze stali szybko tnących wynosi 63 HRC. W zakresie jednak 63—65 HRC różnice



Rys. 1. Niedopuszczalne przypalenia przy szlifowaniu (rowek wiertła).

w zdolnościach skrawnych narzędzi mogą być dość znaczne, co przykładowo ilustruje rys. 2.

Narzędzia o twardości poniżej 63 HRC należy kwalifikować jako niezdadne do pracy. W szczególności w obróbce cieplnej narzędzi, przeznaczonych do skrawania dokładnego, jak np. rozwiertaków, dążyć należy do uzyskiwania górnej granicy twardości, a to ze względu na większą trwałość rozwiertaka jak i lepszą gładkość rozwiercanego otworu.



Rys. 2. Twardość i okres trwałości ostrza ze stali szybko tnącej 18-4-1 w zależności od temperatury nagrzewania (5).

Pomiary twardości hartowanych stali szybko tnących jak również płytek z węglików spiekanych przeprowadzane są metodą Rockwella. Metoda ta nie jest dla celów narzędziowych metodą najlepszą. Ze względu na znaczny nacisk stożka diamentowego — pomiar jest uzależniony od ustawienia przedmiotu badanego (sprężynowanie), co w przedmiotach o złożonych kształtach jest szczególnie niepożądane. Nie pozwala ona dokonywać pomiarów twardości na powierzchniach ostrzy w większości rodzajów narzędzi skrawających. Metoda Rockwella nie jest również odpowiednia dla kontroli tworzyw spiekanych — nawet przy zastosowaniu zmniejszonego nacisku (60 kG — skala A), ponieważ na powierzchni płytek z węglików spiekanych powstają promieniowe pęknięcia¹⁾, zaś płytki ze spieków ceramicznych mogą ulec nawet całkowitemu uszkodzeniu, a nawet następuje wykruszenie odcisku.

1) Por. art. inż. E. Bryjaka „Korund spiekany” — „Przegląd Mechaniczny” zeszyt 8/54.

Metoda Vickersa nadaje się w znacznie lepszym stopniu do pomiarów twardości narzędzi, ze względu na dużą dokładność pomiaru, możliwość regulowania nacisku w dużych granicach, (od 1 do 100 kG), bardzo mały i płytki odcisk — dzięki czemu nadaje się do badania twardości cienkich warstw ulepszanych, przy czym pomiary mogą być przeprowadzone bezpośrednio na ostrzach. Z wymienionych względów wydaje się właściwe zaopatrzenie zakładów przemysłowych w aparaty Vickersa.

Kontrolę ciągłości materiału ostrza (wykrywanie pęknięć, porowatości, jam, rzadzisz itp.) należy stosować szczególnie dla tworzyw spiekanych, staliwa szybko tnącego oraz napawanego stopiwa szybko tnącego. Nieciągłości materiałowe zmniejszają wytrzymałość mechaniczną ostrzy skrawających i ich zdolność skrawną, dlatego dążymy do całkowitego ich wyeliminowania (stałe szybko tnące obrabiane plastycznie), bądź też do ograniczenia błędów nieciągłości.

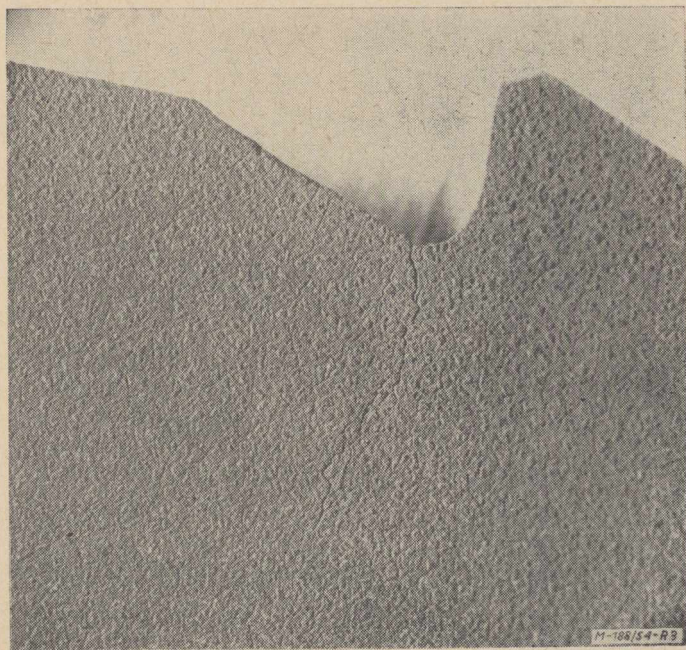
Dopuszczalne błędy nieciągłości zależą od rodzaju materiału oraz rodzaju narzędzia.

W ostrzach wykonanych z węglików²⁾ spiekanych niedopuszczalne są wszelkiego rodzaju pęknięcia, zarówno wynikiłe w procesach spiekania płytek jak i lutowania oraz szlifowania. Porowatość nie powinna być widoczna przy powiększeniu 10-krotnym.

Kontrolę narzędzia z ostrzami z węglików spiekanych ze względu na pęknięcia można przeprowadzić przy użyciu nafty. W tym celu narzędzie zanurza się w naczyniu z naftą na przeciąg kilku minut, następnie poddaje piaskowaniu i przeprowadza oględziny. Na srebrzyste po piaskowaniu powierzchnie występuje z pęknięć nafta, uwiadczenia są bardzo wyraźne. Pęknięcia pojedyncze (spiekalnicze lub lutownicze) oraz siatkę pęknięć wykryć można również przez obserwację wzrokową. Ostateczne sprawdzenie przeprowadza się przy użyciu powiększenia 10-krotnego po dotarciu ostrza. W ten sposób sprawdzamy ostrza pod względem porowatości.

Badania wad nieciągłości materiałowej płytek ze spieków ceramicznych należą do podstawowych badań kontrolnych procesów wytwarzania. Badaniu poddaje się płytki oszlifowane i dotarte. W celu zakwalifikowania badanych płytek pod względem porowatości należało opracować klasy porowatości. W spiekach ceramicznych niedopuszczalne są wszelkiego rodzaju pęknięcia. Niedopuszczalne są również poziome rozwarstwienia.

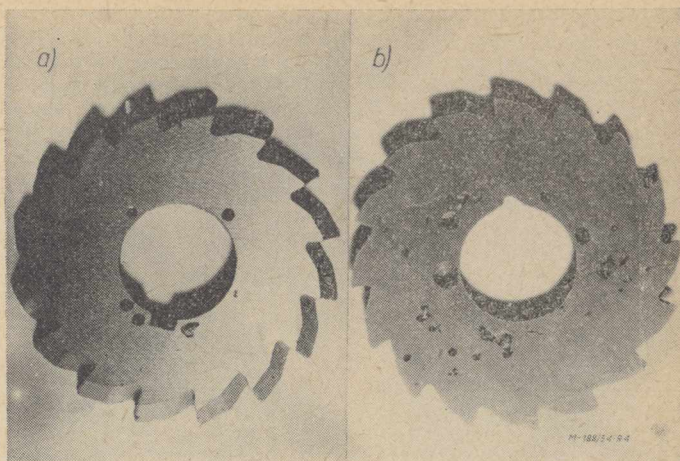
W staliwach szybko tnących pęknięcia umiejscawiają się przeważnie u nasady ostrza (rys. 3), aczkolwiek występują



Rys. 3. Niedopuszczalne pęknięcia w odlewie freza.

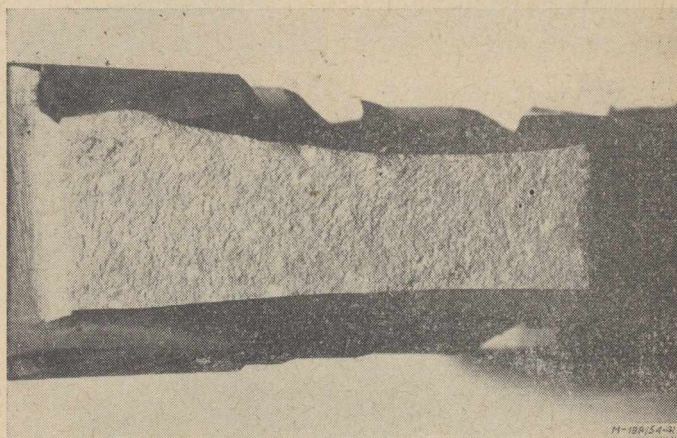
również na krawędziach skrawających. Pęknięcia tego rodzaju są w odlewach narzędziowych niedopuszczalne. Porowatość w postaci jam, pustek i rzadzisz (rys. 4) nie powinna występować. Prawidłowy odlew narzędzia ma przełom zwarty, bez przerw ciągłości (rys. 5). Dokładne wymagania techniczne dla narzędzi lanych nie zostały dotąd opracowane.

²⁾ Wg projektu normy resortowej IOOS: RN-53/MPM25C22 — „Węglik spiekany. Nakładki na narzędzia skrawające. Warunki techniczne odbioru.”



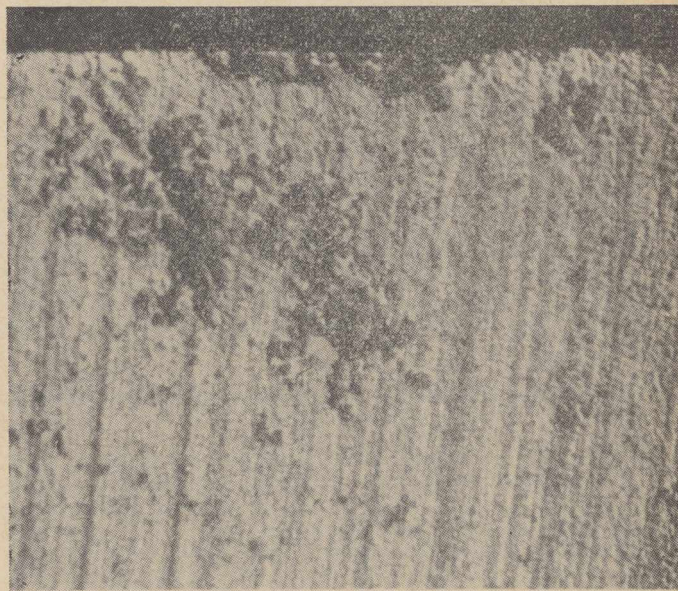
Rys. 4. Niedopuszczalne jamy i pory w odlewie freza.

Wymagania odnośnie sposobu kontroli i warunków odbioru narzędzi napawanych obejmują warunki techniczne odbioru narzędzi napawanych elektrodami ze stali szybko tnących (4),



Rys. 5. Przełom freza tarczowego ze staliwa szybko tnącego.

k których projekt został opracowany przez IOOS. Projekt ten ujmuje kontrolę napawania na drodze obserwacji mikro- i makroskopowej.

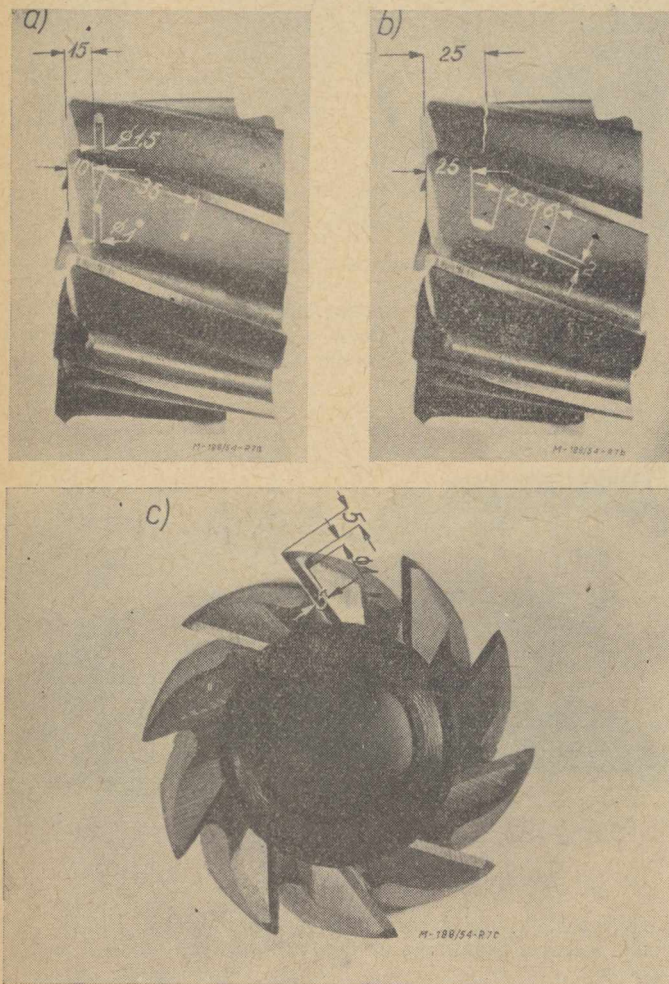


Rys. 6. Niedopuszczalna porowatość stopiwa napawanego.

Ogólne wymagania są następujące: Niedopuszczalne są pęknięcia wzdłużne, krzyżujące się oraz siatka pęknięć. Dopuszcza się pęknięcia poprzeczne i to tylko na głównych krawędziach skrawających (narzędzia wieloostrowe). Na ostrzach

czołowych frezów wałowo-czołowych i rozwiertaków nie dopuszcza się żadnych pęknięć. Szczegółowe warunki określają dopuszczalną ilość pęknięć i ustalają minimalną odległość między pęknięciami i odległość od powierzchni czołowej narzędzia.

Dopuszcza się pewną porowatość stopiwa. Pory nie mogą jednak występować na krawędziach skrawających (rys. 6). Dokładne warunki odbioru podaje projekt IOOS. Rys. 7 podaje przykładowo dopuszczalne wady spawalnicze w napawanym frezie wałowo-czołowym.



Rys. 7. Dopuszczalne błędy spawalnicze napawanego freza wałowo-czołowego.

W stalach szybko tnących obrabianych plastycznie pory nie występują, natomiast pęknięcia są niedopuszczalne.

Zasadniczym niedomaganiem wykrywania wad nieciągłości materiałowej przez obserwację makro- czy nawet mikroskopową jest to, że nie pozwala ona w pełni ocenić jakości materiału ostrza (np. stopiwa napawanego), bowiem wykrywa jedynie wady nieciągłości występujące na powierzchni. Bez wątpliwości byłoby bardzo pożądane opracowanie prostej i skutecznej metody wykrywania wad wewnątrz napawanego stopiwa. Spośród znanych metod defektoskopii wydaje się, że metoda defektoskopii ultradźwiękowej najlepiej nadawać się będzie dla tego celu.

3. Wymagania techniczne i kontrola dokładności geometrycznej ostrzy

W zakresie dokładności geometrycznej na pierwsze miejsce wysuwają się wzmożone wymagania zachowania w procesach ostrzenia odpowiednich wartości kątów, promieni zaokrągleń, szerokości ścinów i tysek itp.

Wymagania techniczne odnośnie dokładności geometrycznej ostrzy nie były dotąd w sposób należyty sprecyzowane. Konstruktor narzędzi ograniczył się do oznaczania nominalnych wartości elementów geometrycznych, nie narzucając tolerancji wykonania. W szczególności dotyczyło to wartości kątów. Wyjątkiem były tu narzędzia specjalne, jak np. przeciągacze, gdzie spotyka się tolerowane wartości kątów przyłożenia i odchylenia krawędzi skrawających. Tolerancje stawiane przez kon-

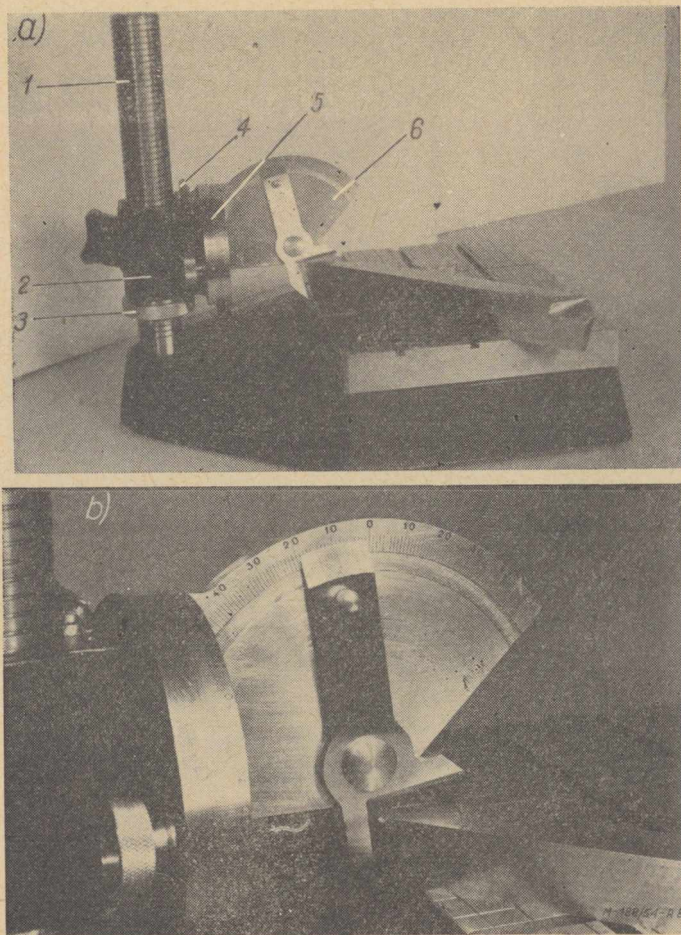
struktora w narzędziach specjalnych i w narzędziach kształtowych podyktowane były koniecznością utrzymania wymiaru zasadniczego narzędzia w miarę przeostrzenia, np. szerokości i głębokości rowka przeciąganego. Natomiast w narzędziach pracujących w warunkach obróbki zgrubnej, średnio-dokładnej (a nawet dokładnej, jeśli dokładność uzyskiwana była na drodze odpowiedniego ustawienia narzędzia i doboru warunków skrawania, a nie kształtu ostrza) — wartości elementów geo-

TABLICA I. Dopuszczalne odchyłki elementów geometrycznych

Element geometryczny		Symbol	Dopuszczalne odchyłki
N a z w a			
Kąty przyłożenia głównej i pomocniczych krawędzi skrawających		α i α_p	$\pm 1^\circ$
Kąt ścina (noże)		γ_s	$\pm 2^\circ$
Kąt natarcia	w zakresie do 15°	γ	$\pm 1^\circ$
	w zakresie pow. 15°	γ	$\pm 2^\circ$
Kąt nachylenia głównej krawędzi skrawającej	w zakresie -5° do $+5^\circ$	λ	$\pm 1^\circ$
	w zakresie pow. $+5^\circ$	λ	$\pm 2^\circ$
Kąt wierzchołkowy		ε	$\pm 2^\circ$
Kąty przystawienia głównej i pomocniczych krawędzi skrawających w zakresie 1° do 2°		κ i κ_p	$+0^\circ 30'$
w zakresie 2° do 3°			$\pm 1^\circ$
w zakresie 3° do 10°			$\pm 1^\circ$
w zakresie pow. 10°			$\pm 2^\circ$
Szerokość ścina (noże)	w zakresie do $0,3$ mm	S_s	$\pm 0,05$ mm
	w zakresie pow. $0,3$ mm		$\pm 0,10$ mm

metrycznych ostrza nie tolerowano. Przyczyną takiego stanu rzeczy było to, że nie zdawano sobie sprawy z wpływu wartości kątów ostrza na trwałość narzędzia i dokładność obróbki.

Obecnie ustalone zostały tolerancje wykonawcze elementów geometrycznych ostrzy (tabl. I). Tolerancje te opracowano w wyniku analizy wpływu wartości kątów na trwałość ostrza



Rys. 8. Kątomierz stolikowy do noży.

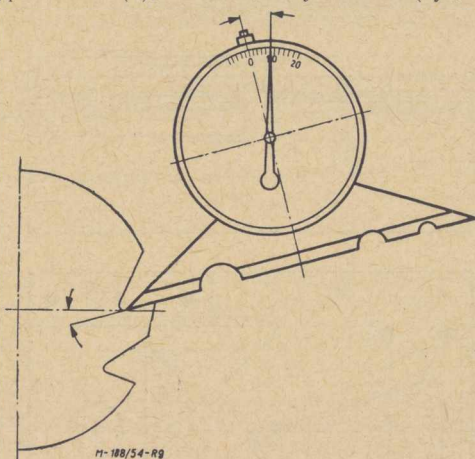
i dokładność obróbki. Tolerancje te mogą być każdorazowo zaciężniane ze względów konstrukcyjnych w narzędziach kształtowych.

Należy również stwierdzić, że kontrola elementów geometrycznych większości typowych narzędzi, takich jak: frezy, noże, gwintowniki, narzynki — po ostrzeniu nie była dotąd przeprowadzana. Jedną z przyczyn tego stanu rzeczy był brak prostych warsztatowych przyrządów mierniczych. Jedynymi używanymi warsztatowymi środkami kontrolnymi były kątomierze uniwersalne oraz wzorniki. W wyjątkowych przypadkach posługiwano się mikroskopami narzędziowymi i projektorami. Mikroskopy narzędziowe i projektory używane były wyłącznie przy kontroli narzędzi kształtowych (kontrola prawidłowości przebiegu krawędzi skrawających), bądź przeznaczonych do obróbki dokładnej (np. sprawdzenie kątów przystawienia w rozwiertakach, przeciągaczach itp.).

Kontrola wzornikami, pozostanie nadal jako najszybszy sposób sprawdzania kątów czy profili przy ostrzeniu seryjnym. Wzorniki jednakże nie pozwalają na pomiar rzeczywistej wartości mierzonego elementu, a sprawdzanie kątów przy ich użyciu jest mało dokładne, gdyż odbywa się ręcznie. Podobnym błędem obciążony jest pomiar kątomierzem uniwersalnym, nie zapewniającym przeprowadzenia pomiaru w płaszczyznach przyjętego układu wymiarowania.

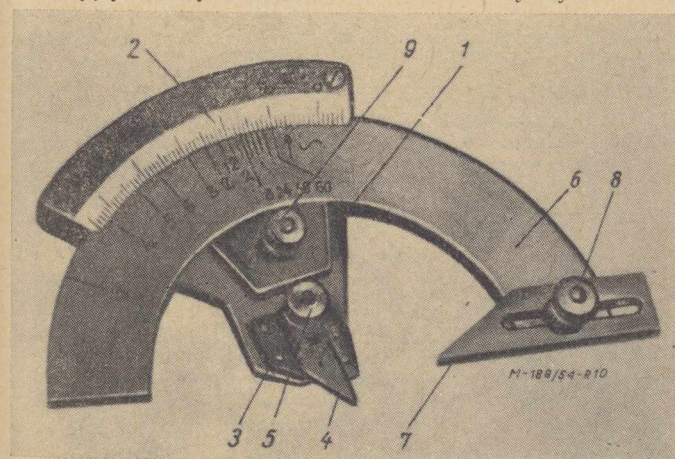
Kątomierz stolikowy do noży, konstrukcji IOOS (rys. 8) pozwala na pomiar elementów geometrycznych w podstawowym układzie wymiarowania. Użycie takiego przyrządu pozwala na właściwy pomiar kątów noży tokarskich, strugarskich, dłutowniczych, noży i płytek do narzędzi składanych jak: głowice frezowe, noże oprawkowe, frezy tarczowe itp.

Znacznymi zaletami odznaczają się uniwersalny kątomierz uchylny typu WNII (3). Działanie kątomierza (rys. 9) opiera



Rys. 9. Pomiar kąta natarcia freza kątomierzem uchylnym WNII

się na zasadzie pionu. Zasadniczą zaletą tego kątomierza jest prostota i szybkość pomiaru. Może być on użyty do pomiaru kątów przyłożenia, natarcia, nachylenia i odchylenia krawędzi skrawających noży, wiertel i rozwiertaków większych średnic.

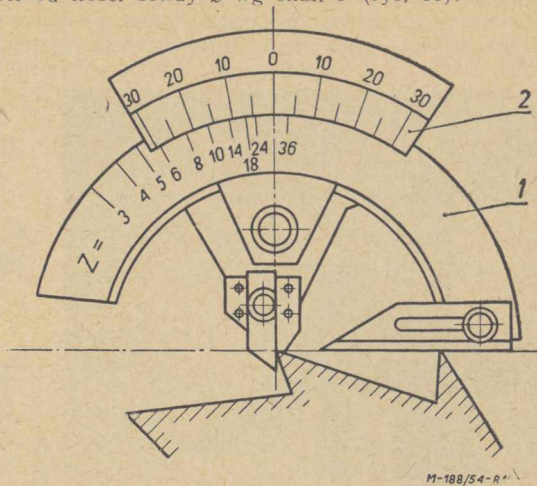


Rys. 10. Kątomierz konstrukcji M. I. Babczinicera.

W zakresie szybkiej orientacji kontroli warsztatowej spełnia on doskonale swoje zadanie. Dokładność jednak pomiaru jest mniejsza niż w kątomierzach uniwersalnych, ze względu na brak noniusza.

Do pomiaru kątów we frezach służy również kątomierz Babczinicera (rys. 10). Zaletą tego przyrządu jest to, że nie wymaga on specjalnego ustawiania i zamocowania mierzonego frezu, gdyż bazę pomiarową stanowią wierzchołki dwu są-

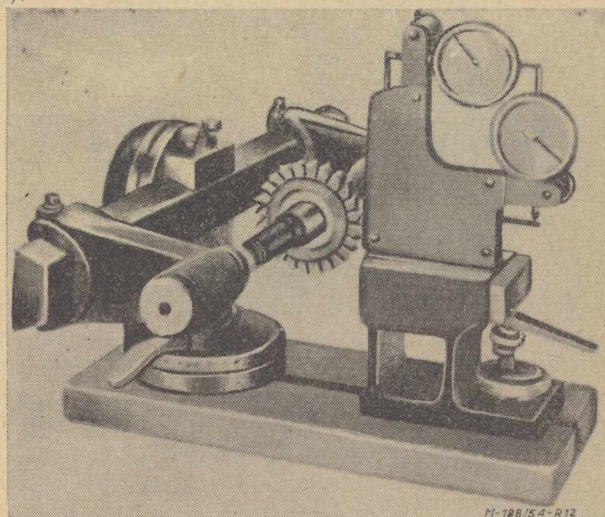
siednich ostrzy. Wartość kąta odczytuje się na skali 2 w zależności od ilości ostrzy z wg skali 1 (rys. 11).



Rys. 11. Pomiar kąta przyłożenia kątomierzem M. I. Babczinicera.

Przyrząd kontrolny konstrukcji WNII, pozwalający na równoczesny pomiar kątów natarcia i przyłożenia przedstawia rys. 12. Składa się on z płyty, przyrządu ustawczego dla mierzonego freza i przyrządu czujnikowego. Dokładność pomiaru wynosi $\pm 30'$.

Kontrolę zaszlifowania ostrzy wiertel krętych przeprowadza się najczęściej przy użyciu wzorników lub kątomierzy. Do dokładniejszych pomiarów służą przyrządy specjalne (rys. 13 i 14).



Rys. 12. Przyrząd kontrolny konstrukcji WNII.

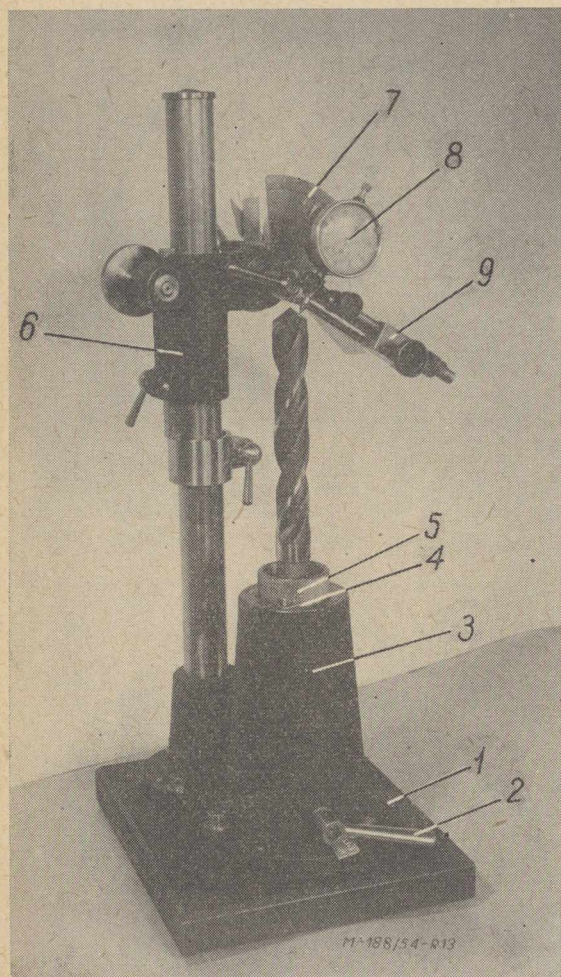
Kątomierz warsztatowy z rys. 14 jest wykonywany w dwóch wielkościach: o zakresie pomiarowym 6 do 26 mm oraz 20 do 80 mm średnicy wiertła. Na przyrządzie sprawdzane być mogą: kąt wierzchołkowy wiertła, symetryczność położenia krawędzi skrawających względem osi wiertła i prostoliniowość krawędzi³⁾.

Do pomiarów kątów natarcia mniejszych rozwiertaków użyć można przyrządu konstrukcji A. D. Martynowa (rys. 15). Przyrząd ten służy również do pomiaru kąta natarcia gwintowników. Rozwiertak zamocowany zostaje w kłach 1. Do powierzchni natarcia dosuwa się końcówkę 2 przyrządu mierniczego 3, poruszającego się wraz z suportem 4. Powiązana z końcówką wskazówka 5 podaje wartość kąta natarcia. Przyrząd do pomiaru kąta natarcia w narzynkach, również konstrukcji A. D. Martynowa, podają rys. 16 i 17. Narzynka ułożona na stole przyrządu zostaje dosunięta do pryzm 1. Końcówkę 4 zamocowaną na osi 2 ustawia się na powierzchni natarcia narzynki. Wskazówka 3 połączona z końcówką 4 wskazuje na skali wartość kąta natarcia.

Opisane tu przyrządy do kontroli narzędzi skrawających wybrane zostały przykładowo jako bardziej znane i nie wyczerpują spotykanych rozwiązań konstrukcyjnych.

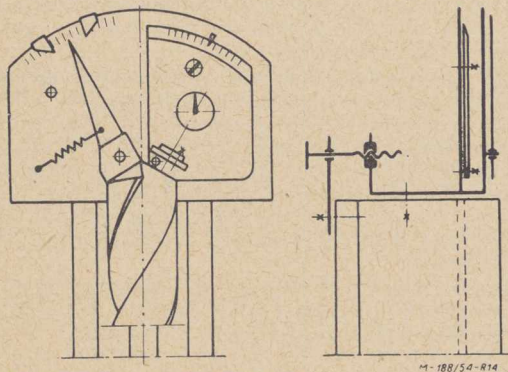
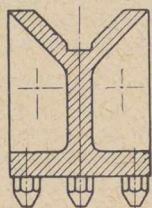
³⁾ Opis konstrukcji kątomierza znajduje się w Biuletynie Informacyjnym IOOS nr 4, 1954 r. „Przegląd Mechaniczny”, zeszyt 8/54.

Specjalną uwagę należy zwrócić na dokładność rozmieszczenia poszczególnych ostrzy względem siebie oraz względem części chwytowej narzędzia. Na przykład nierównomierne rozłożenie wierzchołków ostrzy freza względem jego osi wywołuje



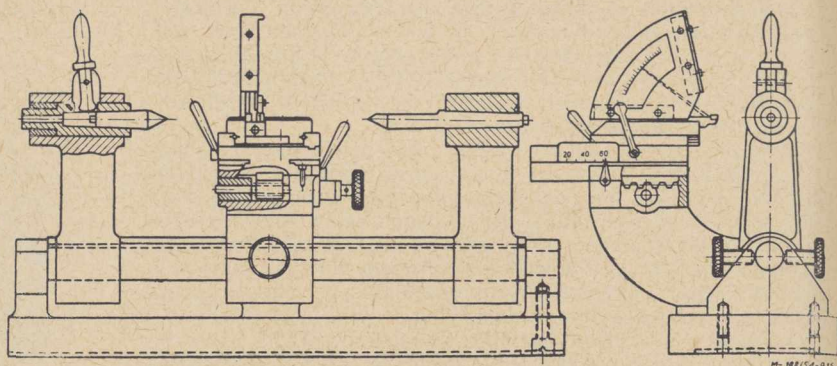
Rys. 13. Przyrząd laboratoryjny do sprawdzania wiertel.

tzw. „bicie” freza. Niewłaściwe rozłożenie poszczególnych ostrzy przeciągacza powoduje nierównomierną grubość warstwy skrawnej i zmienność obciążenia poszczególnych ostrzy.



Rys. 14. Przyrząd warsztatowy do sprawdzania wiertel konstrukcji IOOS.

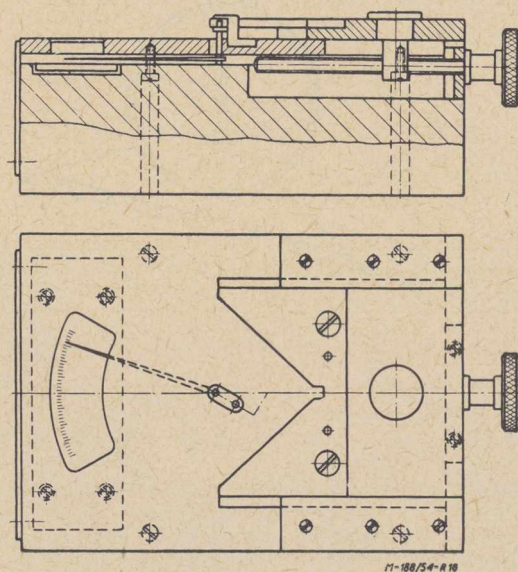
W celu zapewnienia równomiernego rozłożenia ostrzy względem głównej osi narzędzia (frezy walcowe, walcowo-czołowe, tarczowe, rozwiertaki itp.) na ostrzach tych narzędzi wykonuje się wąską łyskę walcową. Niestety w narzędziach ostrzonych od powierzchni przyłożenia łyska ta zostaje usunięta już przy pierwszym przeostrzeniu narzędzia nowego, ponie-



Rys. 15. Przyrząd do pomiaru kąta natarcia rozwiertaków i gwintowników konstrukcji A. D. Martynowa.

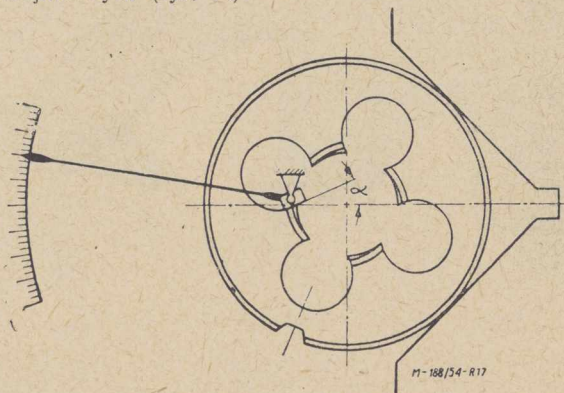
waż zakłady krajowe nie stosują szlifowania walcowego stępionych narzędzi.

Szerokość łyski i ścinów mierzy się przy pomocy lupy z podziałką bądź też na mikroskopie narzędziowym.



Rys. 16. Przyrząd do pomiaru kąta natarcia narzynek okrągłych konstrukcji A. D. Martynowa.

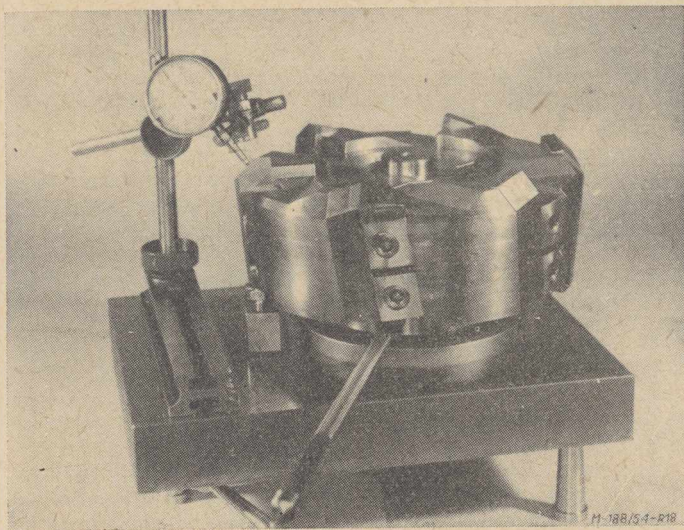
Do sprawdzania bicia narzędzi służą klowe przyrządy czujnikowe. Sprawdzanie ustawienia wymiennych elementów w narzędziach składanych również przeprowadza się na przyrządach czujnikowych (rys. 18).



Rys. 17. Schemat pomiaru kąta natarcia narzynki.

W zakres kontroli dokładności geometrycznej ostrzy wchodzi również sprawdzenie prawidłowości kształtu powierzchni ostrzy, np. płaszczyzny przyłożenia noża, powierzchni przyłożenia wiertła krętego, łukowej powierzchni natarcia noża itp.

Do sprawdzania płaskości płaszczyzn oraz prostoliniowości krawędzi skrawających stosuje się krawędzie miernicze nożowe. Łukową powierzchnię natarcia sprawdza się za pomocą wzornika. Prawdliwość zaszlifowania powierzchni przyłożenia wiertła skontrolować można na przyrządzie pokazanym na rys. 13 przy użyciu czujnika.



Rys. 18. Ustawianie noży w głowicy frezowej.

4. Wymagania techniczne i kontrola gładkości powierzchni i krawędzi ostrzy

Podstawowe wymagania techniczne odnośnie gładkości powierzchni ostrzy dla typowych narzędzi ze stali szybko tnącej i węglików spiekanych podaje tabl. II i III.

TABLICA II. Dopuszczalna wysokość chropowatości powierzchni H_{sr} dla narzędzi ze stali szybko tnącej. (Oznaczenie klas oraz wartości H_{sr} dla poszczególnych klas podano wg PN/M-04251).

Rodzaj narzędzia	P o w i e r z c h n i e					
	natarcia		przyłożenia		łyski ^{x)}	
	klasa	H_{sr}	klasa	H_{sr}	klasa	H_{sr}
noże tokarskie, strugarskie i dłutownicze	▽8	3,2	▽8	3,2		
frezy walcowe, walco-czołowe, tarczowe, głowicowe, frezowe.	▽8	3,2	▽8	3,2		
frezy trzpieniowe	▽8	3,2	▽8	3,2		
wiertła kręte	▽7	6,3	▽8	3,2	▽7c	4
rozwiertaki maszynowe zgrubne	▽8	3,2	▽8	3,2	▽8b	2,5
rozwiertaki maszynowe wykończające	▽9	1,6	▽10	0,8	▽10	0,8
przeciągacze	▽8c	2,0	▽9	1,6	▽9	1,6
gwintowniki maszynowe	▽8	3,2	▽8	3,2		
narzynki okrągłe	▽8	3,2	▽8	3,2		

^{x)} Łyska walcowa w rozwiertakach, wiertłach, łyski na ostrzach zapasowych przeciągacza.

Gładkość powierzchni i krawędzi sprawdza się przez porównanie z wzorcami lub pomiar. Do pomiaru użyć można podwójnego mikroskopu Linnika (dla klas ▽7, ▽8 i ▽9) lub mikro-interferometru dla klas wyższych. Wzorce gładkości narzędzi sprawdza się również przy pomocy wymienionych aparatów.

Zatwierdzone ostatnio normy polskie z zakresu gładkości powierzchni winny jak najszybciej znaleźć zastosowanie w rysunkach narzędzi skrawających, bowiem dotychczas stosowane znaki nie zabezpieczają uzyskania należytej gładkości ostrza.

Ostrość krawędzi skrawających określa się w warunkach przemysłowych przez obserwacje makro- lub mikroskopową. Od-

nośne wymagania charakteryzuje się w sposób następujący: krawędzie powinny być ostre, bez wyszczerbień i wykruszeń. Takie określenie w wielu przypadkach jest niewystarczające. Rozpoczęto wprowadzanie pomiarów gładkości krawędzi i promienia stępienia krawędzi⁴⁾. Pomiary te można przeprowadzić gładkościomierzami optycznymi lub profilometrami, wyposażonymi w specjalne urządzenia do mocowania narzędzia oraz w ostrze miernicze w kształcie łopatki.

TABLICA III. Największa wysokość chropowatości powierzchni H_{sr} dla narzędzi z ostrzami ze spiekanych węglików metali. (Oznaczenie klas oraz wartości H_{sr} dla poszczególnych klas podano wg PN/M-04251)

Rodzaj narzędzia	P o w i e r z c h n i e					
	natarcia robocze		przyłożenia robocze		łyski	
	klasa	H_{sr}	klasa	H_{sr}	klasa	H_{sr}
noże tokarskie i strugarskie	▽9	1,6	▽9	1,6		
frezy tarczowe	▽8	3,2	▽8	3,2		
głowice frezowe	▽9	1,6	▽9	1,6		
wiertła kręte	▽7	6,3	▽8	3,2	▽8	3,2

5. Normy techniczne odbioru narzędzi

Niektóre zakłady przemysłu narzędziowego przystąpiły do opracowywania zakładowych norm warunków technicznych odbioru narzędzi. Normalizacja warunków technicznych odbioru typowych narzędzi skrawających winna być jednak opracowana w skali ogólnokrajowej. Należy podkreślić przy tym konieczność włączenia do tychże norm kontrolę zdolności skrawnych narzędzi, co jest przewidziane np. w radzieckich normach odbioru narzędzi. Doraźna kontrola zdolności skrawnych jest konieczna wobec niedostatecznych metod kontroli stanu materiału ostrza. Wprowadzenie w życie tych norm przyczyni się do podniesienia jakości produkowanych narzędzi.

6. Zakończenie

W celu umożliwienia przeprowadzania należytej kontroli narzędzi skrawających w zakładach przemysłu metalowego należy:

- 1) zaopatrzyć te zakłady w aparaty Vickersa oraz aparaty do pomiaru gładkości powierzchni,
- 2) rozpocząć produkcję przyrządów do kontroli dokładności geometrycznej narzędzi skrawających,
- 3) w zakładach produkcyjnych przeprowadzać kontrolę narzędzi przeostrzanych,
- 4) opracować normy techniczne odbioru narzędzi i półfabrykatów narzędziowych i wprowadzić je przede wszystkim do zakładów przemysłu narzędziowego,
- 5) w większych zakładach przemysłu narzędziowego winny powstać laboratoria, zdolne do badań kontrolnych produkowanych narzędzi.

LITERATURA

- 1) IOOS „Badania nad frezami odlewanymi metodą wosku traconego” — 3EPN-022, 1951 r.
- 2) IOOS „Centralne ostrzenie narzędzi” — NB04 — 1952 r.
- 3) IOOS „Konstrukcja i wykonanie prototypu uniwersalnego kątomierza do frezów oraz instrukcja kontroli geometrii ostrzy frezów” — MW-33, 1953 r.
- 4) IOOS „Warunki techniczne odbioru narzędzi napawanych. Projekt wstępny” — NW-36b., 1953 r.
- 5) P. Kosieradzki „Obróbka cieplna metali” — PWT, 1954.
- 6) B. A. Kurienkow „Nowye konstrukcii reżuszczich, izmieriutielnych instrumentow i kontrolnych priborow” — „Stanki i Instrument”, zeszyt 5/53.
- 7) A. Sadowski „Gładkość powierzchni ostrzy narzędzi skrawających” — „Mechanik”, zeszyt 1/53.
- 8) Projekt normy RN-53/MPM 25022 — „Węglik spiekane. Nakładki na narzędzia skrawające. Techniczne warunki odbioru”.

⁴⁾ Patrz artykuł inż. A. Sadowskiego „Gładkość powierzchni ostrzy narzędzi skrawających” — „Mechanik” zeszyt 1/53.

PODSTAWY PRAWNE ORGANIZACJI I DZIAŁALNOŚCI KONTROLI TECHNICZNEJ

A. Od momentu odzyskania niepodległości, w przedsiębiorstwach przemysłowych organizowano kontrolę techniczną. Organizacja i działalność kontroli technicznej ustalane były dowolnie przez kierownictwo przedsiębiorstw, co w wielu przypadkach powodowało, iż działalność kontroli technicznej nie przynosiła pozytywnych wyników.

Kryteria jakości produkcji były bardzo różnorodne. Utrudniało to porozumienie się wytwórców z użytkownikami. Wytwórcy uważali, że ustalone przez niego warunki techniczne powinny być przyjęte przez zamawiającego. W wielu przypadkach godziło to w interesy użytkownika.

Dla położenia kresu temu stanowi Minister Przemysłu i Handlu w dniu 6 grudnia 1948 r. wydał zarządzenie w sprawie organizacji kontroli jakości produkcji. W zarządzeniu tym główny nacisk położono na właściwą organizację i działalność kontroli technicznej oraz na podniesienie jakości produkcji. Ustalono jednolitą formę organizacyjną stałych komórek Kontroli Technicznej (KT) podporządkowanych bezpośrednio dyrektorowi naczelnemu przedsiębiorstwa przemysłowego. Sprezycyzowano zadania i obowiązki Kontroli Technicznej i ustalono odpowiedzialność za jakość produkcji.

Personel techniczny ponosi odpowiedzialność za jakość produkcji w czasie jej wytwarzania i za ilość braków. Odpowiedzialność ponosi przede wszystkim kierownik oddziału i majster. Majster oraz jego personel pomocniczy ponoszą odpowiedzialność za obniżenie jakości produkcji i za braki powstałe na powierzonym im odcinku pracy.

Natomiast personel kontroli technicznej ponosi odpowiedzialność za przeprowadzenie braków na następne operacje lub do montażu oraz za wypuszczenie na zewnątrz zakładu wyrobu gotowego, niezgodnego z wymogami jakościowymi. Odpowiedzialność tę ponosi przede wszystkim kierownik kontroli technicznej.

Ponadto za jakość produkcji ponosi odpowiedzialność dyrektor naczelny i dyrektor techniczny zakładu. Odpowiedzialność ta dotyczy ostatecznego wyniku jakości produkcji oraz należytego zorganizowania i działalności Kontroli Technicznej.

Zarządzenie ustaliło główne komórki Kontroli Technicznej. Zarządzenie to ustala, że prace Kontroli Technicznej powinny opierać się na specjalnych instrukcjach kontroli lub na kartach technologicznych, w których należy uwzględnić operacje kontrolne. Karty technologiczne wydają komórki opracowujące procesy technologiczne.

Dzięki Zarządzeniu z dnia 6. XII. 48 r. organizacja i działalność komórek kontrolujących jakość produkcji zaczęły przekształcać się w organ oddzielający produkcję nie odpowiadającą wymaganiom jakościowym od produkcji dobrej.

B. Zalecenie Przewodniczącego Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego z dnia 28 października 1949 r. w sprawie zorganizowania i działalności izb pomiarowych w przedsiębiorstwach przemysłu metalowego i elektrotechnicznego postawiło zagadnienie konieczności kontrolowania narzędzi i przyrządów mierniczych.

W myśl tego zalecenia w skład komórek Kontroli Technicznej przedsiębiorstwa przemysłowego włączono izby pomiarów, do zadań których należy:

- okresowe sprawdzanie narzędzi mierniczych dla pomiaru długości i kąta;
- utrzymanie jednolitości miary i długości kąta w całym przedsiębiorstwie przemysłowym;
- udzielanie porad w zakresie stosowania pomiarów przy projektowaniu i realizowaniu produkcji;
- ustalanie metod pomiarów i przeznaczanie właściwych narzędzi mierniczych dla poszczególnych rodzajów pomiarów oraz wprowadzanie nowoczesnych metod pomiarów;
- prowadzenie ewidencji narzędzi mierniczych znajdujących się w przedsiębiorstwie;
- kwalifikowanie do wycofania z obiegu narzędzi mierniczych zużytych lub wymagających naprawy i kierowanie ich do remontu albo wymiany.

Na skutek zalecenia centralne zarządy w porozumieniu z Głównym Urzędem Miar opracowały typowe wyposażenie standardowych izb pomiarowych. W tym czasie Główny Urząd Miar rozpoczął wydawanie przepisów i instrukcji z zakresu

warsztatowych narzędzi mierniczych. Dotychczas wydane przepisy stanowią pokaźny zbiór dokumentów, ogłaszanych początkowo w „Przepisach obowiązujących w miernictwie”, a od października 1952 — w Dzienniku Urzędowym Głównego Urzędu Miar.

Przepisy i instrukcje Głównego Urzędu Miar są niezbędne w pracy każdej izby pomiarów, ponieważ zawierają wymagania stawiane narzędziom mierniczym oraz sposoby sprawdzania.

C. 1. Uchwały i zarządzenia obowiązujące kontrolę techniczną

Uchwała Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów z dnia 12 maja 1950 r. ustaliła wytyczne w sprawie jakości produkcji oraz organizacji i działalności Kontroli Technicznej, ogłoszone w Monitorze Polskim Nr A-65, pozycja 765, z dnia 10 czerwca 1950 r.

Uchwała KERM w sprawie jakości produkcji, mając na uwadze realizację planu 6-letniego, postawiła jako podstawowe zadanie dla Kontroli Technicznej przyspieszenie tempa poprawy jakości produkcji. Celem skoordynowania wysiłków zmierzających do polepszenia tej jakości, Komitet Ekonomiczny Rady Ministrów ustalił następujące wytyczne organizacji i działalności komórek Kontroli Technicznej:

I. Organizacja Kontroli Technicznej

A — Organa Kontroli Technicznej

§ 1. W każdym należącym do gospodarki uspołecznionej przedsiębiorstwie produkcyjnym jak również w jednostkach organizacyjnych podległych bezpośrednio ministrowi, a nadzorujących przedsiębiorstwa produkcyjne, utworzony będzie Dział lub Sekcja Kontroli Technicznej (DKT).

§ 3. W ministerstwach należy utworzyć wydziały Kontroli Technicznej, wchodzące w skład departamentów Produkcji i Techniki. Kierownictwo nad tymi wydziałami może sprawować wicedyrektor do spraw kontroli technicznej.

B — Zadania organów Kontroli Technicznej

§ 5. 1. Do podstawowych zadań DKT w przedsiębiorstwach produkcyjnych należy:

a) przeprowadzanie stałej kontroli: wstępnej (materiałów i artykułów otrzymywanych z zewnątrz), międzyoperacyjnej, końcowej oraz kontroli opakowania i magazynowania dla ustalenia, czy produkcja pod względem jakości i skompletowania jest zgodna z wzorcami, rysunkami, normami i warunkami technicznymi,

b) ujawnianie we właściwym czasie wadliwej produkcji i braków oraz przyczyn ich powstawania,

c) współpraca z aparatem produkcyjnym, mającą na celu podniesienie jakości produkcji, a w szczególności zapobieganie powstawaniu braków oraz produkowaniu artykułów gatunkowo niższych od zaplanowanych.

2. W przedsiębiorstwach, w których istnieją laboratoria (izby) pomiarowe, do zadań tych laboratoriów (izb) należy:

a) przestrzeganie przepisów dotyczących narzędzi mierniczych, których sprawdzanie jest zastrzeżone dla Głównego Urzędu Miar,

b) prowadzenie całkowitej gospodarki przyrządami i narzędziami pomiarowymi w danym przedsiębiorstwie,

c) odbiór nowych oraz okresowa kontrola użytkowanych narzędzi służących do obróbki za pomocą skrawania,

d) odbiór nowych oraz okresowa kontrola użytkowanych przyrządów obróbkowych.

§ 6. Do podstawowych zadań DKT w jednostkach bezpośrednio podległych ministrowi (centralne zarządy przemysłu i zjednoczenia), a nadzorujących inne przedsiębiorstwa, należy:

a) nadzór nad działalnością DKT w podległych przedsiębiorstwach,

b) koordynowanie prac poszczególnych komórek DKT w przedsiębiorstwach,

c) rozstrzyganie spraw przedstawionych przez DKT podległych przedsiębiorstw,

d) dbałość o wyposażenie DKT w przedsiębiorstwach w przyrządy kontrolne i o stosowanie najlepszych metod kontroli,

e) współdziałanie w opracowywaniu norm, warunków technicznych wyrobów oraz ustalaniu dla nich właściwych procesów technologicznych,

f) dbałość o szkolenie i doszkalanie pracowników kontroli technicznej,

g) współpraca w zakresie jakości wyrobów z działami produkcji i działami technologicznymi CZP,

h) analiza braków w danej gałęzi przemysłu,

i) rozpatrywanie reklamacji ze strony odbiorców, w szczególności reklamacji eksportowej,

j) prowadzenie statystyki i sprawozdawczości w zakresie jakości produkcji dla danej gałęzi.

§ 7. Do podstawowych zadań organów Kontroli Technicznej w ministerstwach należy:

a) inicjowanie projektów, rozporządzeń, zarządzeń, instrukcji i wytycznych w sprawach organizacji i funkcjonowania DKT,

b) nadzór nad całokształtem prac DKT w podległych jednostkach,

c) rozstrzyganie spraw przedstawionych przez DKT podległych jednostek,

d) współpraca z właściwymi departamentami w zakresie podniesienia jakości produkcji,

e) opracowywanie wniosków o podniesienie jakości wytworów oraz współpraca na tym odcinku z odpowiednimi instytucjami naukowymi.

C — Kierownictwo DKT

§ 8. 1. Na czele DKT w przedsiębiorstwach produkcyjnych stoi kierownik podległy bezpośrednio dyrektorowi przedsiębiorstwa.

2. Kierownika DKT w przedsiębiorstwie powołuje i odwołuje dyrektor przedsiębiorstwa w porozumieniu z kierownikiem DKT jednostki nadrzędnej.

3. W dużych przedsiębiorstwach mogą być tworzone stanowiska zastępców kierowników DKT. Zastępcy są powoływani i odwoływani w ten sam sposób jak kierownik DKT.

4. Angażowanie pracowników DKT następuje na wniosek i w porozumieniu z kierownikiem DKT.

5. W razie rozbieżności w poszczególnych sprawach kontroli technicznej pomiędzy kierownikiem DKT w przedsiębiorstwie a dyrektorem przedsiębiorstwa, kierownik DKT przedsiębiorstwa ma obowiązek bezpośredniego zawiadomienia o tym kierownika DKT jednostki nadrzędnej.

§ 9. 1. Na czele DKT jednostki określonej w § 2 (CZP i Zjednoczenie) stoi kierownik bezpośrednio podległy naczelnemu inżynierowi.

2. Kierownika DKT powołuje i odwołuje dyrektor naczelny w porozumieniu z dyrektorem departamentu właściwego ministerstwa.

3. Angażowanie pracowników DKT (w CZP i Zjednoczeniu) następuje na wniosek i w porozumieniu z kierownikiem DKT.

4. W razie powstania niezgodności w poszczególnych sprawach kontroli technicznej pomiędzy kierownikiem DKT a kierownikiem jednostki określonej w § 2 (Centralny Zarząd Przemysłu lub Zjednoczenie), kierownik DKT ma obowiązek bezpośredniego powiadomienia o tym organu kontroli technicznej we właściwym ministerstwie.

D — Etaty i uposażenia personelu DKT

§ 10. 1. Etaty ustalone dla organów Kontroli Technicznej nie mogą być wykorzystane przez inne komórki organizacyjne.

2. Całość uposażenia pracowników technicznych, zatrudnionych w DKT, nie może być niższa od uposażenia pracowników w wydziałach produkcyjnych (działach produkcji) na odpowiednich szczeblach organizacyjnych i stanowiskach.

3. Premie pracowników DKT powinny być uniezależnione od wyników produkcji.

E — Odpowiedzialność pracowników DKT i wydziałów produkcyjnych

§ 11. 1. Pracownicy DKT w przedsiębiorstwie produkcyjnym są odpowiedzialni za właściwe wykonywanie powierzonych im czynności kontroli technicznej (§ 5).

2. Odpowiedzialność za wykonanie nieodpowiedniej pod względem jakości lub skompletowania produkcji oraz za ilość braków ponosi przede wszystkim personel wydziałów (oddziałów) produkcyjnych.

3. Za wypuszczenie z zakładu produkcji nie odpowiadającej wymaganiom pod względem jakości i skompletowania ponoszą odpowiedzialność: dyrektor przedsiębiorstwa, jego pierwszy zastępca (naczelnym inżynierem) oraz kierownik DKT.

F — Sankcje

§ 12. W przypadkach, o których mowa w § 11, należy wyciągnąć w stosunku do winnych konsekwencje służbowe, a jeżeli czyn ma charakter przestępczy, należy kierować doniesienie do właściwego prokuratora lub Komisji Specjalnej do walki z nadużyciami i szkodnictwem gospodarczym w celu pociągnięcia winnych do odpowiedzialności, stosownie do obowiązujących przepisów.

G — Znakowanie artykułów

§ 13. Na dowód przeprowadzenia kontroli technicznej artykuł zbadany powinien być zaopatrzony w odpowiedni znak kontrolny.

II. Stosunek laboratoriów do DKT

§ 14. 1. Laboratoria, zarówno zakładowe jak i centralne (branżowe) podporządkowane aparatowi produkcyjnemu, mają obowiązek współdziałania z organami DKT w zadaniach kontroli technicznej.

2. Wszystkie zlecenia badawcze, kierowane przez DKT do tych laboratoriów powinny być przez nie załatwiane w pierwszej kolejności.

3. W przypadku, kiedy laboratorium służy zarówno celom produkcji, jak i kontroli technicznej — o podporządkowaniu go aparatowi produkcyjnemu lub DKT decyduje właściwy minister.

III. Normy, warunki techniczne i procesy technologiczne

Uchwała nakłada obowiązek na odpowiednich ministrów (§ 15) wydania zarządzenia mającego na celu:

a) opracowanie brakujących norm i warunków technicznych,

b) opracowanie właściwych procesów technologicznych jako dokumentacji niezbędnej zarówno dla produkcji, jak również dla DKT,

c) przeprowadzenie rewizji dotychczasowych norm, warunków technicznych i procesów technologicznych w celu ich aktualizowania,

d) normy, warunki techniczne i inne wytyczne produkcyjne dla artykułów przeznaczonych na eksport ustala właściwy minister na wniosek Ministra Handlu Zagranicznego.

V. Premiowanie personelu produkcyjnego

§ 17. Premiowanie pracowników techniczno-inżynierskich i kierowniczych należy uzależnić od wskaźników jakościowych.

VI. Współzawodnictwo pracy

§ 18. Komórki administracji technicznej współdziałają z właściwymi czynnikami społecznymi w kierunku usprawnienia organizacji i wprowadzania współzawodnictwa pracy ośnośniej jakości produkcji.

VII. Wynalazczość pracownicza

§ 19. W premiowaniu pomysłów racjonalizatorskich i nowatorskich należy w pierwszej kolejności uwzględnić pomysły mające na celu poprawę jakości produkcji.

IX. Propaganda jakości produkcji

W każdym przedsiębiorstwie należy urządzać wystawy, wyrobów wysokogatunkowych jak również wyrobów zbrakowanych (§ 21). Obok podania nazwisk należy podać rodzaj i wysokość udzielonych nagród lub wymierzonych kar.

Uchwałę kończy rozdział X — postanowienia szczegółowe dla zainteresowanych resortów i rozdział XI — postanowienia przejściowe i końcowe, będące dopełnieniem wymagań formy prawnej.

§ 28. Uchwała wchodzi w życie z dniem ogłoszenia w Monitorze Polskim.

Jak widzimy, Uchwała w sprawie kontroli technicznej dokładnie ustaliła wymagania co do organizacji i działalności DKT.

Dla podkreślenia niektórych punktów tej Uchwały omówimy je:

§ 5. 1. a) Właściwe zorganizowanie kontroli wstępnej (surowców i artykułów otrzymywanych z zewnątrz) jest podstawowym warunkiem umożliwiającym produkowanie wyrobów dobrej jakości, ponieważ zabezpiecza produkcję przed użytkowaniem niewłaściwych materiałów w cyklu wytwarzania.

Również ważną rzeczą jest właściwe zorganizowanie kontroli międzyoperacyjnej. Jednym z głównych zadań ciężących na kontroli międzyoperacyjnej jest eliminowanie braków w miejscu i w czasie ich powstawania, a więc nieprzepuszczanie braków do dalszych operacji obróbkowych i do montażu. Ponadto kontrola międzyoperacyjna prowadzi walkę z przyczynami powstawania braków przez ustalanie miejsc ich powstania oraz wskazywanie winnych powstania tych braków itd.

c) Właściwą komórką odpowiedzialną za podnoszenie jakości produkcji oraz za zapobieganie powstawaniu braków i produkowaniu artykułów gatunkowo niższych od zaplanowanych jest Wydział Produkcji.

§ 5. 2. b) Prowadzenie całkowitej gospodarki narzędziami mierniczymi rozumieć należy jako:

1) zachowanie jednolitości miary długości i kąta we wszystkich komórkach organizacyjnych produkcji;

2) przestrzeganie terminów okresowej kontroli narzędzi mierniczych (użytkowanych przez wydziały produkcyjne, komórki kontrolne i izbę pomiarów);

3) opracowywanie właściwych metod kontrolowania produkcji oraz wprowadzanie nowoczesnych narzędzi mierniczych dla kontrolowania.

§ 8. 1. Powoływanie i odwoływanie kierownika DKT może nastąpić jedynie w porozumieniu z kierownikiem DKT jednostki nadrzędnej. Jednak często zdarzały się wypadki zwalniania lub przenoszenia kierownika DKT na inne stanowiska, gdy dbał on o należyłą jakość produkcji, co zdaniem kierownictwa przedsiębiorstwa utrudniało wykonywanie planów produkcji.

4. Angażowanie pracowników do DKT nie może być dokonywane bez zgody kierownika kontroli technicznej. Zdarzały się przypadki, że kierownictwo przedsiębiorstwa przydzielało wymagającą ilość pracowników nie biorąc pod uwagę ich kwalifikacji i możliwości wykonywania odpowiedzialnych zadań. Takie tworzenie kadr DKT jest szkodnictwem całkowicie sprzecznym z postanowieniami Uchwały.

5. Kierownicy DKT w wielu przypadkach wyrażają zdanie, że nie mogą znaleźć wspólnego języka z kierownictwem przedsiębiorstwa. Stawianie sprawy w ten sposób jest niewłaściwe, ponieważ każdy kierownik DKT obowiązany jest powiadomić o takich faktach kierownika DKT jednostki nadrzędnej.

§ 11. 2. Na produkcyjnym odcinku walki o polepszenie jakości produkcji i usunięcie braków kierowniczą rolę powinien spełniać majster działu. W tym celu powinien on stale śledzić pracę obrabiarek, stan ich przygotowania do produkcji oraz jednorodność produkcji z punktu widzenia jej jakości.

Majster powinien instruować robotników, przekazywać im swoje wiadomości i doświadczenie nie tylko po to, by wypełniali normy ilościowe produkcji, ale również w tym celu, by wykonywali produkcję odpowiadającą wymaganiom jakościowym.

W produkcji seryjnej i masowej braki stanowią poważne straty. Dlatego zapobieganie brakom we właściwym czasie stanowi podstawowe zadanie nie tylko dla personelu technicznego lub kierowniczego DKT, ale i dla bezpośredniego wykonawcy, który obowiązany jest sprawdzać wykonywaną przez siebie produkcję. Nie można wykonać wyrobu dobrej jakości nie sprawdzając go w czasie wykonywania.

§ 12. Odnosnie sankcji Przewodniczący Rady Państwa wydał dekret, o którym będzie mowa w dalszej kolejności (z dnia 4 marca 1953 r. ogłoszony w Dzienniku Ustaw Nr 16 z dnia 19 marca 1953 r.).

§ 13. W sprawie znakowania Przewodniczący PKPG wydał zarządzenie 13j z dnia 25. IV. 1952 r.

§ 15. Obowiązek uporządkowania i zaktualizowania norm i warunków technicznych oraz procesów technologicznych ma duże znaczenie dla właściwej działalności DKT. Normy i warunki techniczne określają wymagania dotyczące jakości wyrobów. Natomiast procesy technologiczne ustalają kolejność wykonywania poszczególnych operacji oraz operacje kontrolowania. Kontrola techniczna w każdym przedsiębiorstwie produkcyjnym powinna być traktowana jako niezbędna i nierozdzielna część technologicznego procesu produkcji.

Autorzy uchwały o jakości produkcji jasno zdawali sobie sprawę, że jakość uzależniona jest również od przygotowania produkcji i sposobów wykonania tej produkcji, a nie tylko od DKT. Dlatego duży nacisk położono na rolę majstrów, co znalazło swój wyraz w Uchwale Prezydium Rządu Nr 111 z dnia 21 lutego 1951 r. ogłoszonej w Monitorze Polskim Nr A-18 z dnia 7. III. 1951 r. pozycja 236.

Uchwała obarcza majstra odpowiedzialnością za jakość produkcji w czasie jej wytwarzania i za powstanie braków, po-

nieważ posiada on wszystkie możliwości kontrolowania poszczególnych faz produkcji oraz zastosowania odpowiednich bodźców i rygorów w stosunku do podległego mu personelu. Mając tego rodzaju możliwości majster oraz jego personel pomocniczy (brygadziści i nastawiacze maszyn) ponoszą pełną odpowiedzialność za jakość produkcji oraz za braki powstałe z winy wykonania.

*

Dla spełnienia obowiązku wynikającego z § 10, punkt 2 Uchwały KERM w sprawie jakości produkcji, Minister Przemysłu Ciężkiego wydał Zarządzenie Nr 182 z dnia 13 lipca 1951 r. w sprawie regulaminu wynagradzania pracowników technicznych zatrudnionych w komórkach Kontroli Technicznej.

Zarządzenie 182 wprowadza jednolity regulamin premiowania pracowników technicznych zatrudnionych w Działach Kontroli Technicznej przedsiębiorstw produkcyjnych i centralnych zarządów.

Regulamin będący załącznikiem do Zarządzenia 182 podaje wysokość premii dla poszczególnych pracowników DKT.

Premia w całej wysokości może być wypłacona pracownikowi wówczas, gdy w danym miesiącu obrachunkowym nie została uznana żadna reklamacja jakościowa, stwierdzająca winę danego pracownika. Powodem do powstania reklamacji jest:

a) przepuszczenie błędnie wykonanych przedmiotów do dalszej produkcji lub zbytu.

b) niewłaściwa klasyfikacja wyrobów pod względem ich jakości. Przez niewłaściwą klasyfikację należy rozumieć zarówno uznanie za dobrą, produkcję wskazującą braki techniczne lub też zaklasyfikowanie produkcji do wyższego gatunku, niezgodnie z obowiązującymi warunkami technicznymi, jak i zaliczenie do braków, względnie do niższych gatunków, produkcji odpowiadającej wymaganiom technicznym jakościowym (klasyfikacja ostra).

Za każdą uznaną reklamację jakościową dokonywane są potrącenia z premii w różnych wysokościach, podanych w regulaminie, przy czym odróżnia się reklamacje wewnętrzne, zewnętrzne i eksportowe.

Reklamacje wewnętrzne są to te, które stwierdzono w czasie wytwarzania produkcji. Reklamacje zewnętrzne — stwierdzone przez odbiór użytkownika — po dokonaniu sprawdzenia wyrobu przez kontrolę techniczną zakładu. Reklamacje eksportowe — stwierdzone poza granicami kraju.

Wysokość potrąceń z premii przypadającej kierownikowi DKT i jego etatowym zastępcą uzależniona jest od ilości i ważności uznanych reklamacji jakościowych (zewnętrzna i eksportowa) oraz od wyników całokształtu prac DKT w danym przedsiębiorstwie produkcyjnym (w danym miesiącu obrachunkowym).

Pracownicy DKT mogą być pozbawieni premii całkowicie lub częściowo, niezależnie od poprzednio wymienionych potrąceń, jeżeli zostanie stwierdzone, że na skutek niedbalstwa w wykonywaniu ciężących na nich obowiązków narazili na szkodę interesy zakładu pracy.

Regulamin premiowania pracowników DKT (§ 5, § 9 i § 10) mówi o dokonaniu potrąceń pracownikom kontroli technicznej w przypadku produkcji masowej, o potrąceniach dla kierowników DKT i ich etatowych zastępców w przedsiębiorstwach przemysłowych oraz potrącenia ich pracownikom DKT zatrudnionym w centralnych zarządach. Potrącenia te powinny być oparte o tabele potrąceń dostosowane do każdej branży przemysłu (Zarządzenie 182/51).

Sprawdzanie należytego przestrzegania zasad premiowania i potrąceń zawartych w regulaminie umożliwia ścisła ewidencja wszystkich reklamacji jakościowych, którą zobowiązane są prowadzić komórki DKT przedsiębiorstw przemysłowych oraz jednostek nadrzędnych (CZP i Zjednoczenia).

Uzupełnieniem Zarządzenia 182 jest pismo Departamentu Zatrudnienia i Płac MPC z dnia 15 października 1951 r. znak Z 4-0. 28.6 w sprawie zaszeregowania pracowników DKT centralnych zarządów przemysłu i pracowników umysłowych DKT przedsiębiorstw przemysłowych. Obecnie pismo to dotyczy tylko pracowników DKT zatrudnionych w centralnych zarządach. Natomiast pracownicy umysłowi DKT w przedsiębiorstwach przemysłowych są wynagradzani zgodnie z Zarządzeniem Ministra Przemysłu Maszynowego Nr 96 z dnia 26 maja 1953 roku, w sprawie nowej nomenklatury stanowisk, tabeli zaszeregowania i grup premiowania pracowników umysłowych przedsiębiorstw oraz w sprawie przeprowadzania etatyzacji zarządów przedsiębiorstw.

*

Dla ujednolicenia zasad postępowania przy zgłaszaniu reklamacji jakościowych zewnętrznych i eksportowych oraz spo-

sobu ich ewidencjonowania przez przedsiębiorstwa przemysłowe i jednostki nadrzędne, Minister Przemysłu Ciężkiego wydał Zarządzenie Nr 255 z dnia 31 sierpnia 1951 r. Zarządzenie to jest uzupełnieniem Zarządzenia Nr 182 z dnia 13. VII. 51 r.

W myśl Zarządzenia 255 każda reklamacja jakościowa musi być zgłoszona na znormalizowanym wzorze arkusza reklamacji (formularz „R”), a po nadesłaniu zewidencjonowana w przedsiębiorstwie.

Obowiązek prawidłowego prowadzenia ewidencji został nałożony na Działy Kontroli Technicznej.

Formularze „R” muszą być wypełnione zgodnie z załączoną instrukcją. Reklamacje zgłoszone na wadliwie wypełnionych formularzach „R” lub zgłoszone listownie, telefonicznie z pominięciem wypełnienia formularza „R” nie będą rozpatrywane i honorowane przez zainteresowane jednostki.

Dalszym uzupełnieniem Zarządzenia 182 z dnia 13 lipca 1951 r. jest Zarządzenie Ministra Przemysłu Ciężkiego Nr 30 z dnia 31 stycznia 1952 r. w sprawie zasad prowadzenia pomocniczych książek reklamacji (reklamacje wewnętrzne i zewnętrzne).

Pomocnicza książka reklamacji służy do ewidencji wszystkich reklamacji zewnętrznych, wewnętrznych i usterek w pracy każdego pracownika Kontroli Technicznej oraz do wpisywania procentów potrąceń z premii przypadających poszczególnym pracownikom DKT.

Pomocnicze książki reklamacji prowadzą wszyscy zwierzchnicy grup kontrolerskich dla bezpośrednio podległego im personelu:

- kontrolerzy — dla bezpośrednio podległych im brakarzy;
- starsi kontrolerzy — dla podległych im kontrolerów;
- kierownicy KT — dla podległych im starszych kontrolerów;
- kierownicy DKT — dla podległych im kierowników WKT.

Nie prowadzi się książek dla etatowych zastępców kierowników DKT. Pomocnicze książki reklamacji dla podległego personelu prowadzą również kierownicy laboratoriów i izb pomiarowych.

Poszczególne rubryki pomocniczej książki reklamacji wypełnia się zgodnie z objaśnieniem, będącym załącznikiem do omawianego Zarządzenia. Szczególną uwagę należy zwrócić przy wypełnianiu rubryk „Podpisy”.

Wszyscy zobowiązani do prowadzenia pomocniczych książek reklamacji, po każdym dokonany zapisie reklamacji jakościowej podpisują się w rubryce „Podpis nakładającego potrącenie”. Następnie zawiadamiają pracownika podlegającego potrąceniu i informują go o przyczynach dokonania potrącenia.

Pracownik ukarany potrąceniem ustalonej części premii, po zakomunikowaniu mu o tym powinien złożyć swój podpis w rubryce „Podpis podlegającego potrąceniu”. Podpis ten ma na celu wyeliminowanie nieuzasadnionych potrąceń oraz zapewnienie dokonania potrąceń wszystkim kolejno współwinnym pracownikom.

W przypadku odmówienia przez ukaranego złożenia podpisu, nakładający potrącenie (kierownik grupy) powinien zaznaczyć „odmówił podpisu” i przekazać sprawę do decyzji kierownika DKT. Kierownik DKT obowiązany jest zbadać sprawę i zająć odpowiednie rozstrzygające stanowisko. Podpis kierownika DKT jest dowodem akceptacji dokonanego potrącenia.

*

Dla spełnienia obowiązku wynikającego z § 13 Uchwały w sprawie jakości produkcji, Przewodniczący Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego wydał Zarządzenie Nr 131/52 z dnia 25 kwietnia 1952 r. (ogłoszone w Biuletynie PKPG Nr 16, pozycja 96 z dnia 2 maja 1952 r.) w sprawie znakowania produkcji przez kontrolę techniczną.

Zarządzenie 131 nakłada obowiązek na DKT znakowania kontrolowanej produkcji stemplami KT. Stwierdza ono jasno i wyraźnie, że znaki KT posiadają charakter podpisu pracowników DKT, a tym samym pełnej odpowiedzialności tych pracowników DKT za wydane przez nich opinie. Zaden z pracowników DKT nie może być w jakikolwiek sposób zmuszony do ostemplowania artykułów lub świadectw KT własną liczbą kontrolną w przypadku stwierdzenia przez niego, że przedmiot skontrolowany nie odpowiada pod względem jakości żądanym wymaganiom.

Wyroby zakwestionowane przez DKT mogą być dopuszczone do przerobu lub obrotu towarowego na podstawie decyzji dyrektora przedsiębiorstwa. Dyrektor posiada prawo zmiany decyzji DKT, z tym zastrzeżeniem, że wyroby są wówczas zna-

kowane stemplem ze znakiem „0” (znak zero). W przypadku dopuszczenia przez dyrektora do przerobu lub obrotu przedmiotów, których jakość grozi obniżeniem stopnia użytkowania, kierownik DKT obowiązany jest natychmiast powiadomić o tym fakcie kierownika Kontroli Technicznej jednostki nadrzędnej.

Celem zarządzenia o znakowaniu produkcji jest wyeliminowanie z obrotu towarowego produkcji anonimowej, a przez to umożliwienie prowadzenia skutecznej walki z brakorobstwem.

Uchwała Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów w sprawie jakości produkcji (z dnia 12. V. 50 r.) postanawia, że etaty ustalone dla organów kontroli technicznej nie mogą być wykorzystywane przez inne komórki organizacyjne (§ 10, punkt 1). Pomimo tak wyraźnego postanowienia sprawy etatów tylko w niewielu przypadkach należyte zrozumiano wagę tego zagadnienia. Dlatego sprawę tę ujmuje oddzielne zarządzenie Prezesa Rady Ministrów i Przewodniczącego Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego z dnia 18. XI. 52 r. (ogłoszone w Biuletynie PKPG nr 54/52 z dnia 18. XII. 52 r. poz. 236). Zarządzenie to ma na celu zapewnienie sprawnego funkcjonowania komórek DKT na wszystkich szczeblach administracji.

Etaty komórek kontroli technicznej w ministerstwach, centralnych zarządach i przedsiębiorstwach przemysłowych, należy wyodrębnić z ogólnej puli etatów przyznanych przez Państwową Komisję Etatów.

Wnioski o wydzielenie i zatwierdzenie etatów DKT powinny być składane w PKPG przez ministerstwa równocześnie z planami zatrudnienia według obowiązujących harmonogramów i terminów.

Dokonywanie przesunięć do innych komórek organizacyjnych lub wykorzystywanie w jakikolwiek inny sposób etatów zatwierdzonych dla DKT na wszystkich szczeblach jest niedozwolone.

Sprawa etatów komórek kontroli technicznej została należyte postawiona przez kierownictwo Ministerstwa Przemysłu Maszynowego. Natomiast centralne zarządy nie dopilnowały tego zagadnienia w przedsiębiorstwach przemysłowych i u siebie. Do dziś nadsyłane są wnioski do MPM o zwiększenie ilości etatów DKT dla poszczególnych przedsiębiorstw przemysłowych.

Należy mieć nadzieję, że przy zgłaszaniu do zatwierdzenia planów zatrudnienia na rok 1955 sprawa wyodrębnienia etatów dla DKT zostanie należyte postawiona przez centralne zarządy przemysłu.

*

Dla wzmocnienia walki o podniesienie jakości produkcji Rząd wydał Dekret z dnia 4 marca 1953 r. o wzmocnieniu walki z produkcją złej jakości (Dziennik Ustaw PRL Nr 16 pozycja 63). Dekret stwierdza, że świadome wprowadzenie do obrotu, zbywanie lub oddawanie do użytku wyrobów przemysłowych złej jakości stanowi przestępstwo, które dla interesów gospodarczych i społecznych Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej jest w skutkach swych równie niebezpieczne, jak szkodnictwo gospodarcze.

W celu ochrony interesów gospodarki narodowej i mas pracujących oraz wzmocnienia walki z produkcją złej jakości Dekret ustala, że kto będąc kierownikiem zakładu produkcyjnego lub odpowiedzialnym za dział produkcji albo za kontrolę techniczną produkcji wprowadza, zbywa do obrotu albo przeznaczają do użytku wyroby przemysłowe, których jakość jest oczywiście gorsza od jakości ustalonej dla takich wyrobów przez właściwe organa, albo które oczywiście nie nadają się do użytku, dla którego są przeznaczone, podlega karze więzienia do lat 5 lub karze aresztu. Jeśli sprawca wymienionego czynu wyrządził wielką szkodę interesom obronnym Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej lub jej interesom w dziedzinie obrotu z zagranicą, podlega karze więzienia od lat 2 do 10.

Omawiany Dekret słusznie wprowadza surową odpowiedzialność za wytwarzanie wyrobów przemysłowych złej jakości. Zdarza się bowiem, że kierownictwa przedsiębiorstw podchodzą do zagadnienia jakości wyrobów w sposób niedbały i lekceważący poważne braki, co utrudnia wykonywanie planów produkcyjnych, utrudnia rozwój sił wytwórczych kraju.

Z brakami powinien walczyć i odpowiedzialnym być za nie każdy pracownik przemysłu — bezpośredni wykonawca pro-

dukcji, niższy i średni nadzór produkcji, personel inżyniersko-techniczny oraz komórki kontroli technicznej.

Jasne jest, że wyroby o nieodpowiedniej jakości zaspokajają rynek tylko na krótki okres czasu. W wyniku takiej produkcji zapotrzebowanie na wyroby jest stałe duże ze względu na konieczność wymiany uszkodzonych lub zużytych części albo całych wyrobów. Należy stwierdzić, że nieodpowiednia pod względem jakości produkcja nigdy nie zaspokoi potrzeb rynku, na skutek szybkiego ich zużywania się.

*

Sprawozdawczość z klasyfikacji i ilości braków oraz reklamacji jakościowych ustala Pismo Okólne Nr 3/54 z dnia 19 marca 1954 r. Departamentu Kontroli Technicznej Ministerstwa Przemysłu Maszynowego. Sprawozdawczość z klasyfikacji braków sporządzana jest na arkuszu wg wzoru MPM-Kt-1a. Sprawozdawczość ilościowa z braków sporządzana jest na arkuszach wg wzoru MPM-Kt-2. Sprawozdawczość z zewnętrznych reklamacji jakościowych sporządzana jest na arkuszu wg wzoru MPM-Kt-3.

Sposoby wypełniania arkuszy wymienionych sprawozdań podaje instrukcja będąca załącznikiem do Pisma Okólnego 3/54.

Dla ułatwienia prawidłowej analizy braków został opracowany jednolity wzór karty braków. Prowadzenie znormalizowanej karty braków obowiązuje od października 1953 r.

*

Sprawa zmniejszenia braków i podwyższenia jakości produkcji jest bardzo ważnym zagadnieniem.

Przedstawiliśmy szereg uchwał i zarządzeń zmierzających do podwyższenia jakości produkcji. Wszystkie one sprowadzają się zasadniczo do jednego: do walki z brakami.

Inż.-mech. ROMAN GOLIK

EWIDENCJA TECHNICZNA BRAKÓW – PODSTAWOWYM CZYNNIKIEM ANALIZY TECHNICZNO-EKONOMICZNEJ

1. Uwagi ogólne

Jednym z naczelnych zadań stojących obecnie przed przemysłem jest walka o obniżenie kosztów własnych. Obniżka kosztów własnych — to tańszy produkt w kalkulacji końcowej, to zwiększona siła nabywcza, a w rezultacie systematyczne podnoszenie się stopy życiowej społeczeństwa.

Hasło „tańiej i lepiej” znalazło właściwy oddźwięk w szerokich masach aktywnego społecznego i walka o nie jest prowadzona szerokim frontem. We wszystkich gależach przemysłu organizowane są narady z udziałem całego kolektywu. Rezultatem tych narad jest ujawnianie źródeł marnotrawstwa surowców oraz piętnowanie brakoróbstwa we wszelkich jego przejawach, jako jednej z głównych przyczyn uniemożliwiających obniżkę kosztów własnych. Podejmowane są powszechnie zobowiązania jak najoszczędniejszego zużycia surowców, wykorzystania wszelkiego rodzaju odpadów produkcyjnych oraz wykonywania produkcji bezbrakowej. W szeregu zakładów istnieją już brygady, a nawet całe oddziały pracujące w myśl hasła „Ja nie wypuszczę braku”.

Czym jest brak? jakie powoduje szkody dla całej gospodarki narodowej? Sądzę, że nie ma potrzeby szczegółowiej omawiać tego tematu. Jest on na ogół wszechstronnie omawiany tak w pismach fachowych jak również i w prasie codziennej. Należy jednak podkreślić, że brakoróbstwo jest ciężką chorobą chroniczną i dlatego walka z nim musi być prowadzona z całą ostrością na wszystkich szczeblach i we wszystkich dziedzinach życia gospodarczego. Aby walka ta dała pozytywne rezultaty musi być prowadzona planowo i systematycznie przede wszystkim u źródeł powstawania braków, tj. w zakładach wytwórczych. Rola kierownicza w tej walce przypada organowi powołanemu do czuwania nad jakością produkcji tj.

Braki w większości przypadków powstają na skutek naruszenia dyscypliny technologicznej produkcji, zarówno przez robotnika, jak i kierownictwo oraz nadzór produkcji.

Naruszenie dyscypliny technologicznej wyraża się w nieprzestrzeganiu porządku i ustalonych operacji cyklu produkcyjnego, w nieprzestrzeganiu wykonania we właściwym czasie remontu maszyn i urządzeń technicznych, w pracy na zużytych i rozregulowanych maszynach, w stosowaniu nie znormalizowanych lub niewłaściwych materiałów (pod względem wymiarowym i jakościowym) oraz użytkowaniu nieodpowiednich lub zużytych narzędzi, przyrządów mierniczych itd.

Skuteczna walka z brakami i walka o podwyższenie jakości produkcji powinna być oparta o bezwzględne przestrzeganie dyscypliny technologicznej.

Braki powodują olbrzymie straty materiałowe w gospodarce narodowej oraz robocizną zużytą na wykonanie braków. Ponadto powodują straty cennego czasu, który nadrabia się przez pracę w godzinach nadliczbowych, oraz zbyt szybkie zużywanie się maszyn i urządzeń technicznych wskutek przeciążania ich ciągłą pracą.

Nadmienić należy, że wyeliminowanie braków jakościowych w czasie trwania procesu produkcyjnego to jeszcze nie wszystko. Dla podwyższenia jakości produkcji należy śledzić przydatność użytkową wyrobu gotowego w czasie pracy (u bezpośredniego użytkownika). Zdarza się, że produkcja posiada istotne uszkodzenia, które w przedsiębiorstwie przemysłowym nie są zauważone, a ujawniają się dopiero u użytkownika.

Dla zmniejszenia ilości braków i dla podwyższenia jakości produkcji należy obecnie przedsięwziąć dwa równoległe sposoby działania:

- a) bezwzględne przestrzeganie dyscypliny technologicznej,
- b) podwyższenie kwalifikacji zawodowych bezpośrednich wykonawców produkcji. Każdy robotnik powinien zostać fachowcem w swojej pracy, powinien dokładnie poznać swój zawód, dobrze poznać budowę maszyny, na której pracuje, dokładnie poznać etapy swojej wytwórczości. Wszystko to ma decydujące znaczenie dla osiągnięcia produkcji wysokiej jakości i dla zmniejszenia ilości braków jakościowych.

kontroli technicznej, która z racji ciężących na niej zadań i obowiązków w walce o podniesienie jakości produkcji winna znaleźć powszechne zrozumienie dla swych wysiłków i zająć należne jej miejsce w hierarchii organizacyjnej na wszystkich szczeblach.

Uchwała Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów z dnia 12 maja 1950 r. w sprawie jakości produkcji, jako podstawowe zadania kontroli technicznej postawiła: „ujawnianie we właściwym czasie wadliwej produkcji i braków oraz przyczyn ich powstawania”, i „zapobieganie powstawaniu braków oraz produkowaniu artykułów gatunkowo niższych od zaplanowanych”.

Jak wynika z przytoczonych słów, kontrola techniczna nie może się ograniczyć jedynie do rejestrowania powstałych braków, ale musi prowadzić walkę z nimi. Prowadzenie tej walki wymaga dokładnej znajomości wszystkich elementów i okoliczności towarzyszących powstawaniu braków i dlatego należy zastosować taki system ewidencji braków, który w sposób jednoznaczny umożliwiałby ustalenie najważniejszych parametrów analizy, a mianowicie:

- a) miejsca powstania przyczyny stwierdzonej wady,
- b) rodzaju powstającej wady,
- c) przyczyny powstania wady,
- d) winnych zaistnienia wady.

Spełnienie przytoczonych warunków umożliwia „Ewidencję techniczną braków”. Pozwala ona na przeprowadzenie dokładnej analizy techniczno-ekonomicznej, której zasadniczym celem jest operatywna walka z brakami.

Materiały otrzymane w wyniku stosowania ewidencji technicznej braków są jedynym pełnowartościowym materiałem zarówno dla samej kontroli technicznej, jak również dla kierownictwa zakładu i jednostek nadrzędnych. Odpowiednia statystyka, prowadzona na podstawie tych materiałów, uwypukla i wskazuje najbardziej zagrożone odcinki produkcji i umożliwia tym samym skuteczną interwencję.

TABLICA I

NAZWA (STEMPEL) ZAKŁADU			KARTA BRAKÓW Nr			Wydział:	
			Przedmiot;			Nr rys. (części)	
Nr zlecenia	Nr przewodn.	Nr karty pracy	Czas wyznaczony na jednost.	Zakwestionowano po wykonaniu operacji:		Na stanowisku pracy	
Stwierdzono szt., kg, m.*)				NUMER I TREŚĆ			
Na ogólną ilość	BRAKÓW		Nazwiska wykonawców				N-ry kontrolne
	Naprawialnych	Nienaprawialnych					
Wyszczególnienie powodów wykonania braków:			MAGAZYN BRAKÓW I ODPADKÓW		WYCENA STRAT ZŁ		
dn. 195.... r.			Przyjęto dnia / 195.... r.		Materiały		
Stempel K. T.			pa podst. Nr		Robocizna bezpośred.		
Orzeczenie Kier. K. T.			Wyszczególnienie		Koszty wydz. %		
SYMBOL			ilość		Koszty ogólne %		
1 2 3 4			cena		Razem		
			zł		Wartość złomu		
			Złom użytkowy		Straty ogółem		
			Złom nieużytk.				
Magazynier			W Y D A N O:		Obciążono:		
dn. / 195.... r.			Przew. nr		dn. / 195.... r.		
Podpis			Kwit mat. nr		Rozdzielnia		
Decyzja Kier. Zakładu:			Kartę rob. nr		B. K. własnych		
dn. / 195.... r.			Gł. inżynier		dn.		
Podpis			Biuro Fabr.		dn.		
			Kier. Wydziału		dn.		
			dn.		dn.		

*) niepotrzebne skreślić.

Wszystkie dotychczas stosowane przez zakłady metody ewidencji, nie uwzględniające podanych poprzednio 4 podstawowych warunków właściwej ewidencji technicznej braków, nie spełniają swego zadania i należy je uważać jako mało wartościowe.

Jak już wspomniano, brakoróbstwo jest ciężkim przypadkiem choroby chronicznej, którą należy intensywnie leczyć. Przed przystąpieniem jednak do właściwego jej leczenia należy przede wszystkim w każdym przypadku postawić właściwą diagnozę, wyrażając ją przy pomocy pewnych umownych symboli opracowanych dla danego przemysłu w formie tzw. „klasyfikatorów wad” (braków).

Biorąc pod uwagę obecny stan organizacyjny kontroli technicznej, należy opracować taki system klasyfikacyjny wad, który przy stosunkowo niewielkim nakładzie pracy ze strony kierownictwa kontroli technicznej umożliwiałby wyczerpujące i jednoznaczne określenie stwierdzonej wady. System ten ze względu na umożliwienie porównywalności materiałów musi być obowiązującym we wszystkich zakładach przemysłu metalowego. Staranne i wnikliwe opracowanie klasyfikacji wad jest niezbędnym warunkiem właściwej ich ewidencji, a co za tym idzie — analizy techniczno-ekonomicznej.

Całą pracę dotyczącą klasyfikacji wad w zakładach przemysłu metalowego należy podzielić na dwa etapy:

1) opracowanie klasyfikacji ogólnej (pierwszego rzędu) typ A, uwzględniającej tylko grupy wad i przyczyn, a zatem noszącej cechy klasyfikacji uproszczonej,

2) opracowanie klasyfikacji szczegółowej (drugiego rzędu) — typ B, dla podstawowych materiałów (półfabrykatów) używanych w zakładach przetwórczych przemysłu metalowego, a mianowicie:

- odlewów
- odkuć
- materiałów hutniczych (wałcowanych i ciągnionych).

Klasyfikacja — typ A będzie wystarczającą dla większości zakładów, w których dominuje obróbka skrawaniem, natomiast dla zakładów o charakterze mieszanym tj. posiadających jako wydziały produkcyjne odlewnie lub większe kuźnie, jak również dla samodzielnych odlewni, kuźni i zakładów hutniczych, — będzie ona rodzajem klasyfikacji tymczasowej, do czasu opracowania poszczególnych klasyfikacji typ — B.

Przy opracowaniu klasyfikacji typ — A, należy więc przewidzieć możliwości jej rozszerzenia przez wstawianie w odpowiednie miejsca stopniowo opracowanych klasyfikacji typ — B.

Pionierskie prace nad systematyką wad odlewniczych rozpoczęte w Polsce przez inż. K. Gierdziejewskiego posłu-

żyły za punkt wyjścia do dalszych prac w tej dziedzinie. Stowarzyszenie Techniczne Odlewników Polskich (STOP) jako jedno z pierwszych dało inicjatywę opracowania właściwej klasyfikacji szczegółowej wad odlewniczych występujących w odlewach z żeliwa (szarego i ciągliwego), staliwa i stopów metali nieżelaznych, udawadniając tym samym głębokie zrozumienie istotnych potrzeb przemysłu. W roku bieżącym została wydana „Systematyka wad odlewów staliwnych”. Inne części dotyczące żeliwa i stopów metali nieżelaznych znajdują się w opracowaniu przez odpowiednie grupy fachowców odlewników. Całość materiałów obejmująca wszystkie rodzaje odlewów będzie — po ich opracowaniu — poważnym wkładem do walki o jakość produkcji.

Przyjęty układ opracowania klasyfikacji dla odlewów może posłużyć jako wzór przy opracowywaniu klasyfikacji odkuć i materiałów hutniczych.

Dla opracowania poszczególnych typów (A i B) klasyfikacji powinny być utworzone odpowiednie grupy fachowców w ramach zainteresowanych resortów bądź też w ramach NOT.

Przed przystąpieniem do omówienia technicznej strony ewidencjonowania braków należy sformułować definicję braku jak również podział braków. W szeregu bowiem przypadków w różnych zakładach pojęcia te są różnie interpretowane.

Mianem *braku* określa się produkt (surowiec, półfabrykat, wyrób gotowy) niezgodny z obowiązującą dlań dokumentacją techniczną (normy, warunki techniczne, warunki umowne, rysunek itp.) określającą jednoznacznie jego cechy, bez względu na możliwość jakiegokolwiek późniejszego jego wykorzystania (z użytkowania).

Wszystkie braki produkcyjne dzieli się:

1) Ze względu na miejsce przyczyny ich powstania na:

- a) zewnętrzne, tj. takie, których przyczyną powstania znajdowała się poza danym zakładem produkcyjnym (wina dostawy zewnętrznej);

- b) wewnętrzne, których przyczyną powstania znajduje się wewnątrz danego zakładu a mianowicie: z winy poszczególnych wydziałów (oddziałów) produkcyjnych, bądź też innych komórek organizacyjnych danego zakładu (np. z winy działu gł. technologa, gł. konstruktora, kontroli technicznej itp.).

2) Ze względu na charakter stwierdzonych wad na:

- a) naprawialne, które przez dodatkową obróbkę (dodatkowe zabiegi) mogą być doprowadzone do stanu zgodnego z obowiązującą dokumentacją techniczną i których naprawa z punktu

widzenia technicznego jest dopuszczalna oraz ekonomicznie uzasadniona;

b) nienaprawialne (ostateczne), których jakakolwiek naprawa z punktu widzenia technicznego jest niedopuszczalna, albo ze względów wykonawczych — niemożliwa, lub ekonomicznie nieuzasadniona.

2. Ewidencjonowanie braków

Podstawowym dokumentem (pierwotnym) ewidencji technicznej braków jest *karta braków* i dlatego należy jej poświęcić więcej uwagi. Przede wszystkim należy się zastanowić jaki wzór karty braków jest najwłaściwszy do powszechnego stosowania w przeważającej większości zakładów przemysłu metalowego. Unifikacja bowiem kart braków jest jednym z warunków umożliwiających właściwe ich ewidencjonowanie.

Przeglądając różne wzory kart braków, używane przez poszczególne zakłady dochodzi się do wniosku, że w istocie swojej karty te nie różnią się między sobą. Różnice dotyczą jedynie: układu samej karty, tj. rozmieszczenia poszczególnych rubryk, ich wielkości czy nazwy, koloru, koloru paska skośnego lub prostego itp. Różnice te nie są zasadniczymi dla samej istoty karty i nie usprawiedliwiają stosowania tak znacznej ilości przeróżnych wzorów.

Dotychczasowe próby zmierzające do unifikacji kart braków napotykały na znaczny, lecz nieuzasadniony opór ze strony poszczególnych zakładów. Czynniki przyzwyczajenia, wysuwany jako argument zachowania używanych dotychczas wzorów, nie jest argumentem istotnym. Niezależnie nawet od konieczności unifikacji kart braków dla celów ewidencji i analizy, rozpatrując sprawę tylko z gospodarczego punktu widzenia, dochodzi się do wniosku, że sprawa ta musi znaleźć właściwe rozwiązanie w najbliższym czasie.

Tablica 1 podaje wzór¹⁾ karty braków opracowanej pod kątem przydatności dla celów ewidencji technicznej braków. Treść karty nie różni się od normalnie spotykanych wzorów.

Istotną innowacją jest wprowadzenie czteromiejscowej ramki „Symbol” w rubryce — „Orzeczenie kier. KT”. Poszczególne (oznaczone od 1 — 4) okienka tej ramki służą do wpisania odpowiednich symboli wg ustalonej klasyfikacji braków:

nr 1 — symbolu miejsca zaistnienia przyczyny stwierdzonej wady,

2 — symbolu rodzaju stwierdzonej wady (braku),

3 — symbolu przyczyny zaistnienia wady (braku),

4 — symbolu winnych zaistnienia stwierdzonej wady.

Środkowa część karty została przeznaczona na pówitowanie „Magazynu Braków i Odpadków”, do którego powinny być zdawane wszystkie braki nienaprawialne (ostateczne) po uprzednim trwałym ich uszkodzeniu.

Prawą część karty zatytułowaną „Wycena Strat” — wypełnia Biuro Kosztów Własnych, wyliczając rzeczywiste straty poniesione z tytułu zaistniałych braków.

Wszystkie dokumenty warsztatowe jak: przewodniki, kwity materiałowe i karty robocze, wydane na naprawę braków naprawialnych, muszą być odnotowane w rubryce „Wydano” znajdującej się w środkowej dolnej części karty (pod rubryką „Magazynu Braków i Odpadków”).

Rubryki znajdujące się w dolnej części karty przeznaczone na pokwitowania zainteresowanych działów i osób, mogą być odpowiednio zmienione przy opracowywaniu ostatecznego wzoru karty w przypadku zaistnienia uzasadnionych sprzeciwów odnośnie zastosowanego układu.

Całą lewą i górną część karty obwiedzioną grubą linią łączącą z rubryką „Wydział”, znajdującą się w górnym prawym rogu karty (z wyjątkiem rubryki „Decyzja kier. Zakładu”), wypełnia kontrola techniczna.

W rubryce „Wydział” wpisuje się symbol wydziału wystawiającego kartę braków tj. wydziału, w którym zostały ujawnione (wykryte) braki.

Ilość wystawionych kart braków, jak również ich obieg wewnętrzny zależne są w zasadzie od struktury organizacyjnej danego zakładu. Niemniej wydaje się, że dla przeważającej ilości zakładów zagadnienie to może być uregulowane centralnie.

Na podstawie obserwacji poczynionych w różnych zakładach przemysłu maszynowego, można zaryzykować twierdzenie, że ilość wystawianych kart braków nie powinna przekroczyć 4 egzemplarzy.

Dla wyjaśnienia znaczenia omawianej ewidencji technicznej braków, jak również dla wyjaśnienia samej techniki wypełniania karty braków, niezbędne jest zastosowanie symboliki klasyfikacyjnej. W dalszym ciągu jest podana schematyczna klasyfikacja przykładowa (typ A).

Jak już zaznaczono klasyfikacja właściwa powinna być opracowana przez specjalnie do tego celu powołany zespół fachowców i wprowadzona jako obowiązująca w całym przemyśle metalowym.

Układ przykładowej klasyfikacji jest zgodny z kolejnością wpisywanych symboli w karcie braków. Do oznaczenia symboli przyjęto układ dziesiętny.

3. Klasyfikacja przykładowa typ. A

I. Miejsce powstania przyczyn stwierdzonych wad symbol

- 0 A — Zewnątrz danego zakładu
- 00 Dostawca
- 01 Transport zewn.

B — Wewnątrz danego zakładu

1 — Wydziały (oddziały) produkcyjne

- 10 Odlewnia
- 101 Formiarnia
- 102 Rdzniarnia
- itp.
- 11 Oddział przygotowawczy (krajalnia)
- 12 Kuźnia
- 13 Mechaniczny
- 14 Obróbki cieplnej
- 15 Stolarsnia
- 16 Montaż
- ... itd.

2 — Wydziały nieprodukcyjne

- 20 Narzędziownia
- 21 Modelarnia
- ... itd.

3 — Inne działy i biura nieprodukcyjne zakładu

- 30 Magazyn
- 31 Transport wewn.

II. Rodzaje stwierdzonych wad

1 — Grupy wad materiałowych

- 10 Odlewy²⁾
- 101 Wady kształtu
- 102 Wady powierzchni surowej
- 103 Przerwy ciągłości
- 104 Wady wewnętrzne
- 105 Wady materiału
- 11 Odkucia
- 111 Wady kształtu
- 112 Wady powierzchni surowej
- 113 Wady wymiarowe
- 114 Wady twardości
- 115 Wady struktury
- 116 Wady wytrzymałościowe
- ... itd.
- 12 Materiały hutnicze (walcowane i ciągnione)
- 121 Wady kształtu
- 122 Wady powierzchni surowej
- ... itd.
- 13 Inne materiały
- 131 Wady tworzywa
- 132 Wady kształtu
- 133 Wady wymiarowe
- 134 Wady innych cech (barwa, zapach itp.)
- ... itd.

2 — Grupy wad wykonawczych

- 211 Wady powierzchni obrabianych
- 212 Wady wymiarowe
- ... itd.

¹⁾ Karty wg tego wzoru zostały wydrukowane przez Centr. Wyd. Druków (wz. CWD 273 — 8.53).

²⁾ Grupy wad wg opracowanej „Systematyki wad odlewów staliwnych” E. Janicki, C. Kalata i S. Kobyliński PWT 1954. Przy opracowywaniu właściwej klasyfikacji należy przewidzieć odpowiednie grupy wad typowych dla żeliwa i stopów metali nieżelaznych, rezerwując w układzie klasyfikacyjnym możliwość uzupełnienia go po opracowaniu wydania szczegółowych systematyk dla tych odlewów.

III. Przyczyny powstania wad

10	Materiał
20	Konstrukcja
30	Technologia
40	Wykonawstwo
50	Organizacja
60	Nadzór
70	Obrabiarka (źle wytypowana, nadmiernie zużyta itd.)
80	Przyrząd (urządzenie)
90	Narzędzie (zła konstrukcja, zużyte, niewłaściwy wymiar itd.)
...	itd.

IV. Winni powstania wad

00	0. Dostawca
	1. Personel produkcyjny
11	Kierownictwo wydziału
12	Ustawiacz
13	Bezpośredni wykonawca
	2. Działy nieprodukcyjne
21	Dz. Gł. Technologia
22	Dz. Gł. Konstruktora
23	Dz. Gł. Metalurgia
24	Dz. Gł. Mechanika
...	itd.
	3. Dział Kontroli Technicznej
31	Kontrola materiałowa
32	Kontrola międzyoperacyjna
33	Kontrola ostateczna
34	Izba Pomiarów
35	Laboratorium
...	itd.
	4. Inne komórki organizacyjne
41	Dział zaopatrzenia
42	Rozdzielnia
43	Transport Wewnętrzny
...	itd.

W podanym przykładzie klasyfikacji w odniesieniu do rodzajów stwierdzonych wad jak również przyczyn tych wad, podano je jedynie w ujęciu grupowym.

Układ tego rodzaju jest całkowicie wystarczającym dla celów statystyczno-sprawozdawczych jak również (po odpowiednim uzupełnieniu brakujących grup) może być przyjęty przez większość zakładów przetwórczych przemysłu maszynowego dla celów uproszczonej analizy. Nie jest on jednak (jak to już zaznaczono przy omawianiu typów klasyfikacji) wystarczającym dla samodzielnych odlewni, samodzielnych kuźni, dla zakładów hutniczych jak również dla zakładów posiadających własne odlewnie i większe kuźnie. Dla wszystkich tych zakładów należy stosować rozszerzoną (szczegółową) klasyfikację typ — B (dla zakładów mechanicznych tylko w odniesieniu do braków zaistniałych z winy odlewni i kuźni).

Do czasu opracowania klasyfikacji szczegółowych w okresie przejściowym należy korzystać z układu uproszczonego.

4. Wypełnianie kart braków

Kartę braków w ustalonej ilości egzemplarzy wystawia wydziałowa kontrola techniczna tego wydziału, w którym został ujawniony brak (wydział oznaczony symbolem w górnym prawym rogu karty). Do jej obowiązków należy całkowite wypełnienie wszystkich rubryk obwiedzionych grubą linią, z wyjątkiem rubryki „Orzeczenie kier. KT”. W poszczególnych rubrykach:

„Zakwestionowano po wykonaniu operacji — numer i treść” — wpisuje się numer i treść ostatniej operacji, po której został ujawniony brak;

„Na stanowisku pracy” — wpisuje się symbol stanowiska odpowiadającego numerowi i treści wpisanej obok operacji.

„Nazwiska wykonawców” — wpisuje się tylko nazwiska tych wykonawców ostatniej operacji, u których stwierdzono — w przedstawionej przez nich do odbioru partii wyrobów — sztuki brakowe.

„Stwierdzono sztuk, kg, m³” — wpisuje się w odpowiednich okienkach:

a) ilość sztuk przedstawioną do odbioru

b) stwierdzone ilości poszczególnych rodzajów braków.

„Wyszczególnienie powodów wykonania braków” — wpisuje się krótką treść wyjaśniającą powody zabrakowania. Należy bowiem odróżnić powody zabrakowania od przyczyn zaistnienia braku. Np. powodem zabrakowania będzie stwierdzenie niegładkiej powierzchni przedmiotu, przyczynami natomiast zaistnienia tej wady mogą być np. nieodpowiednie warunki obróbki, stępienie narzędzi itp.

Po wypełnieniu wszystkich rubryk (obwiedzionych grubą linią) karta zostaje przesłana do kierownika KT, który na podstawie treści karty, posiadanych informacji, oględzin osobistych i dodatkowych wyjaśnień osób zainteresowanych — ustala wg klasyfikacji wszystkie dane i wypełnia symbolami odpowiednie okienka. Poza wpisaniem odpowiednich symboli, kierownik KT może wpisać w swej rubryce krótkie wyjaśnienia lub decyzje.

Po wypełnieniu karty wyceną strat, we wszystkich poważniejszych przypadkach karta powinna być zaopatrzona decyzją kierownictwa zakładu, szczególnie w odniesieniu do wszelkiego rodzaju obciążeń i kar.

W zakładach posiadających własne odlewnie lub większe kuźnie w przypadku stwierdzenia przez inne wydziały produkcyjne wad dotyczących odlewów lub odkuć, kierownik kontroli technicznej po otrzymaniu wypełnionej karty braków wpisuje tylko odpowiedni symbol winnego (w pierwszym okienku) i przesyła kartę do właściwego kierownika wydziałowej kontroli technicznej odlewni lub kuźni, dla ustalenia rodzaju, przyczyn i winnych zaistnienia wady. Ze względu bowiem na specyfikę przyczyn wywołujących poszczególne wady (głównie w przypadku odlewów) ustalenia tych przyczyn jak również winnych przez samego kierownika kontroli technicznej może narażać na poważne trudności.

W przypadku stwierdzenia wad w dostawach zewnętrznych wypełnia się tylko okienka 1, 2 i 4, przy czym symbol rodzaju stwierdzonej wady (okienko 2) w tym przypadku służy wyłącznie dla celów statystycznych.

Przy ustalaniu miejsc, rodzajów, przyczyn i winnych stwierdzonej wady, ustalenie miejsc i rodzajów zasadniczo nie naraża na poważniejszych trudności. Ustalenie natomiast samych przyczyn jak również i winnych zaistnienia wady może być w szeregu przypadków niełatwym zagadnieniem. Dla ułatwienia tej pracy należy na podstawie doświadczeń i posiadanych materiałów statystycznych sporządzić tzw. „pomocnicze schematy klasyfikacyjne” dla ważniejszych części, grupując odpowiednio najbardziej charakterystyczne rodzaje stwierdzonych wad, najczęściej towarzyszące poszczególnym rodzajom przyczyn i związanych z nimi winnych. Schematy takie stopniowo opracowywane i odpowiednio gromadzone po pewnym czasie tworzą niezastąpiony materiał ułatwiający w wysokim stopniu pracę kierownika kontroli technicznej.

Wszystkie wypełnione i odpowiednio zaklasyfikowane karty braków zostają przesłane do komórki analizy i sprawozdawczości, gdzie są odpowiednio segregowane wg poszczególnych cech ewidencyjnych (symboli miejsc, rodzajów, przyczyn i winnych).

Zastosowanie symboli sprowadza segregację kart wg dowolnych grup do czynności mechanicznej, która może być wykonywana przez pracowników niefachowych.

Wszelkie dane dotyczące np. strat wywołanych poszczególnymi przyczynami, strat spowodowanych przez poszczególne wydziały, strat z tytułu dostaw zewnętrznych itp. mogą być na każde żądanie niemal natychmiast podane przez komórkę analizy i sprawozdawczości. Również wykonywanie zestawień statystyczno-sprawozdawczych w dowolnie żądanych układach, nie naraża na poważniejszych trudności.

Zależnie od przyjętych metod analizy braków, komórka analizy i sprawozdawczości sporządza zestawienia dzienne, tygodniowe i miesięczne na specjalnych arkuszach zestawieniowych (poszczególne metody analizy są zależne od b. wielu czynników występujących w danym zakładzie i wymagają odrębnego ich omówienia).

Zestawienia dzienne powinny być wykonywane przede wszystkim dla ważniejszych części jak również dla tych wszystkich części dla których występuje masowość braków.

Analiza choćby pobieżna tego rodzaju zestawień pozwoli w większości przypadków na natychmiastowe podjęcie odpowiednich środków zaradczych, zapobiegających dalszemu powstawaniu braków, a tym samym zostanie wypełnione najważniejsze zadanie kontroli technicznej stanowiące istotny cel jej pracy w zakładzie.

WSPÓŁPRACA KONTROLI TECHNICZNEJ Z INNYMI WYDZIAŁAMI W ZAKŁADACH PRODUKCYJNYCH

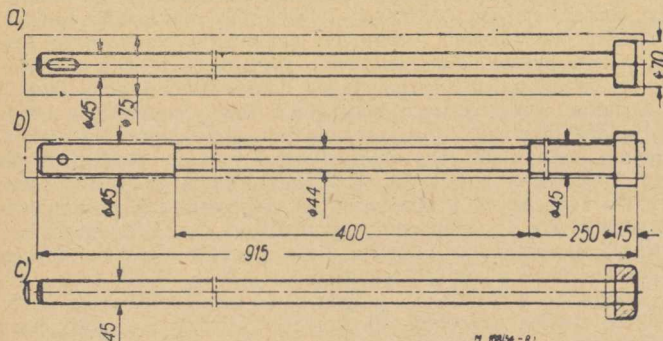
1. Współpraca kontroli technicznej z konstruktorem

Dążeniem każdego konstruktora jest nadać takie kształty i wymiary projektowanym przedmiotom, by przy minimalnych kosztach materiału zapewnić właściwe działanie konstruowanego mechanizmu (zespołu) w ciągu określonego czasu eksploatacji.

B. A. Szczukariw w książce pt. „Metody potokowe w produkcji wielkoseryjnej” podaje, że mechanizm jest prawidłowo konstruowany wówczas, gdy działa według najprostszego schematu kinetycznego i składa się z możliwie najmniejszej ilości właściwie ukształtowanych części.

Aby uzyskać dobre działanie mechanizmu w założonym czasie konieczne jest między innymi zachowanie określonych luzów roboczych i odpowiednich gładkości współpracujących powierzchni oraz odpowiedniej wytrzymałości i różnic wartości materiału. Wpływ luzów roboczych oraz sposobu wymiarowania na pracę projektowanego mechanizmu oraz możliwości montażu wskazują podane niżej przykłady.

1) W latach 1947 — 1948 jeden z zakładów wyprodukował dźwigi do podnoszenia parowozów. Przy odbiorze okazało się, że do uruchomienia jednego dźwigu bez obciążenia potrzeba było pracy 4 ludzi (przy ich pełnym wysiłku fizycznym). Kontrola techniczna, przeprowadzająca analizę konstrukcji i wykonania tych dźwigów stwierdziła, że z powodu błędnie ustalonych tolerancji wymiarów otrzymano niewłaściwe luzy robocze w prowadnicach i luzy międzyzębne w przekładniach zębatych i ślimakowych, co spowodowało zbyt duże opory tarcia. Po zmianie sposobu wymiarowania (przyjęciu właściwych podstaw wymiarowych) i tolerancji, dźwigi te pracują bardzo dobrze i sprawnie. Zamiast 4 ludzi obecnie dźwиг obsługuje 1 człowiek ze znacznie mniejszym wysiłkiem.



Rys. 1. Ośki do wózków transportowych.

Dzięki analizie dokonanej przez kontrolę techniczną i postawionych przez nią wniosków została polepszona konstrukcja dźwigów produkowanych w tym zakładzie.

Charakterystyczne jest to, że dźwigi były wykonywane na podstawie rysunków, według których przemysł niemiecki prowadził produkcję średnio-seryjną od 1920 roku. Nie zwrócono jednak uwagi, że w produkcji tej, podobnie jak w większości fabryk przemysłu zachodniego, dla produkcji indywidualnej rysunki nie posiadały pełnego tolerowania wymiarów. Wynikało to z możliwości zatrudniania wysokokwalifikowanych specjalistów, pracujących po kilka i kilkanaście lat w jednym zawodzie, dla których na rysunkach zamiast tolerancji podawano uwagi („otwór wykonać gładko rozwierதாகiem NN”, „wymiar wykonać dokładny”, „zostawić odpowiedni luz”, „przekładnię sprawdzić na przyrządzie NN” itp.). W przemyśle amerykańskim w ostatnich latach przed drugą wojną, a w niemieckim dopiero od 1942 r., z rysunków wyrobów zaczęto usuwać przytoczone napisy, powodując się nie umiejętnością wysokokwalifikowanych robotników, lecz opierając się na pewności otrzymywania dokładnych wymiarów z ustawionych odpowiednio obrabiarek.

Z przytoczonego przykładu wynika, że konsultacja kontroli technicznej z konstruktorem jest konieczna nie tylko przy opracowywaniu nowej konstrukcji, lecz także przy wznowianiu produkcji na podstawie starych rysunków, gdyż wobec ciągłego rozwoju technologii zmieniają się warunki właściwego opracowania dokumentacji technologicznej.

Należy zaznaczyć, że rysunek przedmiotu jest dokumentem obliczonym na dłuższy okres czasu i z tego względu nie może zależeć od sposobu wytwarzania. Jednakże rozwój nowoczesnej technologii ma tak duży wpływ na jakość wyrobów, że powinien być on brany pod uwagę przy wykonywaniu konstrukcji.

2) Osie do wózków kopalnianych (rys. 1), były wykonywane ze stali walcowanej $\Phi 75$ mm. Przy tej konstrukcji ciężar materiału na 1 oś wynosił 30,55 kG. Po wprowadzeniu zmiany sposobu wytwarzania, osie te były wykonywane z okrągłych prętów stalowych o $\Phi 46$ mm z napawanymi łbami. Przy tej konstrukcji ciężar materiału zmniejszył się z 30,55 na 12,30 kG, co dało oszczędności 18,25 kG materiału na każdą oś, przy równocześnie poważnym zmniejszeniu pracochłonności.

Przyjęty wg nauki radzieckiej jasny system wymiarowania, który odpowiada automatycznemu otrzymywaniu wymiarów z nastawionych obrabiarek, niezależnie od tego, jakie kwalifikacje będą posiadali robotnicy obsługujący dane obrabiarki oraz jasny system stopniowania gładkości powierzchni (norma PN/M-04251), ułatwiają porozumienie się konstruktora z wykonawcami i kontrolą techniczną odnośnie wykonania przedmiotu. Niestety, mniej doświadczeni konstruktorzy starają się wyznaczyć wyższe klasy gładkości powierzchni współpracujących i cieńsze tolerancje, aniżeli tego wymaga prawidłowość dzielenia danego mechanizmu twierdząc, że:

a) robotnik widząc wyższą klasę gładkości stara się „lepiej wykończyć daną powierzchnię”;

b) kontrola międzyoperacyjna zwraca większą uwagę na powierzchnie, które są oznaczone wyższą klasą gładkości powierzchni;

c) w razie „przepuszczenia” przez kontrolę techniczną części „o gorszej jakości aniżeli przewiduje rysunek, część ta i „tak będzie dobra”.

Takie rozumowanie jest mylne, gdyż:

a) robotnik wykonuje tak, jak tego wymaga kontrola międzyoperacyjna,

b) kontrola międzyoperacyjna przyjmuje części od robotnika tak, jak tego wymaga kontrola ostateczna, która przyjmuje przedmioty wg rysunku do czasu, dopóki się nie przekonają, że montaż względnie inny odbiorca nie ma innych wymagań, aniżeli konstruktor. Z chwilą, gdy montaż stawia inne wymagania aniżeli są podane w rysunku, kontrola ostateczna stawia takie same wymagania względem kontroli międzyoperacyjnej, a ta ostatnia względem robotnika, który wykonuje daną część. Tu właśnie jest realizowana dobra i właściwa współpraca kontroli technicznej z konstruktorem.

Kontrola techniczna z jednej strony nie może hamować produkcji, a z drugiej strony nie może dopuszczać do odstępstwa od warunków podanych przez konstruktora. Nie można dopuścić do tego, aby wytworzyła się taka sytuacja, że kontrola techniczna trzymając się sztywno wymiarów i warunków technicznych podanych przez konstruktora, powoduje konieczność stosowania dodatkowych operacji i obrabiarek. Kontrola techniczna nie może być bierna i ograniczać się tylko do stwierdzania zgodności wykonania przedmiotu z warunkami określonymi rysunkiem, lecz również musi badać celowość konstrukcji. Jako organ kontrolujący produkcję we wszystkich stadiach wykonania, kontrola techniczna jest najlepiej poinformowana o trudnościach i możliwościach wykonawstwa, co powinna przenosić do zainteresowanych wydziałów, a zwłaszcza do konstruktora.

Mniej doświadczonym konstruktorom zdarza się stosunkowo często, że stawiane przez nich wymiary i tolerancje na rysunkach, nie tylko nie mogą być dotrzymane w danych warunkach produkcyjnych, ale nawet sprawdzenie ich stwarza duże trudności, a często jest niewykonalne. Współpraca kontroli technicznej z konstruktorem w takich przypadkach powinna polegać na wspólnym ustaleniu koniecznej dokładności i sposobów pomiarów już obrobionych przedmiotów oraz dokonania odpowiednich zmian.

3) Przy wznowianiu produkcji walców papierniczych o wymiarach $\Phi 1500 \times 4500$ mm, na rysunku konstrukcyjnym postawiono następujący warunek „Odchyłka cylindryczności (stożkowatość, owalizacja, baryłowość) nie może przekroczyć na całej długości 0,03 do 0,05 mm”. Wymagało to bardzo kosztownego urządzenia mierniczego.

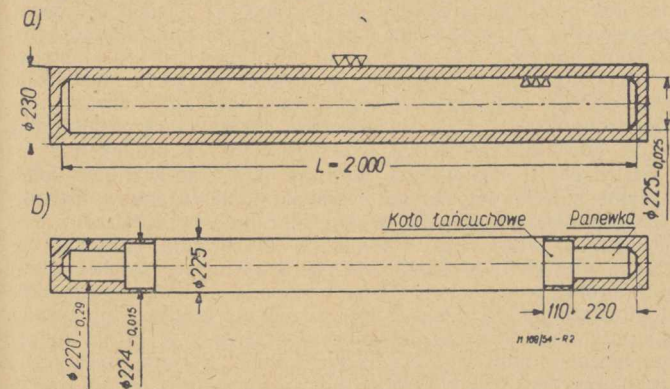
Po przeanalizowaniu konstrukcji w szerszym kolektywie stwierdzono, że wymagania te były nieuzasadnione i wobec tego wielkość odchyłki zwiększono 5-krotnie (na rysunku zamieszczono tolerancję 0,15 mm zamiast 0,03).

4) Na rysunku rozwiertaka specjalnego promień zaokrąglenia $r = 0,4$ mm stolowano na $\pm 0,03$, co praktycznie uniemożliwiało sprawdzanie. Na mikroskopie można kontrolować promienie stożniowane co $0,1$ mm, a tolerancje sprawdzianów do promieni wg FOCT dla r większego od $0,4$ mm wynoszą również $0,1$ mm. Narzucona przez konstruktora tolerancja czyni niemożliwym sprawdzenie tego wymiaru w warunkach warsztatowych. Pó przeprowadzeniu analizy stwierdzono jednak, że konstrukcji nie można zmienić, co spowodowało zmianę technologii i konieczność zastosowania specjalnych środków kontroli.

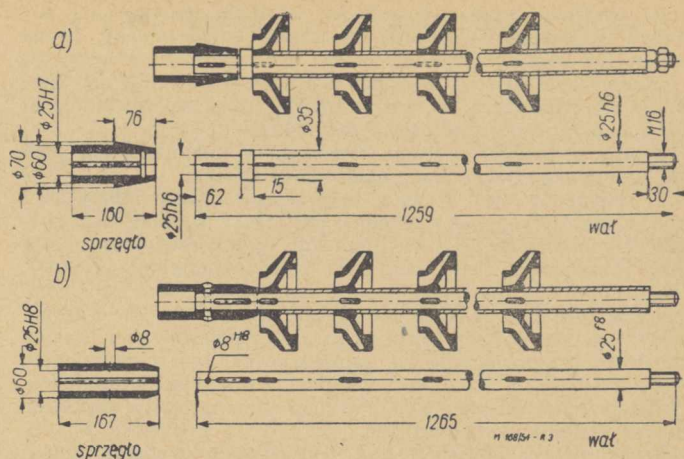
5) Przy przeprowadzaniu analizy konstrukcji walcarki do gwintu, kontrola techniczna zwróciła uwagę, że walcarka ta mimo prostej budowy i przeznaczenia do ściśle określonego zadania, powinna posiadać sprzęgło umożliwiająca łatwe nastawienie zarysu gwintu. Ponadto, ze względu na bezpieczeństwo pracy koło pasowe tej walcarki powinno być przeniesione z lewej strony walcarki na prawą. Poprawki te zostały uwzględnione przez konstruktora przy opracowaniu rysunków dla pierwszej serii walcarek, co polepszyło ich konstrukcję.

6) Narzynyki okrągłe wg nowej konstrukcji mają mieć twardość $H_{RC} = 62-65$. Kontrola techniczna, znając trudności jakie ma hartownia zakładu pracy przy uzyskiwaniu tak wysokiej twardości stali wymienionej w rysunku konstrukcyjnym, a równocześnie dostając reklamacje od użytkowników, że stosunkowo duża ilość narzynyki pęka na skutek dużej twardości ścianek sprężynujących, proponuje konstruktorowi, aby dla podniesienia jakości narzynyki zmienić żądane warunki twardości zgodnie z TOCT na następujące: twardość części tnących $H_{RC} = 58-62$, a ścianek sprężynujących $H_{RC} = 30-45$.

Dążeniem każdego technologa jest zastosowanie takiego procesu technologicznego, który by zapewnił najniższe koszty własne wytwarzania w określonych warunkach.

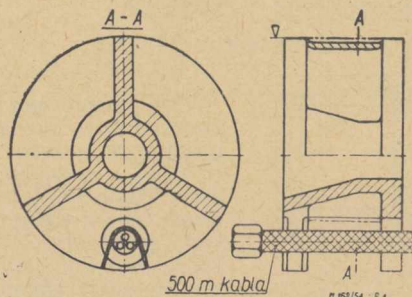


Wybór procesu technologicznego w dużej mierze zależy od konstrukcji części lub całego obiektu produkcji, co zmusza technologa do wyboru takiego procesu technologicznego, który by



zapewnił stałe uzyskiwanie wszystkich wymiarów i warunków technicznych wytwarzanego przedmiotu zgodnie z warunkami określonymi na rysunku. Wynika stąd, że konstruktor powinien oddać do produkcji tylko te projekty, które spełniają warunki technologiczności produkcji. B. A. Szczukariew w poprzednio wymienianej pracy podaje taką definicję „technologiczności konstrukcji“:

Wpływ współpracy kontroli technicznej z działem technologicznym i z działem konstrukcyjnym na uzyskanie technologicznej celowości konstrukcji uwidoczniają przykłady zaczerpnięte bezpośrednio z praktyki.



1) W roku 1948 w jednej z fabryk kotłów kontrola techniczna stwierdziła występowanie trudności montażu wałów (rys. 2) do rusztu mechanicznego. Po przeprowadzeniu analizy „technologiczności konstrukcji” tego wału okazało się, że:
Zamiast toczyć i szlifować $\Phi 225 - 0,025 \times 2000$ mm,
należy zastosować:

i dodatkowe toczenie $\phi 220^{+0,29}_{-0} \times 440$ mm.

należy użyć $\phi 225 \times 2005$ mm.

2) W produkcji pomp głębinowych kontrola techniczna stwierdziła, że przy wykonywaniu wałów (rys. 3) wydział produkcyjny ma trudności toczenia wału z $\Phi 35 \times 1259$ mm na $\Phi 25h6$. Po przeprowadzeniu analizy ustalono, że wał można wykonywać bez kołnierza co dało:

zmniejszenie pracochłonności, ponieważ zamiast toczenia i szlifowania wałka z $\phi 36$ na $\phi 25h6$ wystarczy użyć materiału przeciąganego $\phi 25h6$ i wywiercić w nim otwór $\phi 8H8$ oraz

dlatego, że zmniejszono średnice stali chromoniklowej sprężał z $\Phi 72 \times 160$ mm na $\Phi 62 \times 172$ mm. Ułatwiono bowiem obróbkę skrawaniem i zmniejszono koszty produkcji.

3) Przy montażu pomp głębinowych kontrola techniczna stwierdziła uszkodzenia kabla (przewodu elektrycznego), który musiał być przeciągany przez otwór o ϕ 25 mm (rys. 4). Po

przeprowadzeniu analizy okazało się, że otwór ten może być nie zamknięty (wystarczy bowiem w kręcu odlać rowek), co da następujące korzyści:

zmniejszenie kosztów wykonania kręca, gdyż unika się wiercenia i toczenia żeber na całej długości, unika się również braków lub uszkodzeń kabla przy montażu;

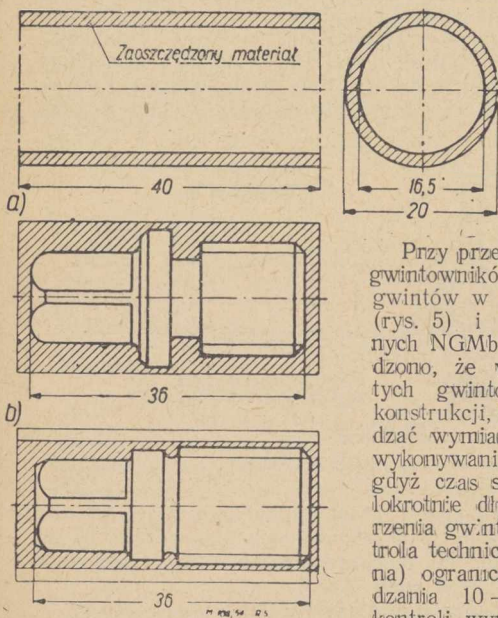
usunięcie trudnej operacji przeciągania kilkudziesięciu metrów ogumionego kabla przez mały otwór kręca.

Z przykładów tych wynika, że przeprowadzone zmiany konstrukcyjne nie wpłynęły bezpośrednio na jakość wyrobu, lecz spowodowały obniżenie kosztów produkcji (zmniejszenie czasu obróbki, zmniejszenie ilości materiału oraz zmniejszenie braków), a więc poprawiły „technologiczność konstrukcji”. Kontrola techniczna w tych przypadkach nie ograniczyła się do stwierdzenia błędów wykonania, lecz szukając przyczyn powstawania braków i możliwości zapobiegania im, zainteresowała tym zagadnieniem dział konstrukcji i dział technologiczny oraz dział produkcji. Wyniki przeprowadzonej wspólnej analizy umożliwiły uzyskanie cennych efektów ekonomicznych.

Szybki rozwój nowych metod wytwarzania wymaga zmian konstrukcji. Klasycznym tego przykładem mogą być zmiany w konstrukcji gwintowników ręcznych.

Wykonywanie gwintowników w małych ilościach na szlifiarkach kłowych przez wysokokwalifikowanych robotników, którym nie sprawiały trudności pomiary gwintu za pomocą mikrometru i wałeczku pomiarowych, uważane było jako „technologiczne”.

Po rozpoczęciu produkcji gwintowników przy zastosowaniu walcowania gwintu, bezkłowego szlifowania, tłoczenia kwadratów i innych nowych metod przez pracowników przyuczonych, dla których sprawdzanie za pomocą mikrometru, a zwłaszcza metody wałeczkowej sprawia poważne trudności, konstrukcja tych gwintowników musiała ulec zmianie.



Rys. 5. Gwintownik 5/8" do poprawiania gwintu w podkowach; a — przed zmianą, b — po zmianie

Natomiast po wprowadzeniu nowych metod produkcji, dających znacznie większą wydajność, czas mierzenia był kilka razy większy od czasu trwania danej operacji obróbkowej. Zaiszła konieczność wprowadzenia innych metod pomiaru.

A. N. Zurawlew przystała, że zastąpienie pomiarów mikrometrem partii niedużych przedmiotów innymi przyrządami daje następujące zwiększenie wydajności:

- 2,5-krotne przy kontroli sprawdzianami dwustronnymi;
- 5-krotne przy sprawdzaniu tymi samymi sprawdzianami, lecz zamocowanymi na stołach pomiarowych;
- 10-krotne przy zastosowaniu przyrządów z czujnikami elektrycznymi;
- 15 — 20-krotne przy zmechanizowaniu kontroli.

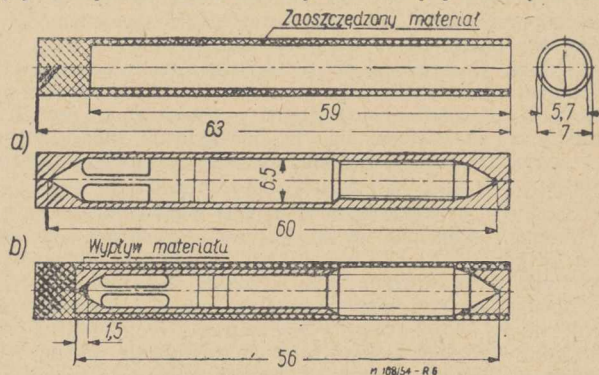
Wynika stąd, że metody, którymi posługiwano się dotychczas stały się nieekonomiczne i muszą być zastąpione nowymi — bardziej wydajnymi.

Przejęcie ze starych metod pracy na nowe może nastąpić szybciej, gdy w zakładzie panuje ścisła współpraca kontroli technicznej z działami technologicznymi, później niż gdy jej nie ma, jednak w obu przypadkach zmiana taka nastąpi. Są jednak takie

zmiany, które wypływają wyłącznie ze współpracy kontroli technicznej z innymi wydziałami w zakładzie produkcyjnym.

Ustalenie wymiarów i sposobu wymiarowania oraz tolerancji jest sprawą bardzo trudną, a nieodpowiednio opracowane pod tym względem rysunki utrudniają właściwą pracę kontroli technicznej i warsztatu oraz uniemożliwiają obniżkę kosztów produkcji.

Rozwój produkcji budowy maszyn i narzędzi dokonuje się przy stałym doskonaleniu opracowania dokumentacji technicznej i technologicznej. Zamiast dawniejszych rysunków z dopiskami „utrzymać dokładnie równoległość”, „wykonać dokładnie”, „frezować frezem nr”, „utrzymać dokładny wymiar” itp., stosuje się rysunki z tolerancjami i określeniami warunków technicznych, dającymi zupełnie konkretne kryteria oceny jakości przedmiotu.



Rys. 6. Gwintownik ręczny do gwintu M6: a — przed zmianą, b — po zmianie.

System wymiarowania części nie jest jeszcze opracowany dostatecznie i z tego powodu kontrola techniczna (jako czynnik kontrolujący i znający wady istniejących rysunków oraz ich systemu wymiarowania w danym zakładzie produkcyjnym) powinna być inicjatorem przeprowadzania analizy wymiarowania produkowanych przedmiotów, podawanego na rysunkach konstrukcyjnych i w instrukcjach technologicznych.

Utworzenie w zakładach produkcyjnych zespołów dla systematycznego przeprowadzania analizy technologiczności konstrukcji i właściwego wymiarowania może przyczynić się w wielu przypadkach do poważnego obniżenia kosztów produkcji, jak to już wykazano na przykładach produkcji pomp, gwintowników, narzędzi tłoczących i innych.

Poważną jednak przeszkodą przy organizowaniu zespołów dla systematycznego przeprowadzania analizy technologiczności konstrukcji jest konserwatyzm personelu technicznego, powodujący niedoceniając znaczenia technologiczności konstrukcji. Personel ten uważa pracę tę za zbędną, niecelową i nieopłacalną. Dzieje się to dlatego, że kwestia technologiczności, mimo dużego jej znaczenia nie tylko w produkcji masowej lecz także w produkcji o mniejszych rozmiarach, jest jeszcze niedostatecznie wyjaśniona w literaturze technicznej i w wykładach na wyższych uczelniach oraz szkołach technicznych, a zwłaszcza jest za mało doceniana przez czynniki społeczne w zakładach produkcyjnych.

3. Współpraca kontroli technicznej z technologami przy opracowywaniu dokumentacji technicznej

Doświadczenia przemysłu maszynowego i narzędziowego wykazują, że najlepszy jest taki system organizacyjny, który przewiduje najmniejszą ilość dokumentów technicznych, a więc jeden dokument buchaltaryjny (karta robocza) i jeden dokument konstrukcyjny z wymiarami oraz z warunkami technicznymi i technologicznymi, odnoszącymi się do danej operacji (instrukcja technologiczna). Złączone w całość wszystkie instrukcje technologiczne jednego przedmiotu, dają dokładny obraz przebiegu technologicznego. Zwiększenie dokumentacji technicznej sprzyja powstawaniu błędów i nieporozumień w produkcji.

Instrukcje technologiczne powinny powiżać warunki konstrukcyjne z technologicznymi. Rysunki umieszczane w instrukcjach technologicznych powinny być starannie opracowane z uwzględnieniem właściwego systemu: wymiarowania, oznaczeń tolerancji, odchyleń od kształtów geometrycznych, stopnia gładkości obróbki powierzchni. Ponadto rysunki w instrukcjach technologicznych muszą przedstawiać przedmiot usytuowany względem obrabiarki, oprzyrządowania i narzędzi. W części opisowej instrukcji powinny być umieszczone warunki techniczne i technologiczne obróbki, krótki opis działania oraz nazwy i symbole oprzyrządowania.

W praktyce oznacza to, że w instrukcjach technologicznych powinny być szczegółowo ujęte wszystkie dyspozycje wykonania danego przedmiotu, jakich chciałby dział technologiczny udzielić wykonawcy.

Jakość procesu technologicznego jest uzależniona w pewnym stopniu od wyboru sposobu wymiarowania rysunku i ustalonych tolerancji z uwzględnieniem sposobu mierzenia wykonywanego przedmiotu. W tym celu należy bardzo szczegółowo przestudiować zagadnienie „rzeczywistej” dokładności przedmiotu (w danej operacji), uzależnionej od różnych czynników obróbkowych.

Z poprzednich rozważań wynika, że od prawidłowego wymiarowania optymalnie dobranych tolerancji wymiarów, stopnia gładkości powierzchni, metody mierzenia, w dużym stopniu zależą koszty produkcji. Obliczanie wymiarów dla poszczególnych operacji, na podstawie długich szeregów wymiarów łańcuchowych gotowego przedmiotu, ustalanie podstaw wymiarowych, opracowanie tolerancji dla oprzyrządowania i wyznaczenie sposobu mierzenia przekracza możliwości pracowników, którym pracę tę się powierza.

Jeżeli instrukcja technologiczna jest opracowana tylko w dziale technologicznym bez współpracy z kontrolą techniczną, to praktycznie technolog ogranicza się do podania pomocy pomiarowych (nie zawsze dobrze dobranych) i czasem do wprowadzenia dodatkowej operacji ze zdawkową dyspozycją „sprawdzić”.

W praktyce zdarza się także, że dział technologiczny znając braki w instrukcjach dawanych warsztatowi produkcyjnemu zastrzega się, że wykonane wg tych instrukcji operacje muszą być sprawdzane przy równoczesnym posługiwaniu się (przez kontrolę techniczną) instrukcjami technologicznymi i rysunkami konstrukcyjnymi przedmiotu.

Ta uzasadniona nieufność działu technologicznego we własne siły oraz niewystarczająca ilość danych w instrukcjach technologicznych, powodują trudności we wdrażaniu postępu technicznego do wydziałów produkcyjnych.

W jednej z naszych fabryk narzędzi i maszyn górniczych stwierdzono, że wykonuje ona złożone wyroby w małych, a nawet i w dużych seriach na podstawie kart roboczych i zestawieniowych rysunków konstrukcyjnych, bez instrukcji technologicznej. Analiza organizacji tego zakładu wykazała, że ma on instrukcje technologiczne lecz nie są one wykorzystywane, a leżą w biurze kierownika warsztatu.

Wynika stąd, że dla przyspieszenia wprowadzenia do produkcji instrukcji technologicznych, konieczna jest współpraca działu technologicznego, kontroli technicznej i wydziału produkcyjnego. Kontrola techniczna powinna współpracować z działem technologicznym nie tylko przy opracowaniu instrukcji dla kontroli technicznej, lecz powinna współpracować przy wyborze metod wymiarowania oraz stawianych tolerancji i naddatków międzyoperacyjnych.

Kontrola techniczna powinna analizować instrukcje technologiczne. Jeżeli okaże się, że tolerancje, sposób wymiarowania lub naddatki międzyoperacyjne są ekonomicznie nieuzasadnione lub instrukcja technologiczna nie zawiera potrzebnych danych do zapewnienia żądanej jakości wykonywanych wyrobów, kontrola techniczna obowiązana jest instrukcję tę przekazać technologowi do poprawienia, załączając swoje wnioski z odpowiednimi propozycjami zmian.

Dział technologiczny powinien również zasięgać opinii kontroli technicznej w sprawie konstrukcji oprzyrządowania oraz przyjęcia podstaw obróbkowych i obliczenia tolerancji dla tych przyrządów.

Podana dalej wypowiedź kontroli technicznej jednej z fabryk narzędzi w sprawie instrukcji (rys. 7) sprawdzania jakości narzynek w produkcji wielkoseryjnej, wskazuje wyraźnie, że przy opracowaniu instrukcji technologicznych, technolodzy mało przywiązują wagi do roli jaką spełnia kontrola jakości.

Odpis notatki kontroli technicznej — dotyczącej instrukcji z rys. 7:

1) Odnosnie doboru materiału wyjściowego: wskazane jest zastosowanie zamiast materiału o ϕ 22 mm, materiału o ϕ 20,5 mm, gdyż naddatek 0,5 mm przy toceniu na automatach stali ciągnionej ϕ 20,5 na ϕ 20,1 — 0,1 mm jest najzupełniej wystarczający. Przy zastosowaniu cięcia na obcinarkach i planowania czoł na tokarkach naddatek ten można by jeszcze zmniejszyć do 0,2 mm. Zmniejszenie naddatku na obróbkę ułatwi samą obróbkę i wpłynie dodatnio na zmniejszenie zużycia materiału.

2) Sprawdzenie jakości wykonania przedmiotów w operacjach krótkotrwałych: jak tocenie na automatach, frezowanie rowka, wiercenie otworów, cechowanie, należy przeprowadzać bezpośrednio na obrabiarce lub przy niej, w czasie trwania procesu obróbki. Wpłynie to na zmniejszenie braków i na zmniejszenie robocizny włożonej w wykonanie sztuk później zabrakowanych.

3) W operacji tocenia i obcinania na automacie musi być zachowana prostopadłość i prostoliniowość powierzchni czołowych

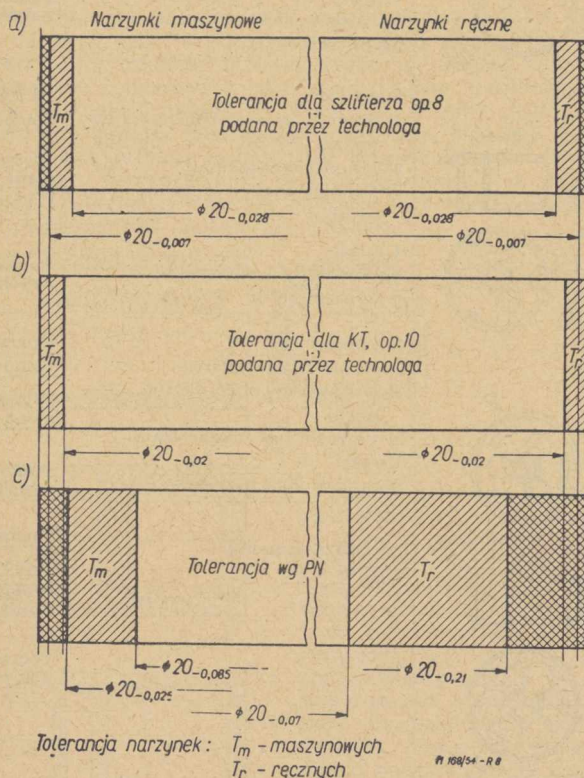
Rys. 7. Instrukcja dla KT — sprawdzanie narzynek NHMa-M3 opracowana przez Dział Głównego Technologa

a)	Sprawdzić: 1) Średnicę zewnętrzną 2) Wysokość $h = 5,4 - 0,1$ 3) Symetrię fazowania Uwaga: Sprawdzić całość wykonanej partii krążków	Obróbka Ope racja: 3 Stanow. 002 Wyszczególnienie pomocy: Pomoce wspólne
b)	Sprawdzić: 1) Średnicę zewnętrzną 2) Wysokość $h = 5 - 0,036$ 3) Symetrię sfazowania 4) Odmagnesowanie 5) Głębokość frezowanego kanału Uwaga: Sprawdzić całość wykonanej partii krążków	Operacja: 10 Stanow. 002 Wyszczególnienie pomocy: Pomoce wspólne
c)	Sprawdzić: 1) Średnicę nawierceń na obwodzie $C = 3,8$ 2) Usunięcie zadziórów 3) Wymiar wywierconego otworu a Uwaga: Sprawdzić 10% narzynek w wykonanej partii	Operacja: 16 Stanow. 002 Wyszczególnienie pomocy: Pomoce wspólne
d)	Sprawdzić: 1) Powierzchnie natarcia 2) Gwintowany otwór (wzorkowo) 3) Prawidłowość odcachowania Uwaga: Sprawdzić 20% narzynek	Operacja: 21 Stanow. 002 Wyszczególnienie pomocy: Pomoce wspólne
e)	Sprawdzić twardość $HRC 62 + 65$	Operacja: 23 Stanow. 002 Wyszczególnienie pomocy: Pomoce wspólne
f)	Sprawdzić: 1) Każdą narzynką naciąć gwint na przecie na dł. 100 mm 2) Sprawdzić profil i powierzchnię naciętego gwintu 3) Stan narzynek po nacięciu (narzynki nie mogą wykazywać śladów stepienia). Uwaga: Sprawdzić 3% narzynek, a) najmniej 2 szt.	Operacja: 31 Stanow. 002 Wyszczególnienie pomocy: Pomoce wspólne Druciki
g)	Kontrola ostateczna Sprawdzić: 1) Wzrokowo powierzchnię natarcia 2) Wzrokowo pow. gwintu 3) Wysokość $H = 7 - 0,036$ 4) Profil gwintu na próbkach 5) Prostopadłość otworu gwintowego: a) bicie na pow. bocznych 0,04 mm b) bicie na pow. obwodowej 0,05 mm	Operacja: 31a Stanow. 002 Wyszczególnienie pomocy: Pomoce wspólne

do osi narzynki, co zmniejszy ilość braków i obniży koszt wykonania operacji szlifowania.

4) W operacji toczenia na automacie powinno być wykonane wiercenie i pogłębianie otworów pod gwint, gdyż właśnie w tej operacji uzyskanie prostopadłości i współosiowości otworów z powierzchnią zewnętrzną jest najłatwiejsze. Na wykonanych w tej operacji narzynkach należy zaraz sprawdzać prostopadłość i współosiowość, co wybitnie wpłynie na zmniejszenie kosztów braków, gdyż łatwiej jest sprawdzić współosiowość krążka z gładkim otworem, aniżeli sprawdzać współosiowość gotowej narzynki z gwintem. Ponadto koszty narzynek zabrakowanych w operacji pierwszej są znacznie mniejsze, aniżeli koszty gotowych narzynek po operacji 31a.

5) Operację szlifowania bezkłowego i jedną operację szlifowania na szlifierniach do płaszczyn należałoby skasować, gdyż obróbka ta może pogorszyć jakość wykonania (dwukrotne szlifowanie bezkłowe może zwiększyć błędy kształtu, a przy dwukrotnym szlifowaniu czoła narzynki można zwiększyć błąd prostopadłości).



Rys. 8. Wielkość tolerancji w produkcji narzynek NHMa-M3. a — narzynki będą brakovane w kontroli międzyoperacyjnej, b — narzynki będą brakovane w kontroli ostatecznej, c — za niewykorzystanie tej tolerancji płaci użytkownik.

6) Należałoby nie zacieśniać tolerancji wykonania narzynek, lecz zmienić sposób bazowania ich w uchwytach (rys. 8). Na rysunku 8 jest podana wielkość tolerancji wg GOST i tolerancje przyjęte przez technologa. Z zestawienia tego wynika, że narzynki wykonane przez szlifiernię w operacji 8 w dolnej tolerancji, byłyby zabrakowane przez kontrolę techniczną międzyoperacyjną w operacji 10. Natomiast narzynki wykonane przez szlifiernię i przyjęte przez kontrolę międzyoperacyjną, byłyby zabrakowane

przez kontrolę ostateczną, gdyż tolerancje podane dla kontroli międzyoperacyjnej nie są zgodne z tolerancjami podanymi na rysunkach konstrukcyjnych.

7) W instrukcjach dla kontroli nie należałoby podawać dwukrotnego sprawdzania wykonania łożek na narzynkach, gdyż chodzi tu tylko o załamanie krawędzi.

8) Wysokość h narzynki w operacji 1 ustalić o 0,1 — 0,2 mm dłuższą od wymiaru rysunkowego, a nie o 0,4 mm, gdyż nadatek 0,1 do 0,2 mm jest wystarczający do wyrównania powierzchni po obcinaku.

9) Należy zmienić żadaną wysokość twardości $H_{RC} = 62 \div 65$ uzyskiwanej przez obróbkę cieplną; natomiast powinno być $H_{RC} = 58 \div 62$ na ostrzu, a na ściankach sprężynujących $H_{RC} = 30 - 45$, gdyż uzyskanie wysokiej twardości ($H_{RC} = 62 - 65$) wymienionej stali jest bardzo trudne, a pozostawianie ścianek sprężynujących o tak wysokiej twardości, powoduje pękanie ich w czasie pracy. Zmiana ta wpłynie na zmniejszenie ilości braków i zwiększenie żywotności narzynek.

10) W instrukcji dla kontroli technicznej, nie podano sposobu sprawdzania prostopadłości i współosiowości narzynek, nie podano też sposobu sprawdzania od magnesowania. Zdaniem kontroli technicznej sprawdzanie w ostatniej operacji prostopadłości i współosiowości zewnętrznej powierzchni z osią powierzchni gwintowej narzynki jest zbędne, o ile pomiary te były wykonane po rozwierceniu otworu przed wykonaniem gwintu.

11) We wszystkich operacjach przewidzianych w instrukcji dla kontroli technicznej w rubryce „pomoc” wpisane jest zdanie „pomoc wspólne”. Po przeprowadzeniu analizy wielkości produkcji i dokładności pomiaru stwierdzono, że do sprawdzania narzynek należy stosować przyrządy zautomatyzowane lub co najmniej specjalne, a mianowicie sprawdziany dwustronne szczegółowe do sprawdzania średnicy i do sprawdzania wysokości narzynek, sprawdziany do badania prostopadłości i cylindryczności oraz współosiowości krążków z otworami, sprawdziany gwintowe, sprawdziany do badania kąta powierzchni natarcia, urządzenie do sprawdzania rowka i nawierceń na obwodzie.

12) Po sprawdzeniu przyrządowania do obróbki narzynek stwierdzono, że kontrola międzyoperacyjna i kontrola ostateczna nie są przygotowane do kontroli wielkoseryjnej produkcji narzynek, gdyż nie mają odpowiednich narzędzi mierniczych. Opracowanie ścisłych instrukcji dla kontroli międzyoperacyjnej i kontroli ostatecznej oraz opracowanie specjalnych pomocy mierniczych dałoby następujące korzyści:

- zmniejszenie co najmniej pracochłonności kontroli o 70 — 80%, która przy obecnym stanie oprzyrządowania będzie stanowić poważną część robocizny dla produkcji narzynek;
- zmniejszenie ilości braków, których przy obecnym podanym sposobie sprawdzania (co kilka operacji) będzie znacznie więcej, aniżeli to przewiduje się dla takiej produkcji;
- usunięcie trudności i skrócenie cyklu produkcyjnego.

4. Wnioski ogólne

1) Celem uzyskania obniżki kosztów produkcji konieczne jest nawiązanie ścisłej współpracy kontroli technicznej i działu technologicznego.

2) Konieczne jest wstępne opracowanie form tej współpracy oraz przedyskutowanie ich w ramach zakładowych kół SIMP lub klubów techniki.

3) Wcielanie w życie właściwej współpracy kontroli technicznej z innymi wydziałami w zakładach produkcyjnych powinno rozpocząć się od przeprowadzenia analizy technologiczności konstrukcji oraz przygotowania produkcji dla typowego produktu danego zakładu produkcyjnego. Analiza ta powinna być przeprowadzona przy współudziale przedstawiciela odpowiedniego centralnego zarządu, instytutu naukowego, a zwłaszcza czynnika społecznego i przedstawiciela SIMP.

Dr inż. JAN OBALSKI

NIWYKORZYSTANY ORĘŻ W WALCE O WYSOKĄ JAKOŚĆ PRODUKCJI — STATYSTYCZNA KONTROLA JAKOŚCI

Gdy patrzymy na podnoszącą się z gruzów Warszawę, musimy podziwiać niezwykle tempo budowy, sprawną organizację pracy, nie znaną u nas dawniej mechanizację robót. Gdy dowiadujemy się o powstałych w nadzwyczaj krótkim czasie nowych obiektach przemysłowych, o całych nowych gałęziach,

stojących na najwyższym poziomie techniki, to nieraz wydaje się to nam nieprawdopodobne

A jednak w tym samym czasie, gdy w tyłu dziedzinach notujemy rekordy wydajności, w innych obserwujemy nieomal niedołęstwo. Do ważnych zagadnień, które od kilku lat na próżno oczekują pozytywnego rozwiązania należy wprowadzenie do przemysłu statystycznej kontroli jakości.

Praktyka zarówno Związku Radzieckiego, Czechosłowacji jak i państw kapitalistycznych dostatecznie przekonująco wykazała korzyści stosowania metod statystycznych do zagadnień techniczno-przemysłowych.

Drogą analizy statystycznej ustala się dziś właściwe tolerancje i inne wymagania stawiane wyrobom, bada się racjonalność metod produkcji, wyznacza się wpływy różnych czynników (np. składu chemicznego) na jakość produktu, porównuje się kwalifikacje zawodowe pracowników itp.

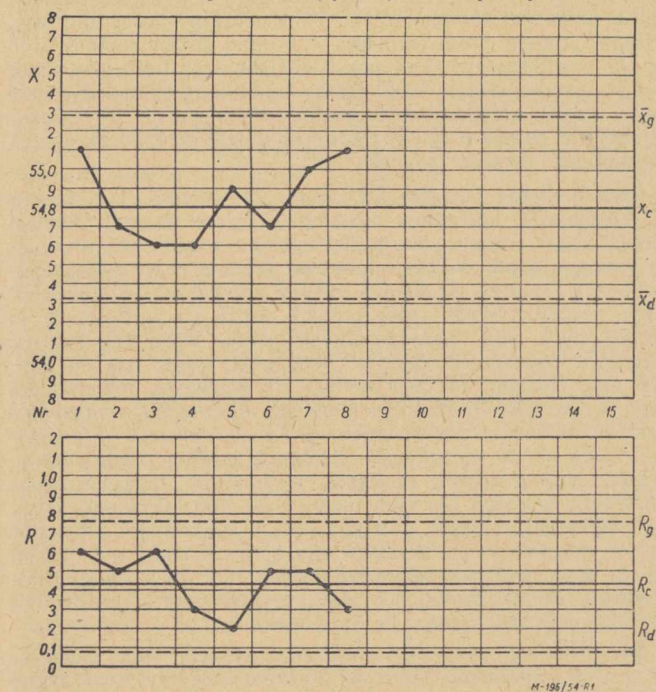
Najważniejszą jednak gospodarczo dziedziną zastosowań metod statystycznych jest kontrola jakości w biegu produkcji, przede wszystkim masowej i wielkoseryjnej.

Znaczenie tych metod polega na tym, że przez systematyczną kontrolę poszczególnych operacji produkcyjnych i natychmiastowe ujawnianie wyników kontroli, dają one możliwość zapobiegania powstawaniu braków, analizy przyczyn zakłóceń normalnego (ustabilizowanego), biegu produkcji i usuwania ich. Gdyby nawet jakaś nagle powstała przyczyna spowodowała braki w pewnej operacji, to kontrola statystyczna nie dopuści do dalszych bezcelowych operacji.

Zasadniczą cechą statystycznej metody bieżącej kontroli jest to, że opiera się ona na próbach wyrwykowych, polegających na sprawdzaniu tylko części wykonywanej partii przedmiotów i na podstawie tego pozwala sądzić o całości.

Schemat przebiegu takiej statystycznej kontroli międzyoperacyjnej jest niezmiernie prosty: w ustalonych odstępach czasu np. raz na pół godziny, kontroler podchodzi do kontrolowanego stanowiska, pobiera kilkustukową próbkę z produkcji, wykonanej w czasie od ostatniej kontroli i sprawdza w poszczególnych sztukach wielkości, charakteryzujące jakość, więc np. wymiary, twardość itp. Dalej dla lepszej konkretyzacji będziemy mówili o kontroli wymiarów.

W jednej z najpopularniejszych metod takiej kontroli statystycznej na podstawie tych danych oblicza się średnią arytmetyczną $\bar{x}$ wymiarów poszczególnych sztuk i rozstęp R tj. różnicę największego i najmniejszego wymiaru stwierdzonego w próbce. Pierwsza z tych wartości informuje o tym, czy kontrolowany wymiar średnic utrzymuje się na właściwym poziomie, druga zaś informuje o wielkości rozrzutu wymiarów. Te dwie wartości wnosi się do wykresów na karcie kontrolnej w postaci dwóch punktów (rys. 1). Każdy wykres zawiera



Rys. 1

3 linie zasadnicze: linię centralną (x_c względnie R_c), która odpowiada żadanemu wymiarowi (np. odpowiada ona środkowi pola tolerancji) oraz po obu stronach linii centralnej, dwie linie zwane kontrolnymi ($\bar{x}_d$, $\bar{x}_g$ względnie R_d , R_g). Jeżeli otrzymane w wyniku kontroli punkty znajdują się w obrębie linii kontrolnych, to jest to dowodem, że z prawdopodobieństwem z góry określonym (np. 99%) nie zaszły żadne niepokojące zmiany w warunkach produkcji, że średnia i rozrzut utrzymują się na poprzednim poziomie, a tym samym wadliwość produkcji nie wzrosła. Produkcja może się odbywać dalej bez zmiany, a część partii wykonana od czasu poprzedniej kontroli może iść bez dalszego badania do następnej operacji. Gdy

jednak jeden lub obydwa punkty dla pewnej próbki wykrócą poza linie kontrolne, to jest to sygnałem, że musiała powstać jakaś przyczyna (nieprzypadkowa), która przesunęła średnią (np. stępienie narzędzia, wzrost temperatury, zmiana twardości materiału itp.), lub zmieniła rozrzut (np. zluźnianie zderzaków automatu, wyrobienie tulejki prowadzącej itp.). Wtedy trzeba produkcję zatrzymać, znaleźć przyczyny zmiany, usunąć je, a ostatnią partię sprawdzić stuprocentowo. Po tym produkcja może się odbywać dalej normalnie.

Tego rodzaju prosty schemat przebiegu kontroli (mogący zresztą mieć wiele odmian) może nasunąć jednak pewne wątpliwości. Można się zapytać czy taka kontrola wyrwykowa jest dość pewna? Czy chcąc się zabezpieczyć przed produkcją brakową, nie należy raczej stosować kontroli stuprocentowej?

Bez szczegółowych obliczeń możemy na to odpowiedzieć: zastosowanie kontroli stuprocentowej w produkcji masowej lub wielkoseryjnej mogłoby być dokonane albo przez wielokrotny wzrost personelu KT i ilości narzędzi mierniczych, aby móc przy wszystkich operacjach w jak najkrótszym czasie sprawdzić całą produkcję, albo też przez szerokie zautomatyzowanie kontroli (co zresztą nie zawsze jest rozwiązań praktycznie). Jedno i drugie jest związane ze znacznym wzrostem kosztu produkcji i poważnym naruszeniem rozsądnego udziału w nim kosztu kontroli. Oczywiście dążenie do automatyzacji, tak w tej jak i w innych dziedzinach, jest pożądane, ale nie może być regułą na obecnym etapie rozwoju techniki.

Nie mówimy oczywiście o przypadkach prób niszczących (np. przy badaniach wytrzymałościowych), kiedy mogą być stosowane jedynie próby wyrwykowe.

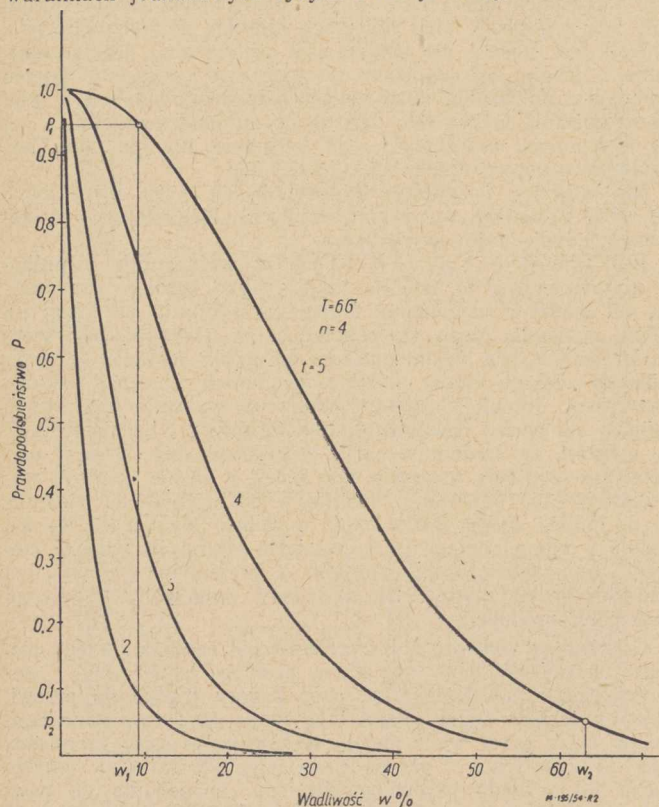
Jeśli chodzi o ryzyko błędów związanych z próbami wyrwykowymi, to istotnie takie ryzyko istnieje. Przypuśćmy, że chodzi o utrzymanie średniego wymiaru produkcji na stałym poziomie. Może się zdarzyć, że w rzeczywistości średnia w partii będzie niezmienna, ale do próbki dostanie się przypadkowo większa liczba sztuk o wymiarach znacznie powyżej prawdziwej średniej. Wtedy punkt na wykresie kontrolnym znajdzie się ponad obszarem linii kontrolnych i będziemy mylnie uważali, że średnia w partii powiększyła się. Nastąpi niepotrzebna regulacja maszyny. Oto jeden z błędów kontroli wyrwykowej. Albo odwrotnie: średnia w partii może się zmienić, ale do próbki mogą trafić sztuki o takich wymiarach, że ich średnia i odpowiadający jej punkt będą się znajdowały w granicach linii kontrolnych; wniosek o prawidłowym przebiegu produkcji będzie mylny. Nie będziemy reagowali na wzrost wadliwości produkcji.

Czy jednak kontrola stuprocentowa nie zawiera takiego elementu ryzyka? W teorii nie, ale w praktyce istnieje ono i może przybierać nawet pokaźne, choć z góry trudne do przewidywania, wartości. Przyczynami tego mogą być: zmęczenie kontrolera, który przez wiele godzin wykonywał te same czynności, błędy systematyczne i przypadkowe jego wzroku (lub dotyku, słuchu itd.), błędy psychologiczne (np. upodobania do pewnych cyfr), błędy narzędzi mierniczych itd. Doświadczenia wykonane za granicą i u nas potwierdziły w zupełności przypuszczenie o błędach kontroli stuprocentowej, a ostatnio ujął to zagadnienie teoretycznie K. Wiśniewski¹⁾ wykazując, że w pewnych przypadkach kontrola wyrwykowa daje lepsze wyniki niż stuprocentowa. Ważną okolicznością jest stwierdzenie, że ryzyko kontroli wyrwykowej może być z góry założone i odpowiednio do tego obliczone położenie linii kontrolnych.

Na jakiej jednak podstawie możemy określać ryzyko kontroli? Dlaczego przyjmujemy prawdopodobieństwo mylnych sygnałów (powodujących regulację procesu produkcyjnego, mimo że nie jest on wcale rozregulowany) jako np. 0,27%, jak to najczęściej się spotyka, względnie 1 lub 5%? Sakramentalna liczba 0,27% przewijająca się zarówno poprzez teorię błędów jak i teorię statystycznej kontroli jakości, przyjmowana jest dlatego, że przy założeniu tzw. normalnego rozkładu kontrolowanej cechy w partii (czyli wg krzywej Gaussa) dla tej wartości ryzyka otrzymuje się okrągłe wartości współczynników obliczeniowych. Nie jest to argument zbyt przekonujący. Ogólnie można stwierdzić, że przyjmując dużą wartość wspomnianego ryzyka, zbliżając więc do siebie linie kontrolne (przy tej samej liczności próbki) — zwiększamy prawdopodobieństwo błędnej regulacji, ale jednocześnie zmniejszamy prawdopodobieństwo innego rodzaju ryzyka: przepuszczania braków powyżej założonej wielkości dopuszczalnej. Przy zmniejszeniu ryzyka błędnej regulacji zachodzi zjawisko odwrotne.

1) K. Wiśniewski „O błędach w kontroli towarów sztukowych” „Zastosowania matematyki”.

Zależności te wyjaśnia rys. 2 przedstawiający rodzinę charakterystyk metody kontroli. Charakterystyka taka podaje prawdopodobieństwo P , że na podstawie próby wyrывkowej określonej metodą, będzie przyjęta produkcja o wadliwości (%) braków w . Charakterystyki na rys. 2 obliczone zostały dla normalnego rozkładu kontrolowanej cechy przy tolerancji T równej 6-krotnemu odchyleniu średniemu produkcji σ ($T = 6\sigma$) i liczności próbki $n = 4$. Poszczególne linie odpowiadają różnym odległościom linii kontrolnych od linii centralnej; tak więc np. linia oznaczona przez $t = 3$ odpowiada przypadkowi, w którym każda linia kontrolna jest odległa od linii centralnej o trzykrotną wartość odchylenia średniego próbki. Z rysunku widać np. że przyjmując $t = 2$ (linie kontrolne stosunkowo blisko siebie) mamy dość małe prawdopodobieństwo $P \approx 8\%$ przyjęcia partii o wadliwości $w = 10\%$, dla $t = 4$ (linie kontrolne bardziej oddalone) prawdopodobieństwo to wynosi już $P \approx 70\%$. Przy większych licznosciach próbek i pozostałych warunkach jednakowych ryzyko zmniejsza się.



Rys. 2

Intuicyjnie wyczuwamy, że istnieje pewne optimum jednego i drugiego ryzyka. Jeżeli regulacja jest łatwa, nie wymagająca dłuższych przestojów produkcji, a produkowane przedmioty są kosztowne i produkcja braków może spowodować większe straty, to raczej dążyć będziemy do większego ryzyka mylnych sygnałów, a mniejszego ryzyka braków. W przeciwnym przypadku postąpimy odwrotnie. Chcąc ściśle rozwiązać to zagadnienie, należałoby przeprowadzić kalkulację, uwzględniającą jedną i drugą stratę. Jest to w zasadzie możliwe, ale konkretne obliczenie wymagałoby tak wielu danych technicznych i ekonomicznych, że byłoby nieopłacalne w obecnej fazie rozwoju kontroli statystycznej. Dlatego też opieramy się na doświadczeniu, przyjmując z początku dla ryzyka pewne wartości utarte, jak np. owe 0,27%, modyfikując je w następstwie odpowiednio do zebranego materiału doświadczalnego.

Jest jeszcze kilka innych wielkości, które przyjmuje się przy prowadzeniu SKJ w dużym stopniu dowolnie. Należą do nich:

- 1) stosunek ilości kontrolowanych wyrobów do ogólnej ilości produkcji,
- 2) liczność próbki i
- 3) okres czasu pomiędzy dwiema kolejnymi próbami.

Stosownie do utartych zwyczajów przyjmuje się zwykle pierwszą z tych wartości jako 5 do 10% przy produkcji zautomatyzowanej, 15 do 50% przy produkcji z większym udziałem

czynności ręcznych. Dla liczności próbki przyjmuje się najczęściej (przy kontroli przez pomiar badanej cechy) 4 lub 5 sztuk bez bliższego teoretycznego uzasadnienia. Częstość prób wynika z dwóch poprzednich wartości. Również przy ustaleniu tych trzech wielkości można by zastosować kryteria oparte na analogicznych przesłankach techniczno-ekonomicznych, o których poprzednio mówiliśmy, jednak z tych samych względów co poprzednio dotychczas nie praktykuje się tego.

Ostatnio istnieją próby ściślejszego podejścia do tych zagadnień bez uciekania się jednak do uwzględniania kosztu. Jedną z tych prób jest sposób *Cavego* ²⁾ oparty na własnościach charakterystyki (rys. 2). Jeżeli przyjmiemy dwie pary wartości (P_1, w_1) i (P_2, w_2), to dane te pozwolą za pomocą odpowiednich wzorów ustalić zarówno położenie linii kontrolnych wykresu dla średniej $\bar{x}$, jak i licznosc próbek n .

Mimo poprawności tego rozwiązania, nie usuwa ono wcale naszych wątpliwości: zamiast dowolnego ustalania poprzednio wskazanych niewiadomych, teraz musimy ustalić inne: P_1, P_2, w_1, w_2 .

Przejdźmy do różnych metod bieżącej kontroli statystycznej. Jest ich bardzo wiele i coraz więcej. Zasadniczo dzieli się one na dwie grupy. Przy jednej z nich obejmującej tzw. *metodę kontroli według miary cechy*, ustala się dla poszczególnych sztuk próbki miary cechy będącej przedmiotem kontroli; jeżeli chodzi np. o wymiary liniowe, to byłyby to długości zmierzone suwmiarką, mikrometrem lub tp. Podany poprzednio przykład tzw. *metody* ($\bar{x}, R$), w której wskaźnikami statystycznymi jest średnia arytmetyczna i rozstęp próbek, jest jedną z metod tej właśnie grupy: wymiar x wyznaczamy jakimś uniwersalnym narzędziem mierniczym.

Do drugiej grupy należą metody zwane *metodami kontroli według oceny alternatywnej*, przy których nie mierzy się wartości cechy, a jedynie ocenia się ją za pomocą kryterium alternatywnego np. „dobry” — „nie dobry”. Tu należy metoda kontroli za pomocą sprawdzianów, ocena na podstawie ogledzin (stwierdzenie liczby wad w poszczególnych sztukach) itd.

Metody kontroli według miary cechy stosuje się wszędzie, gdzie tylko jest możliwy i opłacalny pomiar narzędziem uniwersalnym. Mają one wyższość nad metodami według oceny alternatywnej w tym sensie, że wymagają mniejszych licznosci próbek przy tym samym ryzyku i dostarczają więcej informacji o stanie procesu produkcyjnego. Z drugiej strony metody według oceny alternatywnej są prostsze i szybsze. Tam, gdzie możliwe jest zastosowanie bądź jednej bądź drugiej metody, należałoby znów przeprowadzić analizę ekonomiczną. Przeważnie decydują tu jednak względy takie, jak rodzaj dostępnego sprzętu mierniczego, łatwość pomiaru itp.

Rozwój metod bieżącej SKJ idzie w kierunku możliwego uproszczenia i ułatwienia kontroli. Nowsze metody kontroli według miary cechy opierają się bądź na wartościach średnich, nie wymagających obliczeń (zamiast średniej arytmetycznej — mediana tj. wartość środkowa między największą i najmniejszą miarą poszczególnych sztuk próbek), bądź na wartościach indywidualnych miar poszczególnych sztuk, które bez żadnych obliczeń i uprzednich zapisów liczbowych wnoszą się do karty kontrolnej. Należy do nich *metoda Bragińskiego*, rozpowszechniona w Związku Radzieckim i *metoda minimum* — *maximum*, wypracowana z powodzeniem w Czechosłowacji. Wspomnieć też należy o tzw. *uczulonych metodach według oceny alternatywnej*, pozwalających znacznie zredukować licznosc próbek (normalnie pokazaną dla tych metod: 50, 100 lub więcej sztuk) bez zwiększenia ryzyka. Polegają one w konkretnym przypadku kontroli wymiarów na zastosowaniu sprawdzianów odbiorczych, ale nie dla wymiarów odpowiadających rzeczywistym granicom tolerancji, ale zwięzonym tak, aby otrzymać przy ich zastosowaniu fikcyjną, zwiększoną liczbę braków.

Jak widzimy, przy wprowadzeniu bieżącej SKJ napotyka się szereg zagadnień, które w praktyce możemy rozstrzygnąć przy dzisiejszym stanie wiedzy ekonomicznej, jedynie w przybliżeniu, z dużym stopniem dowolności. Wobec tego nasuwa się pytanie, jak to się dzieje, że mimo to statystyczne metody kontroli dają tak dobre wyniki?

Otóż tajemnicą powodzenia bieżącej SKJ nie jest ta lub inna metoda kontroli — różnice między nimi nie są bardzo istotne, nie ta lub inna licznosc próbek lub procent kontrolowanych produktów, ale przede wszystkim to, że *system bieżącej*

²⁾ R. Cavé. Etude critique des méthodes modernes de contrôle statistique. Nouvelles méthodes de contrôle. „Microtechnic”, zeszyt 2, 1952. R. Cavé. Le contrôle statistique. „Technique moderne”, 1954, zeszyt 3 i 7.

³⁾ Np. przy dużej, niedopuszczalnej wadliwości $w_1 = 20\%$ ma być jeszcze jedynie małe prawdopodobieństwo $P_1 = 5\%$ przyjęcia partii, a przy niewielkiej dopuszczalnej wadliwości $w_2 = 2\%$ — duże prawdopodobieństwo $P_2 = 95\%$.

statystycznej kontroli jakości zmusza do ciągłego nadzoru i panowania nad wszystkimi czynnikami, od których zależy jakość produktu, nad stanem sprzętu produkcyjnego, a m.in. narzędzi wytwórczych i mierniczych, nad jakością materiału, nad przestrzeganiem w najdrobniejszych szczegółach przepisanej przebiegu procesu wytwórczego — słowem, powoduje zaostrzenie dyscypliny technologicznej — niezbędnego warunku wysokiej jakości.

Nie znaczy to jednak, że metody i przepisy SKJ można sobie ustalać dowolnie, jak to niestety dość często się spotyka. Powinniśmy stosować te metody, które zostały opracowane matematycznie, choćbyśmy nawet nie umieli dziś jeszcze w praktyce ściśle obliczać optymalnych liczbowych wartości pewnych współczynników, występujących we wzorach poszczególnych metod. Tak jak w każdej innej gałęzi techniki jest pożądany, a nawet konieczny udział doświadczenia przy ustalaniu właściwych metod SKJ w określonych warunkach produkcyjnych. Można nawet opracowywanie metod rozpocząć od doświadczenia.

Ale zanim taka nowa „metoda doświadczalna” miałaby być wprowadzona w życie, powinna być przeanalizowana z punktu widzenia jej właściwości probabilistycznych.

Metody tak opracowane różnią się od dowolnie ustalonych tak, jak nowoczesne badanie lekarskie, oparte na obiektywnych, zmierzonych wielkościach, charakteryzujących stan zdrowia, od zanchorstwa.

Osiągnięci podanych tu korzyści zastosowania bieżącej SKJ sprzyja przyjęta powszechnie metoda wykresowej rejestracji wyników w postaci wykresów punktowych, prowadzonych systematycznie, dostępnych natychmiast po dokonaniu kontroli dla robotnika i całego zainteresowanego personelu produkcyjnego, który może niezwłocznie reagować w razie stwierdzenia, że zachodzi obawa powstania braków.

Dużym ułatwieniem w prowadzeniu bieżącej SKJ są proste przyrządy miernicze i rachunkowe, pozwalające szybko i automatycznie wyznaczać średnią z próbek lub inne parametry statystyczne, a nawet od razu zaznaczyć punkty na wykresie. Rozwój bieżącej SKJ pobudził pomysłowość konstruktorów w kierunku budowy takich przyrządów. O znaczeniu jakie się im przypisuje świadczy fakt przyznania za nie Premii Stalinowskiej B. S. Bajburowowi⁴).

O wynikach prowadzenia bieżącej SKJ i korzyściach w konkretnych przypadkach informuje nas stale prasa techniczna.

Szereg przykładów znajdujemy np. w pracy *Aristowa i Koldercewa*⁵), którzy wprowadzili bieżącą SKJ m. in. w zakładach budowy maszyn „Metallist” i zakładach budowy przyrządów precyzyjnych „Kalibr”. Kontrola i analiza statystyczna procesów technologicznych w działach automatów tokarskich i tłoczenia pozwoliła w krótkim czasie zbadać i znacznie zredukować źródła rozrzutów, a w następstwie ograniczyć ilość braków z 4% do poniżej 0,5%.

W Moskiewskim Zakładzie Budowy Maszyn Analityczno-litujących⁶), gdzie przy pewnym elemencie tych maszyn ilość braków dochodziła do 50%, a przy innym do 20%, w pierwszym przypadku po wprowadzeniu bieżącej SKJ liczbę tę zredukowano do 5%, a w drugim braki w ogóle zlikwidowano.

W zakładach Mechanicznych im. Kalina zredukowano dzięki SKJ liczbę braków przy produkcji tulejek wrzecion maszyn przedziałniczych z 2,85 do 0,1%, a dla łożyska oporowego z 1% do 0,17%, przy czym wydajność pracy wzrosła o 15 do 25%.

W oddziałach obróbki cieplnej Zakładu im. Lepse w Kijowie⁷) dzięki wprowadzeniu bieżącej SKJ do pracy pieców na węglających i innych urządzeniach zostały ujawnione różne odchylenia od przepisanych warunków przebiegu obróbki cieplnej. Usunięcie ich podwyższyło wydajność pracy i poprawiło jakość produkcji.

⁴) B. S. Bajburow. Priory i awtomaty dla statističeskogo analiza i kontrola produkcii w maszynostrojenii, Moskwa 1952.

⁵) T. A. Aristow i M. S. Koldercew. Primienienie statističeskogo kontrola na maszynostroitelnom zawodzie, Moskwa 1952.

⁶) M. I. Zizukin. Opyt wniedienija statističeskogo kontrola na zawodach Ministerstwa Maszynostrojenja i Priborostrojenja SSSR „Wiestnik Maszynostrojenja”, 1951 zeszyt 1 str. 71 do 77.

⁷) S. M. Skorodziejewskij. Praktika primienienia statističeskogo metoda analiza i kontrola w termičeskom ciechie. „Awtomobilnaja i Traktornaja Promyslenost” 1953, zeszyt 2.

⁸) P. Pommier. Préliminaires à l'application des cartes de contrôle statistique à l'usinage dans l'automobile „Microtecnic” 1952, zeszyt 2, str. 92 do 108.

W fabryce samochodów Renault⁸) statystyka braków 140 części w ciągu niespełna 2 lat od wprowadzenia bieżącej SKJ stwierdza redukcję liczby braków z 4,58 na 1,46%. Przede wszystkim osiągnięto to dzięki ograniczeniu rozrzutów obrabiarzy, do czego przyczyniło się m. in. zaopatrzenie ich w nowoczesne urządzenia nastawcze i miernicze.

Wiele przykładów z wprowadzenia bieżącej SKJ w przemyśle czechosłowackim (przy obróbce części silników, produkcji kabli, elementów maszyn włókienniczych itd.) podanych jest w artykule *dr Żaludowej*⁹). W jednym tylko przypadku emaliowania drutu wprowadzenie bieżącej SKJ przyniosło natychmiast redukcję braków o 50%, co przedstawiało miesięczną oszczędność do 100 000 k. cz.

Podobnych przykładów można by podać wiele.

Poza korzyściami zasadniczymi, w postaci niedopuszczenia do powstawania braków lub znacznej ich redukcji, SKJ przyczynia się do wzrostu wydajności pracy (m. in. dzięki redukcji czasu ustawiania maszyn, systematycznemu śledzeniu ich pracy i zapobieganiu w porę usterkom), do podniesienia kultury produkcji, do upowszechniania socjalistycznego współzawodnictwa w polepszeniu jakości produkcji dzięki dostępnym dla wszystkich kartom kontroli.

Na tle podanych uwag zastanówmy się, dlaczego u nas sprawa bieżącej SKJ (poza indywidualnymi lokalnymi osiągnięciami) stoi wciąż na martwym punkcie.

Jedną z przyczyn, tą samą co i gdzie indziej, jest obawa, że metody SKJ wymagają zbyt dużych wiadomości z matematyki, która nie jest dość popularna wśród personelu KT. Jest to niesłuszne. Prawda jest, że opanowanie podstaw SKJ wymaga poważnych wiadomości z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej, ale nie dotyczy to wcale personelu kontroli w zakładach, któremu wystarczyć mogą elementarne wiadomości, jakie można zdobyć w ciągu kilku godzin¹⁰).

Dalszą przeszkodą jest obawa przed wszelką nowością, zwyczajny konserwaryzm. Na to najlepszym sposobem jest umiejętna próba wprowadzenia SKJ i naoczne wykazanie korzyści, jakie ta metoda daje.

Ważniejszą przeszkodą są warunki produkcyjne naszych zakładów. Stosowanie SKJ ma sens tylko wtedy, jeśli stwierdzone przy udziale SKJ niedociągnięcia i wady maszyn będą niezwłocznie usuwane, jeżeli zamiast stwierdzonego złego materiału będzie natychmiast wprowadzony lepszy, jeżeli fabryka będzie mogła zaopatrzyć się w niezbędny asortyment sprawdzianów itd. Jeśli to nie może być zrealizowane, to tym samym korzyści ze stosowania SKJ są iluzoryczne.

Wreszcie sprawa niemiernie ważna. Dotychczasowe próby wprowadzenia SKJ były dokonywane drogą indywidualnych wysiłków poszczególnych osób i nie zostały ujęte w żaden zorganizowany system. Były to przeważnie dorywcze próby i badania, które dla zakładów stawały się niezrozumiałym nieraz ciężarem; po ich zakończeniu nie zostawała na ogół żadna trwała korzyść dla zakładu. Wydaje się oczywiste, że sprawą praktycznego wprowadzania SKJ do przemysłu powinna być obarczona jedna z instytucji przemysłowych (np. Instytut Organizacji Przemysłu) w oparciu o Państwowy Instytut Matematyczny, jako bazę naukową. Powinna ona zmobilizować dostateczną liczbę pracowników, inżynierów, techników, statystyków wyszkolonych na wyższym poziomie nauki SKJ. W tej chwili istnieją już pewne kadry tego rodzaju specjalistów spośród absolwentów Szkoły Głównej Planowania i Statystyki, Politechniki Warszawskiej i różnych kursów. Instytucja ta powinna opracować generalną instrukcję oraz wszelkie pomocnicze druki i formularze, jak również materiały, które byłyby podstawą szkolenia wewnątrzzakładowego. Niezależnie od takiej instytucji, wszystkie ministerstwa oraz każdy centralny zarząd przemysłu powinny posiadać komórki SKJ.

⁹) *Dr Żaludowa*. Praktyczne próby wprowadzenia statystycznej kontroli jakości w Zakładach Ministerstwa Ciężkiego Przemysłu „Stroientstvi”, 1953, zeszyt 6. Tłumaczenie p. „Przegląd Mechaniczny”, 1954, zeszyt Nr 6.

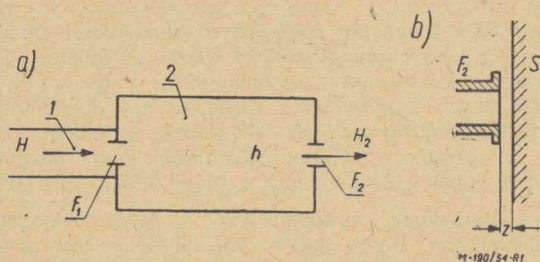
¹⁰) Przykładem właściwego ujęcia niezbędnych dla pracowników KT wiadomości z zakresu SKJ jest wydawnictwo Czechosłowackiego Ministerstwa Ciężkiego Przemysłu p. t. „Smernice pro statistickou kontrolu jakosti a regulaci vyrobnich pochodu”, Praha, 1953.

NIKTÓRE ZASTOSOWANIA I MOŻLIWOŚCI UŻYCIA W PRZEMYSŁE CZUJNIKÓW PNEUMATYCZNYCH

I. Ogólne zasady zastosowania pneumatyki do pomiarów długości

Zasada działania urządzeń pneumatycznych do pomiarów długości polega na wyrażeniu zmian (różnic) sprawdzanego wymiaru liniowego (długości) przez zmiany w warunkach przepływu sprężonego powietrza, wydostającego się z otworów w końcówce mierniczej lub z zaworu głowicy czujnikowej. Zmiany warunków wypływu powietrza, dające się określić w sposób ogólny jako ograniczanie jego swobody wypływu przez dławienie, przesłanianie itd., wywołują w następstwie zmiany ciśnienia, prędkości i natężenia przepływu powietrza w przewodzie doprowadzającym powietrze do końcówki mierniczej. Te właśnie zmiany — bądź to ciśnienia, bądź też prędkości i natężenia przepływu — wykorzystuje się dla jakościowego i ilościowego określenia różnic wymiarowych sprawdzanych przedmiotów.

W celu ilościowego powiązania wielkości wspomnianych zmian z wielkością odpowiadających im różnic sprawdzanych wymiarów rozważmy następujący prosty układ pneumatyczny:



Rys. 1

Wyobraźmy sobie komorę 2 (rys. 1a), do której przez dyszę wejściową F_1 doprowadzane jest przewodem 1 sprężone powietrze, wychodzące następnie na zewnątrz przez dyszę F_2 . Ciśnienie powietrza w przewodzie wynosi H , na zewnątrz komory H_a (ciśnienie atmosferyczne), w komorze zaś ustala się ciśnienie o pewnej wielkości pośredniej h ($H > h > H_a$), zależnej od wielkości otworów dysz F_1 i F_2 .

Zakładając, iż przepływ powietrza przez dysze odbywa się bez wymiany ciepła z otoczeniem (adiabatycznie), możemy w oparciu o znane wzory, określając wielkość natężenia przepływu przez otwory zawężone, wyprowadzić zależność, która powiąże wielkość ciśnień H i h z wielkościami otworów dysz F_1 i F_2 . Po dokonaniu pewnych uproszczeń otrzymamy:

$$h = \frac{H}{1 + \left(\frac{\mu_2}{\mu_1}\right)^2 \cdot \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2};$$

gdzie μ_1 i μ_2 oznaczają współczynniki przepływu obu dysz, dające się dokładnie wyznaczyć jedynie doświadczalnie (niemożność wyznaczenia ich na drodze teoretycznej wynika z faktu, iż są one powiązane trudnouchwytnymi zależnościami z wieloma różnymi czynnikami jak: rozmiarami, kształtami i jakością powierzchni dysz powietrznych, wartością ciśnień H i h i in.). W obliczeniach przybliżonych przyjmuje się zazwyczaj $\frac{\mu_2}{\mu_1} = 1$, a wówczas podany wzór upraszcza się do postaci:

$$h = \frac{H}{1 + \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2}$$

Wzór uproszczony pozwala na zbadanie z dostateczną dokładnością zależności poszczególnych wielkości, zwłaszcza zaś przebiegu zmian ciśnienia h w funkcji wielkości powierzchni przekroju wylotowego otworu dyszy F_2 .

Zmiana czynnego otworu dyszy odbywa się w praktyce przeważnie w sposób, przedstawiony schematycznie na rys. 1b. Wyobraźmy sobie, iż w niewielkiej odległości przed wylotem dyszy F_2 umieszczono ściankę S . Wypływ powietrza z dyszy będzie ograniczany w stopniu zależnym od wielkości szczeliny pomiędzy czołem dyszy i ścianką S , tj. od wielkości z , a więc efekt przesuwania i odsuwania ścianki S od dyszy F_2 (lub odwrotnie) będzie równoznaczny z efektem zmniejszania i zwiększania otworu dyszy F_2 .

Dla dostatecznie małych wielkości z powierzchnia przekroju wylotowego może być określona jako pobocznicza walca o średnicy równej średnicy otworu dyszy u wylotu oraz o wysokości, tj.:

$$F'_2 = \pi \cdot d \cdot z;$$

W pewnym małym obszarze powierzchnia ta zmienia się jak widać liniowo w funkcji z .

Wyjaśniony wyżej układ stanowi podstawę budowy całej grupy odmian końcówek pneumatycznych przyrządów mierniczych, pracujących metodą bezdotykową. W grupie tej mieszczą się płytki pneumatyczne, tłoczki do otworów itd.

Poza omówionymi końcówkami zastosowano głowice miernicze typu dotykowego, w których zachodzi materialne zetknięcie powierzchni sprawdzanego przedmiotu z końcówką trzpienia mierniczego. W niektórych typach tych głowic regulacja wielkości otworu wypływowego odbywa się w podobny sposób jak opisany poprzednio, z tą tylko różnicą, że wylot dyszy jest przesłaniany nie przez samą powierzchnię sprawdzanego przedmiotu, lecz przez powierzchnię elementu pośredniczącego, np. przez czołową powierzchnię trzpienia mierniczego, który drugim odpowiednio ukształtowanym końcem (właściwą końcówką mierniczą) styka się z przedmiotem.

Inny bardzo rozpowszechniony typ pneumatycznych głowic dotykowych przedstawia rys. 2. Jest to pewnego rodzaju zawór grzybkowy, którego trzon 3 stanowi jednocześnie trzpień mierniczy. Powietrze, doprowadzane do głowicy przewodem elastycznym, dołączonym do króćca 1, przedostaje się szczeliną między powierzchnią trzpienia 2 i jego gniazdem do przestrzeni pod grzybkim, stamtąd zaś wydostaje się na zewnątrz kanałami 5.

1. Rodzaje czujników pneumatycznych

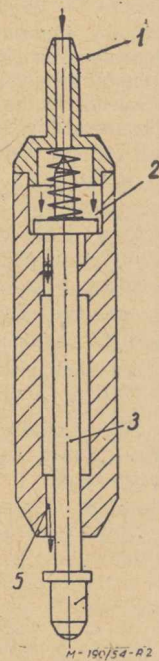
Czujniki pneumatyczne, podobnie jak czujniki wszelkich innych typów, służą wyłącznie do pomiarów porównawczych. W celu określenia wymiaru sprawdzanego przedmiotu musimy zatem dysponować odpowiednim wzorcem, z którego wymiarem porównamy odpowiadający wymiar sprawdzanego przedmiotu. Wzorcem tym mogą być płytki wzorcowe lub też wzorcowy przedmiot.

W zależności od układu i zasady działania, urządzenia pneumatyczne do pomiarów długości pracują przy wysokim lub niskim ciśnieniu powietrza.

Podział urządzeń pneumatycznych można przedstawić następująco:

- 1) przyrządy ciśnieniowe
 - a) niskiego ciśnienia (z manometrem wodnym),
 - b) wysokiego ciśnienia (z manometrem sprężynowym);
- 2) przyrządy ilościowe
 - a) z rotametrem,
 - b) elektropneumatyczne.

Przyrządami ciśnieniowymi nazywamy przyrządy, w których, w celu określenia różnic porównywanych wymiarów długości wykorzystujemy zjawisko zmian ciśnienia powietrza, przy czym zmiany te są mierzone za pomocą manometru.



Rys. 2

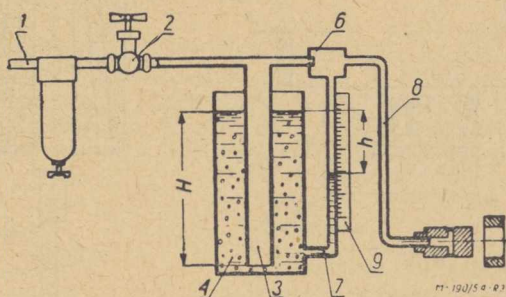
Przyrządami ilościowymi nazywamy przyrządy oparte na zasadzie pomiaru zmian natężenia przepływu powietrza, które to zmiany są mierzone najczęściej za pomocą przepływomierzy pływakowych, tzw. rotametrów.

Wymienione typy czujników pneumatycznych są w chwili obecnej dominującymi, a zarazem mogącymi mieć największe znaczenie i zastosowanie w naszych warunkach krajowych. Należy jednak zaznaczyć, iż poza nimi istnieją już dziś różne inne odmiany czujników pneumatycznych, niejednokrotnie dość skomplikowanej budowy, oparte na zastosowaniu przekładników mechanicznych, dodatkowych przekładni hydraulicznych itp. Czujniki te są również budowane w postaci urządzeń wielokontrolnych osiągających często bardzo okazałe rozmiary.

2. Przyrządy ciśnieniowe niskiego ciśnienia

Przyrządy te zostały wprowadzone na rynek w r. 1928 we Francji przez fabrykę „Solex”. Pod tą też nazwą czujniki opisanego typu są powszechnie znane, jakkolwiek dziś istnieją już rozwiązania podobne lub zbliżone, budowane przez różne inne wytwórnie.

W celu wyjaśnienia zasady działania przyrządu ciśnieniowego niskiego ciśnienia rozpatrzmy schemat uproszczony, przedstawiony na rys. 3.



Rys. 3

Sprężone powietrze z sieci zakładowej lub oddzielnej sprężarki, po oczyszczeniu w odpowiednim filtrze, jest doprowadzane przewodem 1, zaopatrzonym w zawór odcinający 2, do rury 3 otwartej od dołu i zanurzonej w wodzie, która zapelnia do oznaczonego poziomu zbiornik 4 (otwarty od góry). Nadmiar dostarczonego powietrza uchodzi w postaci pęcherzyków z dolnego końca rury 3, w której panuje stałe nadciśnienie, określone głębokością H zanurzenia dolnego wylotu rury pod poziomem wody w zbiorniku. W ten sposób uzyskuje się redukcję ciśnienia powietrza do żądanej wielkości i zarazem ustabilizowanie tego ciśnienia. Powietrze przechodzi następnie przez dyszę wlotową 5 do komory 6, połączonej z jednej strony z rurką szklaną manometru wodnego 7, z drugiej zaś z giętkim przewodem powietrznym 8, prowadzącym do końcówki mierniczej. W dyszy wlotowej 5, komorze 6 wraz z przewodem, oraz końcówce mierniczej rozpoznajemy poszczególne części układu schematycznego z rys. 1 (dysza F_1 , komora 2, dysza F_2).

Poziom wody w rurce manometru 7 (połączonej u dołu ze zbiornikiem głównym 4) zależy od wielkości nadciśnienia panującego w komorze 6 i przewodzie 8, które z kolei jest związane, jak wiadomo, z wielkością sprawdzanego wymiaru. Do odczytywania poziomu wody w rurce służy podziałka 9, która może być wywzorcowana od razu w jednostkach długości sprawdzanego wymiaru, np. w mikronach.

Poza opisanymi elementami, w przyrządzie znajduje się zespół pięciu dysz w układzie szeregowym, umieszczonych na drodze doprowadzanego powietrza przed wpuszczeniem go do rury 3. Dysze te służą do ograniczenia ciśnienia i natężenia przepływu powietrza, jak również do złagodzenia jego wahań.

Dysza wlotowa 5, mieszcząca się pod ławą do zdejmowania pokrywki, jest wymienna. Od wielkości jej otworu zależy wielkość przełożenia czujnika, z tego też względu przyrząd dostarcza się zwykle z kompletem dysz o otworach różnej średnicy i z odpowiednią liczbą skal, odpowiadających poszczególnym dyszom. Wobec tego, iż zależność ciśnienia w przewodzie giętkim, wykazywanego przez manometr wodny, od wielkości luzu w końcówce mierniczej (tj. od wielkości wymiaru sprawdzanego) nie jest liniowa, podziałka skali manometru, wywzorcowana

w jednostkach długości przedmiotu, jest nierównomierna. Wynika z tego, iż przełożenie przyrządu nie jest stałe w całym jego obszarze mierniczym. Zwykle wykorzystuje się tylko tę część podziałki, w której długości działek elementarnych, a więc i wielkość przełożenia, są największe.

Opisane przyrządy buduje się przeważnie w dwóch wielkościach, a mianowicie o wysokości słupa wody 500 mm i 1200 mm. Przyrząd mniejszy jest przeznaczony przede wszystkim dla kontroli przemysłowej, większy — dla laboratoriów pomiarowych. Zależnie od użytej dyszy wlotowej dają się osiągnąć następujące przełożenia maksymalne: w przyrządach niskich (500 mm) do około 6000 (12000) przy użyciu końcówek tłoczkowych i do ok. 70000 przy pracy z pneumatyczną głowicą dotykową; w przyrządach wysokich (1200 mm) — do około 100000, a w specjalnych przypadkach nawet więcej.

3. Przyrządy ciśnieniowe wysokiego ciśnienia

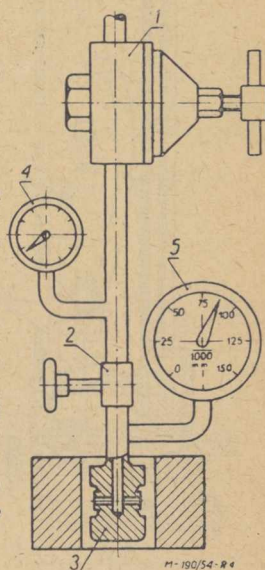
Przyrządy te różnią się od poprzednio opisanych wielkością ciśnienia roboczego, które w tym przypadku jest wielokrotnie wyższe — wynosi zwykle ok. 2 kg/cm². W związku z tym niemożliwe jest oczywiście użycie manometru wodnego i w czujnikach tych znajdują zastosowanie zwykle manometry sprężynowe, mieszkowe lub podobne. Redukcja i stabilizacja ciśnienia powietrza doprowadzanego do przyrządu odbywa się za pomocą reduktorów mechanicznych typu przeponowego, wyrownujących samoczynnie wahania ciśnienia powietrza.

Ogólny układ czujnika wysokiego ciśnienia z manometrem sprężynowym przedstawia rys. 4, gdzie oznaczają: 1 — samoczynny reduktor-stabilizator ciśnienia; 2 — zawór regulacyjny; 3 — końcówka miernicza; 4 — manometr do kontroli ciśnienia powietrza zasilającego; 5 — manometr do odczytywania wyników pomiaru.

Przykład konstrukcji końcówki mierniczej do sprawdzania otworów, zawierającej od razu manometr do odczytywania wyników, pokazuje rys. 5. Zawór iglicowy 1, przestawiany przez obracanie wkręta, służy do regulacji wielkości czynnego otworu dyszy wlotowej.

W nowoczesnych rozwiązaniach czujników dąży się na ogół do stosowania możliwie zwartej budowy skrzynkowej. Oba manometry mieszczą się w obudowie przyrządu, w której może być również od razu zamocowana końcówka miernicza.

Przyrządy ciśnieniowe wysokiego ciśnienia są obecnie stosunkowo mało rozpowszechnione.



Rys. 4

4. Przyrządy ilościowe

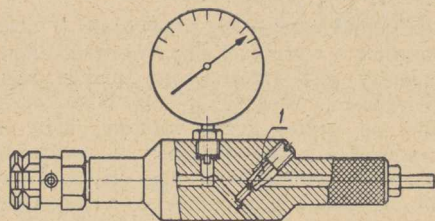
W przeciwieństwie do dwóch poprzednich typów, w których różnice wymiarów wyrażaliśmy zmianami ciśnienia, w przyrządach typu ilościowego miarodajną i podlegającą mierzeniu wielkością jest natężenie przepływu powietrza, które również podlega zmianom w zależności od wielkości otworu wypływowego w końcówce lub głowicy mierniczej.

Do pomiarów natężenia przepływu stosuje się w czujnikach tej grupy przepływomierze pływakowe (rotametry), które poza tym znalazły szerokie rozpowszechnienie w innych gałęziach przemysłu przetwórczego, przede wszystkim w przemyśle chemicznym.

Rotametr należy do grupy przyrządów przeznaczonych do pomiarów natężenia przepływu, których działanie jest oparte na zasadzie zmian przekroju przepływu przy zachowaniu stałego w przybliżeniu spadku ciśnienia czynnika przepływającego.

Rotametr odznacza się wyjątkową prostotą budowy i obsługi oraz nadzwyczaj szerokim zakresem zastosowań. Nadaje się on do pomiarów natężenia przepływu gazów i cieczy różnego rodzaju (również cieczy żrących, oleistych, gorących, podda-

nych ciśnieniu itp.). Poszczególne zastosowania specjalne dają się opanować dzięki doborowi odpowiedniej konstrukcji, materiału i rozmiarów przyrządu.



Rys. 5

Zasadniczą częścią składową rotametu jest stożkowa wewnątrz rurka, zwykle szklana lub metalowa, ustawiona pionowo, większą średnicą ku górze. W rurce znajduje się pływak w postaci bryły obrotowej, wykonany z metalu lub materiału sztucznego.

Największa średnica pływaka jest nieco mniejsza od najmniejszej (dolnej) średnicy rurki. Dzięki temu przy najniższym położeniu pływaka w rurce (w którym jest on podparty za pomocą odpowiedniego urządzenia) tworzy się pomiędzy jego krawędzią o największej średnicy oraz powierzchnią wewnętrzną rurki wąska szczelina pierścieniowa. Szerokość tej szczeliny powiększa się w miarę tego jak pływak przesuwany jest wzdłuż rurki w kierunku do góry. Powietrze (gaz, ciecz), dopływające do rurki od dołu, przepływa przez opisaną pierścieniową szczelinę, po czym uchodzi z rurki górnym jej wylotem.

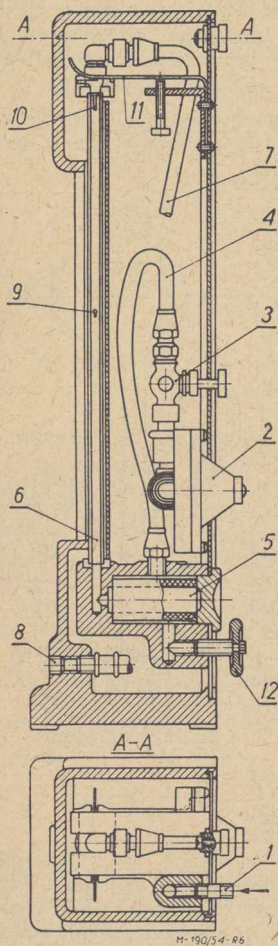
Z punktu widzenia działania układu na strumień przepływającego płynu, rotametr stanowi właściwie zwężkę o małym spadku ciśnienia. Spadek ten równoważy czynny ciężar pływaka i umożliwia utrzymywanie się tego ostatniego na pewnej wysokości w rurce.

Ponieważ średnica wewnętrzna rurki powiększa się ku górze, zatem w miarę podwyższania się położenia pływaka w rurce powiększa się również pole powierzchni pierścieniowego luzu pomiędzy krawędzią zewnętrzną pływaka i wewnętrzną powierzchnią rurki. Dzięki temu powiększa się również natężenie przepływu płynu przez ów pierścieniowy przekrój, teoretycznie w stosunku wprost proporcjonalnym do zmian pola przekroju pierścieniowego (w praktyce nieco inaczej wobec zmienności współczynnika przepływu).

Tak więc położenie pływaka może służyć jako wskaźnik wielkości natężenia przepływu.

Dzięki takiej konstrukcji, przełożeniu i obszar mierniczy rotametu można zmieniać w nader szerokich granicach drogą doboru zbieżności rurki i jej wymiarów.

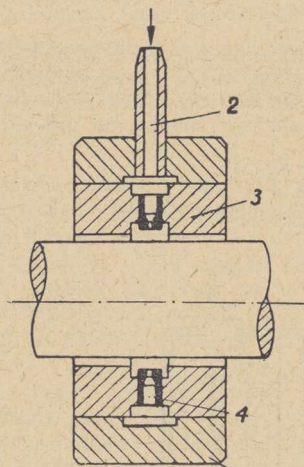
Przykład czujnika pneumatycznego z rotametrem przedstawia rys. 6, na którym oznaczają: 1 — doprowadzenie powietrza, 2 — reduktor-stabilizator ciśnienia, 3 — zawór odcinający, 4 i 7 — przewody giętkie, 5 — filtr, 6 — rurka szklana rotametu, 8 — gniazdo do dołączenia przewodu z końcówką mierniczą, 9 — pływak, 10 — zderzak górny pływaka, 11 —



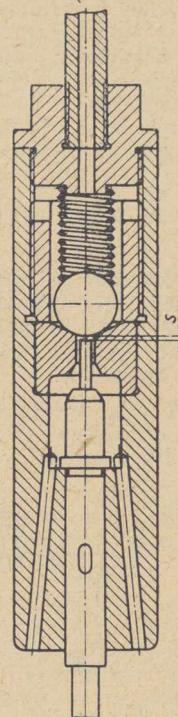
Rys. 6

sprężyna górnej obsady rurki, 12 — spust kondensatu. Przedstawiony układ odznacza się zwięzłą budową, gdyż wszystkie urządzenia pomocnicze zawarte są w obudowie przyrządu. Należy dodać, iż reduktory ciśnienia stosowane w czujnikach z rotametrami są identyczne jak opisany poprzednio.

Czujniki pneumatyczne z rotametrami pracują zazwyczaj przy ciśnieniu roboczym od 0,3 do ok. 1 kg/cm² (nadciśnienia). Podstawowe zależności, wiążące wymiary rotametu z ciśnieniami i osiągalnym położeniem podaje artykuł inż. T. Sawickiego pt. „Przyrządy pneumatyczne do pomiarów liniowych” („Przegląd Mechaniczny” — zeszyty 5, 6, 7 i 8/53).



Rys. 7

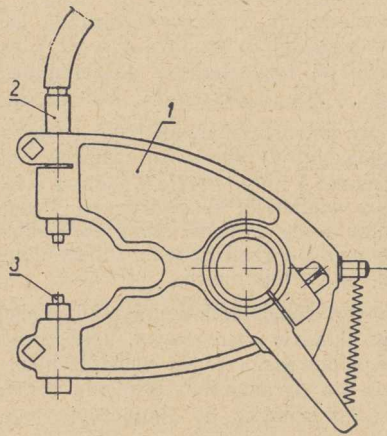


Rys. 8

II. Przegląd głównych zastosowań czujników pneumatycznych

1. Sprawdzenie wymiarów zewnętrznych

Do kontroli wymiarów zewnętrznych istnieje cały szereg odmian pneumatycznych końcówek mierniczych, pracujących metodą bezdotykową lub dotykową. Przegląd tej pierwszej grupy rozpoczniemy od końcówki typu pierścieniowego (rys. 7), przeznaczonej do sprawdzania wałków. Składa się ona z pierścienia zewnętrznego 1 ze sztycem 2 (służącym do dołączenia giętkiego przewodu powietrznego) oraz wciśniętego wewnątrz pierścienia 3 z dwiema dyszkami wylotowymi 4. Powietrze doprowadzone przez sztycę 2 dochodzi do dyszek przez obwodowy kanał, wytoczony w zewnętrznym pierścieniu, po wyjściu zaś z dyszek do podobnego wytoczenia w pierścieniu wewnętrznym 3, skąd wypływa przez odpowiednie otworki na zewnątrz.



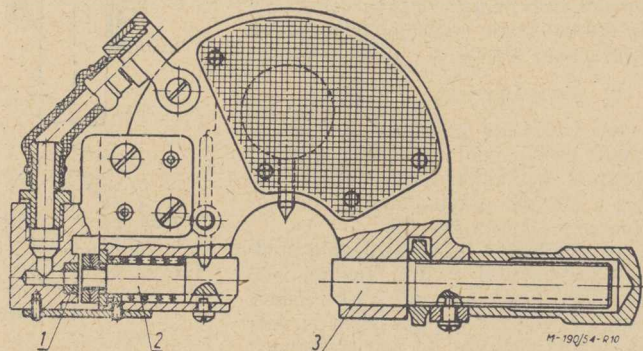
Rys. 9

Czołowe powierzchnie dyszek są nieco cofnięte względem wewnętrznej powierzchni pierścienia 3, co wynika z zasadniczych względów metrologicznych (uzyskanie najkorzystniejszej odległości roboczej od powierzchni przedmiotu), a zarazem zabezpiecza je przed zużyciem lub uszkodzeniem wskutek zetknięcia się ze sprawdzanymi przedmiotami.

Końcówki opisanego typu stosuje się przeważnie dla wałków o średnicach powyżej 10 mm ze względu na pewne trudności wykonawcze.

Do wykrywania błędów graniastości wałków mogą być stosowane końcówki pierścieniowe podobne do opisanej, lecz zaopatrzone zamiast dwóch — w trzy dysze wylotowe, ustawione na obwodzie koła co 120°.

Innym typem końcówek do wałków są końcówki szczękowe, wykonywane w różnych odmianach. W końcówkach tych znajdują zwykle zastosowanie uniwersalne głowice miernicze typu



Rys. 10

dotykowego, których zasadę budowy i działania opisano poprzednio (rys. 2): Przykładowe rozwiązanie konstrukcyjne takiej głowicy przedstawia rys. 8. Zastosowanie głowicy w końcówce szczękowej podaje rys. 9, gdzie oznaczają: 1 — kadłub szczęki, 2 — głowica miernicza, 3 — kowadełko stałe (nastawne). Szczę-

ka przeznaczona jest do zamocowania w specjalnym uchwycie, widoczna zaś na rysunku dźwignia i sprężyna 4 zapewniają prawidłowe jej położenie przy kontroli wałków i odpowiedni nacisk mierniczy kowadełka stałego na powierzchnię przedmiotu. Układy szczęk tego rodzaju znajdują zastosowanie np. do kontroli szeregu średnic wałków stopniowanych.

Inną odmianą końcówki mierniczej szczękowej przedstawia rys. 10. Dysza wylotowa 1 jest przesłaniana czołową powierzchnią trzpienia mierniczego 2, który swym przeciwnym końcem styka się ze sprawdzanym przedmiotem (wałkiem). Kowadełko stałe 3 daje się w dogodny sposób ustawiać, w zależności od średnicy wałka, za pomocą śruby mikrometrycznej.

Do kontroli wałków może być użyta również końcówka siodłowa z rowkiem pryzmatycznym, w której zastosowano pne-

umatyczną głowicę dotykową. Komplet takich końcówek, złożony z 3 sztuk umożliwia sprawdzanie wałków o średnicach od 6 do 78 mm. Powierzchnie oporowe, ustawione do siebie pod kątem 60° oraz trzpień mierniczy mogą być zaopatrzone w nakładki z węglików spiekanych, co pozwala na przeprowadzanie kontroli wałków w ruchu (bez zatrzymywania obrabianki).

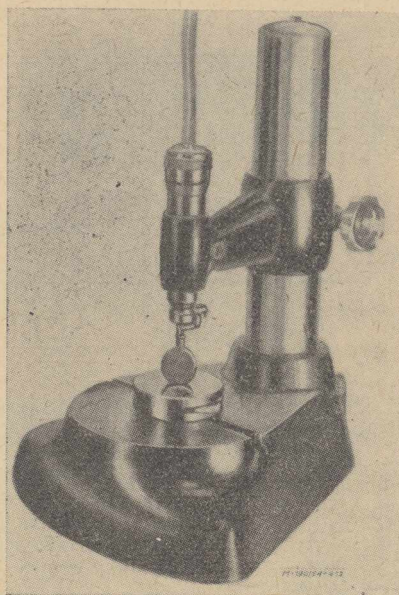
Do kontroli dowolnych w pewnym obszarze wymiarów zewnętrznych może być stosowany układ mierniczy, przedstawiony na rys. 12, złożony z pneumatycznej głowicy dotykowej i odpowiedniej podstawy ze stolikiem mierniczym, kolumną i obсадą głowicy. Użyta tu głowica jest nieco innego typu niż poprzednio opisana.

2. Sprawdzanie wymiarów wewnętrznych

Najbardziej typowymi końcówkami do sprawdzania otworów są końcówki typu tłoczkowego, pracujące metodą bezdotykową. Zależnie od wielkości są one wykonywane w całości z jednej sztuki lub składane z części, zaś dla dużych wymiarów nominalnych — o niepełnych powierzchniach prowadzących (rys. 13). Otworki wylotowe dla powietrza mogą być wiercone bezpośrednio w kadłubie końcówek (w końcówkach o małych średnicach) lub też we wstawianych w końcówkę tulejkach. Do kontroli

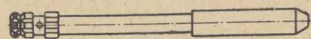
średnic otworów ślepych (aż do dna) stosuje się końcówki tego samego typu z dyszami umieszczonymi blisko powierzchni czołowej tłoczka.

Sprawdzanie prostoliniowości długich otworów cylindrycznych można przeprowadzić za pomocą końcówki specjalnej,

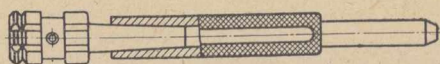


Rys. 12

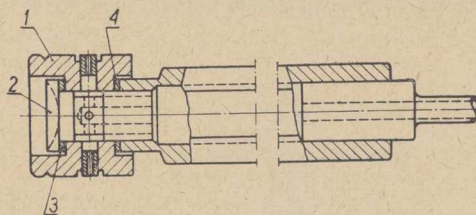
przedstawionej na rys. 14. Wylot dyszy powietrznej (w tym przypadku jednej) znajduje się w połowie odległości pomiędzy dwoma tłoczkami, grającymi rolę elementu prowadzącego końcówkę w sprawdzanym otworze. Kontrola polega na obracaniu



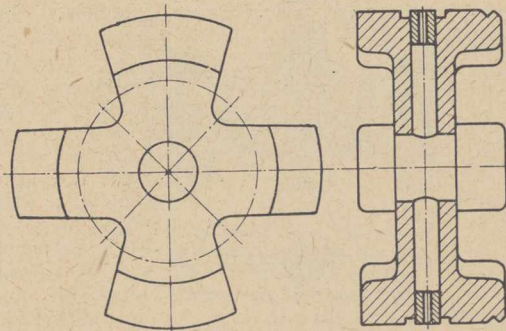
dla 3-9



dla 9-30



dla 30-100



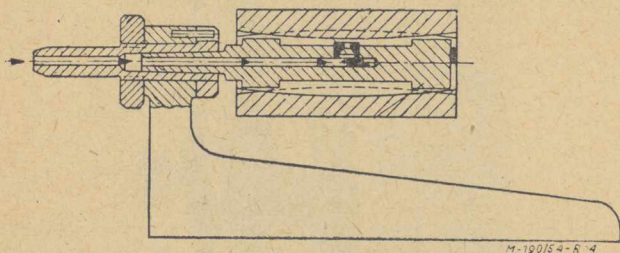
dla 100-150

M-190/54-R13

Rys. 13

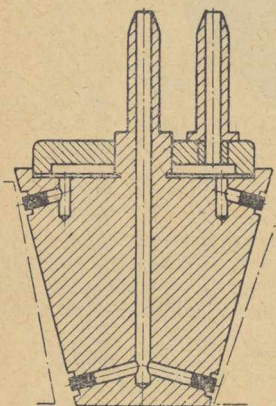
przedmiotu na końcówce (lub odwrotnie), przy czym w zależności od jej położenia kąтового zmienia się luz przed wylotem dyszy, a zatem i wskazanie czujnika. Na rysunku pokazano (linią ciągłą i kreskową) oba skrajne położenia ścianki otworu względem dyszy, odpowiadające oczywiście najmniejszemu i największemu przesłonięciu jej otworka.

Do sprawdzania otworów stożkowych służy specjalna końcówka z czterema dyszami, rozmieszczonymi w różnych przekrojach poprzecznych (rys. 15). Obie pary dysz posiadają oddzielne doprowadzenia powietrza, wiodące od oddzielnych przyrządów wskazujących. Sprawdzanie otworu stożkowego polega na jednoczesnej obserwacji obu przyrządów i porównywaniu ich wskazań.



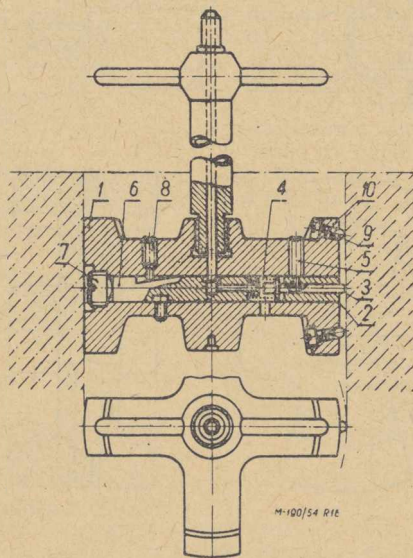
Rys. 14

Do kontroli średnic dużych otworów (np. gładzi cylindrycznych silników spalinowych) stosuje się zazwyczaj końcówki pneumatyczne typu dotykowego, w rodzaju przedstawionej na rys. 16. Rozwiązanie wewnętrzne podobne jest do zastosowanego w końcówce szczękowej ze śrubą mikrometryczną (rys. 10), gdyż i tu przesuwany trzpień mierniczy 3 przesłania mniej lub bardziej wylot powietrza z przewierconego trzpienia 6. Ten ostatni daje się w pewnych granicach przesunąć osiowo przez pokręcenie wkręta 7, po zluźnieniu wkręta ustalającego 8 umożliwia to zmianę przełożenia i obszaru mierniczego końcówki.



Rys. 15

Przykładem specjalnego zastosowania może być końcówka umożliwiająca kontrolę średnicy otworów wytaczanych bez konieczności wyjmowania z nich wytaczadła. Końcówka ta (rys. 17), którą wsuwa się do sprawdzanego otworu obok wytaczadła,



Rys. 16

oparta jest w położeniu roboczym dwiema powierzchniami oporowymi o ścianki otworu i odpychana od wytaczadła sprężynowymi zderzakami.

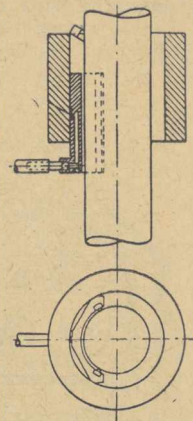
Do sprawdzania wymiarów wewnętrznych, ograniczonych równoległymi powierzchniami płaskimi, mogą znaleźć zastosowanie płytki pneumatyczne. Płytki te mają zwykle grubość 5 mm i stosowane są łącznie ze zwykłymi płytkami wzorcowymi, do których są przywierane dokładnie dotartymi dolnymi powierzchniami. Górna powierzchnia z wycięciem, w którym znajduje się wylot dyszy, zwrócona jest podczas pomiaru w stronę powierzchni, ograniczającej sprawdzany wymiar (rys. 18).

Płytki pneumatyczne wyrabia się również jako dwustronne, przeznaczone do sprawdzania jednego tylko, ściśle określonego wymiaru.

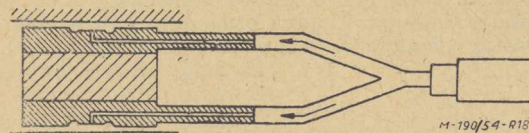
3. Pomiary specjalne

a) Końcówkę podwójną do sprawdzania wzajemnej odległości dwóch otworów cylindrycznych, współpracującą z dwoma przyrządami wskazującymi przedstawia rys. 19.

b) Końcówkę do sprawdzania średnicy podziałowej gwintu metodą bezdotykową pokazuje rys. 20. Cztery otwory wylotowe dla powietrza są rozmieszczone parami w powierzchniach nośnych gwintu z przeciwnych stron trzpienia gwintowego. Wyloty otworków przypadają na średnicy podziałowej. W celu ułatwienia odpływu powietrza na zewnątrz, zwój gwintu, w którym wywiercono otworki, powinien być obni-

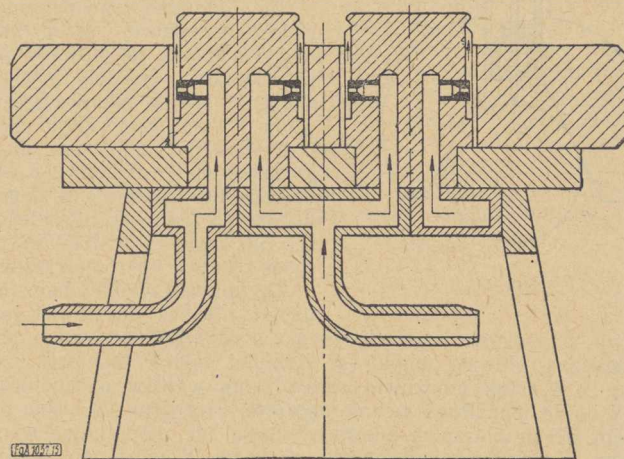


Rys. 17



Rys. 18

żony (bardziej stępiony niż pozostałe), ponadto pożądane jest wykonanie w końcówce kanałów odpływowych, biegnących w kierunku podłużnym. Opisana końcówka umożliwia sprawdzenie



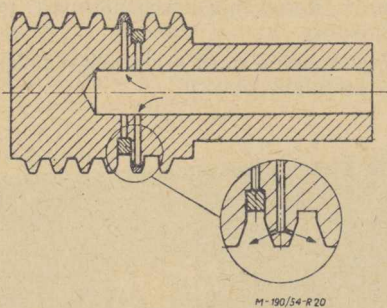
Rys. 19

średnicy podziałowej gwintu w dowolnym miejscu, a zatem również stwierdzenie ewentualnych błędów kształtu otworu (stożkowość, owalność).

c) Końcówkę do sprawdzania promienia krzywizny powierzchni kulistych, np. soczewek podaje rys. 21.

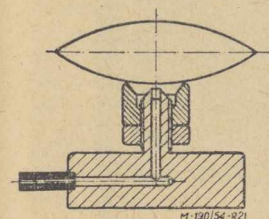
d) Urządzenie do bieżącej kontroli grubości przewijającej się blachy, taśmy lub folii (rys. 22). Materiał przechodzi z luzem pomiędzy wylotami 2 dysz powietrznych, połączonych w zwykły sposób z pneumatycznym przyrządem wskazującym. Niewielkie przesunięcia materiału w górę i w dół między wylotami dysz nie wpływają praktycznie na zmianę wskazania przyrządu, ponieważ wzrostowi odległości od jednego wylotu towarzyszy jednocześnie i równe co do wielkości zbliżenie do dyszy, położonej z przeciwnej strony.

e) Prosty układ do ustawiania noża w wytaczadle (rys. 23); element mierniczy stanowi głowica pneumatyczna typu dotykowego, osadzona w odpowiednim uchwycie.



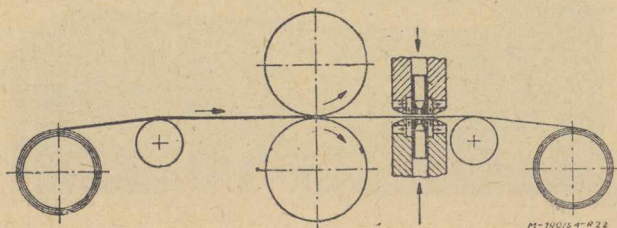
Rys. 20

f) Tensometr pneumatyczny (rys. 24) jest złożony z dwóch szczęk 1 i 2, dających się rozchylić dzięki połączeniu zawiasami 3, i dociskanych do siebie sprężyną 4 o regulowanym nacisku. Rozchylenie się szczęk powodowane wydłużeniem przedmiotu, o który oparte są ostrza noży 5, wywołuje przyamykanie zaworu kulowego 6 dzięki przesuwaniu się trzpienia 7, osadzonego w lewej szczęce 1. Zawór połączony jest giętym przewodem powietrznym z przyrządem wskazującym.



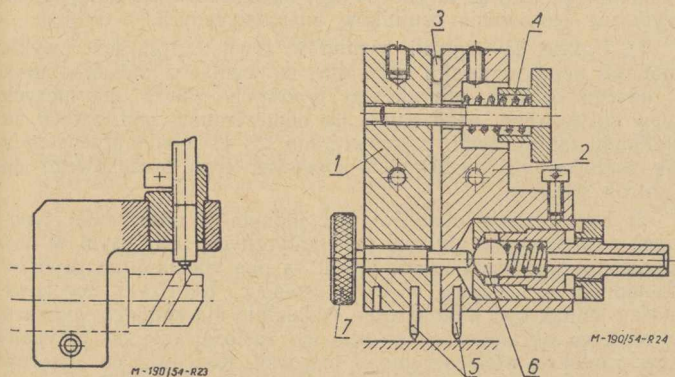
Rys. 21

g) Urządzenie do kontroli szczelności części i zespołów maszynowych, np. zaworów (rys. 25). Nasadkową końcówkę 1



Rys. 22

nakłada się na obudowę gniazda sprawdzanego zaworu 3, przy czym pierścień gumowy 2 zapewnia niezbędną szczelność urządzenia kontrolnego.



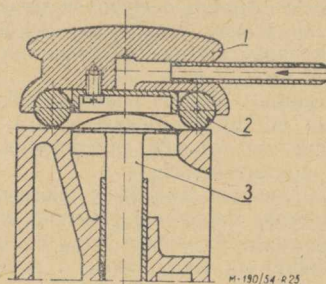
Rys. 24

Rys. 23

4. Układy wielokontrolne

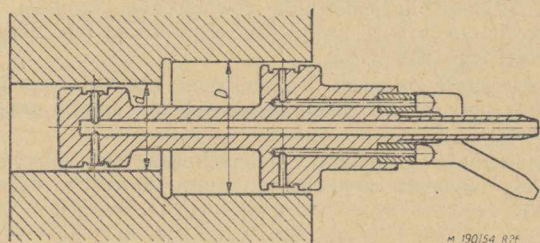
W układach wielokontrolnych, tj. służących do jednoczesnej kontroli szeregu wymiarów przedmiotu, szerokie zastosowanie znalazły również czujniki pneumatyczne różnych typów. Przykładem pewnego rodzaju prostych urządzeń wielokontrolnych mogą być zestawy czujników pneumatycznych ze znanymi od dawna specjalnymi końcówkami wielokrotnymi, przeznaczone do jednoczesnego sprawdzenia kilku wymiarów w przedmiotach

względnie nieskomplikowanych, a więc np. do otworów stopniowanych o dwóch różnych średnicach (rys. 26), do wałków stopniowanych, do średnic wewnętrznych i zewnętrznych itp. Pneumatyczne urządzenia wielokontrolne, stosowane niejednokrotnie do sprawdzania kilkunastu czy kilkudziesięciu wymiarów jednocześnie, budowane są przeważnie przy użyciu



Rys. 25

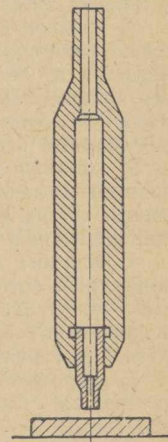
znormalizowanych pojedynczych końcówek mierniczych typu dotykowego (w rodzaju podanej na rys. 8), lub bezdotykowego.



Rys. 26

Te ostatnie mają z natury rzeczy zupełnie prostą postać, gdyż, jak wiadomo, nie zawierają żadnych części ruchomych. Przykład budowy takiej końcówki podaje rys. 27.

Końcówki miernicze mocuje się w urządzeniach za pośrednictwem uchwytów, umożliwiających łatwą regulację położenia i łączy przewodami powietrznymi z odpowiednimi przyrządami wskazującymi. Te ostatnie są dziś przeważnie konstruowane jako wielokontrolne, zawierające potrzebną w danym przypadku liczbę rurek wskaźnikowych w jednej, wspólnej obudowie. Kontrola polega z reguły na stwierdzeniu, czy pływak względnie poziom wody we wszystkich rurkach znajduje się pomiędzy wskaźnikami, które ustawia się uprzednio przy użyciu dwóch przedmiotów wzorcowych, wykonanych wg górnej i dolnej granicy wszystkich sprawdzanych wymiarów. W najnowszych pneumatyczno-hydraulicznych urządzeniach tego typu istnieje możliwość regulacji wielkości przełożenia tak, iż różne w rzeczywistości pola tolerancji poszczególnych wymiarów mogą być reprezentowane w przyrządzie wskazującym przez taki sam odcinek, wyznaczony odległością wskaźników tolerancji, które są tu wspólne dla wszystkich rurek. Tego rodzaju ulepszenie ułatwia pracę kontrolera.



Rys. 27

Przykład pneumatyczno-hydraulicznego urządzenia wielokontrolnego przedstawia rys. 29. Urządzenie to jest przeznaczone do kontroli łopatek turbin i sprężarek lotniczych silników odrzutowych i posiada 25 punktów pomiaru. Użyto końcówek mierniczych dotykowych, w których zmiana wielkości czynnego otworu dyszy wylotowej odbywa się wskutek ruchów zaworu iglicowego, połączonego prostą przekładnią mechaniczną z trzpieniem mierniczym. Zmiany ciśnienia powietrza powodują — za pośrednictwem specjalnych przeponowych przekładników pneumatyczno-hydraulicznych — zmiany poziomu cieczy w rurkach wskaźnikowych.

III. Cechy charakterystyczne czujników pneumatycznych

1. Czujniki pneumatyczne w ogólności Zalety

- 1) bardzo mała liczba ruchomych części, co wpływa korzystnie na trwałość przyrządów i pewność ich działania;
- 2) możliwość rozdzielania końcówki mierniczej i przyrządu wskazującego, co jest częstokroć pożądane np. w przypadku pomiarów w ciasnych i trudno dostępnych miejscach;
- 3) niewielki lub nawet, praktycznie biorąc, zerowy, nacisk mierniczy (w przypadku stosowania końcówek bezdotykowych), co wpływa z kolei na:
 - a) wyeliminowanie błędów pomiarowych, powodowanych przez sam nacisk mierniczy (odkształcenia),
 - b) umożliwienie sprawdzenia przedmiotów cienkościennych oraz o miękkich powierzchniach,
 - c) zwiększenie trwałości końcówek mierniczych;
- 4) duże przełożenie, dające się zmieniać w stosunkowo prosty sposób, co pozwala uzyskiwać dużą dokładność pomiarów (wobec bardzo dobrej na ogół stałości i powtarzalności wskazań);
- 5) duża uniwersalność przyrządów wskazujących;
- 6) przydatność do pomiarów wewnętrznych (również otworów o małych średnicach);
- 7) prostota obsługi, nie wymagającej specjalnych kwalifikacji;
- 8) łatwość eksploatacji.

Wady

- 1) konieczność dysponowania zewnętrznym źródłem sprężonego powietrza, a więc związanie ze sprężarką lub fabryczną siecią sprężonego powietrza;
- 2) konieczność redukcji i stabilizacji ciśnienia powietrza zasilającego przy użyciu skomplikowanych lub dużych urządzeń dodatkowych;
- 3) konieczność posiadania odrębnych końcówek mierniczych dla każdego wymiaru nominalnego (przy pewnych rodzajach pomiarów).

2. Czujniki ciśnieniowe niskiego ciśnienia Zalety

- 1) brak potrzeby stosowania oddzielnych mechanicznych reduktorów ciśnienia;
- 2) wygodne odczytywanie wyników pomiaru wobec dużych rozmiarów i skoków słupka wody w rurce manometrycznej;
- 3) łatwość uszczelnienia przewodów i przyrządów wobec niskiego ciśnienia roboczego.

Wady

- 1) nierównomierność podziałki, wynikająca z nieliniowej zależności zmian ciśnienia od różnic wymiarów sprawdzanych;
- 2) opóźnienie wskazań, rosnące wraz z wysokością przyrządu wskazującego, długością giętkiego przewodu powietrznego i wraz ze zmniejszaniem się otworu dyszy. Prócz powolnej zmiany wskazań zachodzi również zjawisko kilkakrotnych wahań poziomu wody około ostatecznego położenia równowagi, powodowane przez bezwładność słupa wody;
- 3) konieczność czyszczenia powierzchni przedmiotów sprawdzanych i końcówek mierniczych z wiórów, zanieczyszczeń, smaru, chłodziwa itp., których obecność powoduje łatwo otrzymanie błędnych wyników pomiaru;
- 4) obecność wody w przyrządzie i związane z tym kłopoty: konieczność sprawdzania i uzupełniania poziomu wody, korozja części przyrządu stykających się z wodą, zanieczyszczanie rurki manometrycznej osadem barwnika (użycie wody niezabarwionej jest uciążliwe dla obsługującego);
- 5) nieporęczność przyrządów z uwagi na kształt i ciężar (zwłaszcza dotyczy to typów wysokich ze słupem wody 1200 mm);
- 6) wrażliwość na wstrząsy.

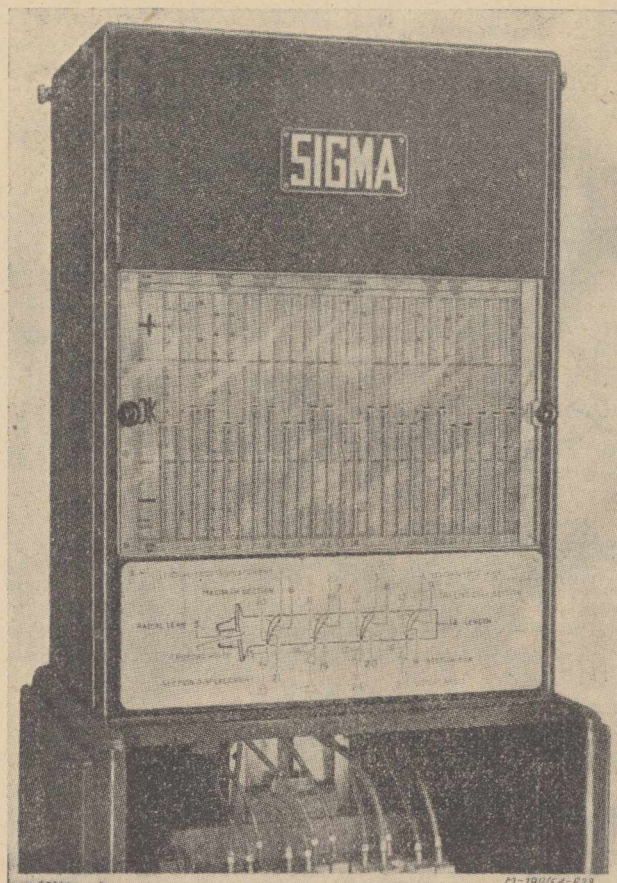
3. Czujniki ilościowe Zalety

- 1) podziałka zbliżona do liniowej, a zatem możliwość wykorzystania całej jej długości;
- 2) duża szybkość reakcji i mała bezwładność, dające wysoką wydajność pracy i szybką kontrolę;
- 3) wysokie ciśnienie robocze, a więc możliwość sprawdzania przedmiotów bez ich starannego czyszczenia, np. mokrych; poza tym mniejsze możliwości powstawania zanieczyszczeń w samym przyrządzie;
- 4) możliwość stosowania długich przewodów do końcówek mierniczych (nie wywołuje to opóźnień wskazań);

- 5) prostota budowy mechanizmu rotametu, brak części trących o siebie;
- 6) małe rozmiary i ciężar, zwartość budowy.

Wady

- 1) konieczność stosowania mechanicznych reduktorów-stabilizatorów ciśnienia;
- 2) trudność wykonania rurek szklanych o żądanej dokładności rozmiarów i kształtów otworu.



Rys. 28

IV. Wytyczne stosowania czujników pneumatycznych

Czujniki pneumatyczne cechuje duża uniwersalność, z tym jednak, iż do całego szeregu zastosowań konieczne są specjalne końcówki miernicze, z reguły odrębne dla każdego wymiaru nominalnego. Biorąc to pod uwagę, można zestawić następujące wytyczne stosowania czujników pneumatycznych:

1) Użycie do kontroli wymiarów zewnętrznych jest zwykle możliwe bez trudności i opłacalne, co wynika z uniwersalności i dużego obszaru mierniczego typowych głowic mierniczych typu dotykowego, osadzonych na odpowiednich podstawach ze stolikami mierniczymi, pryzmami lub tp. Podobnie przedstawia się zastosowanie nastawnych końcówek typu szczegółowego do kontroli wałków.

2) Sprawdzanie otworów jest jednym z najbardziej typowych zastosowań czujników pneumatycznych, przy czym w niektórych przypadkach szczególnych są one wielokrotnie szybsze, dokładniejsze i dające większą pewność. Końcówki tłoczkowe muszą jednak być wykonywane oddzielnie dla każdego wymiaru otworu, co ogranicza oczywiście ich zastosowanie do przypadków produkcji wielkoseryjnej i masowej. Końcówki do otworów typu dotykowego mają wprawdzie możliwość regulacji, lecz granice jej są bardzo wąskie.

Wymiary wewnętrzne określone odległością równoległych płaszczyzn mogą być łatwo sprawdzane przy użyciu płytek pneumatycznych i płytek wzorcowych. Wykonywanie specjalnych płytek pneumatycznych nie będzie na ogół potrzebne, poza wypadkami sprawdzania wymiarów poniżej 5 mm.

3) Zastosowania specjalne otwierają przed metodami pneumatycznymi duże możliwości. Istnieje tu zarazem duże pole działania dla inwencji konstruktorów i racjonalizatorów, którzy w oparciu o znane zasady i podstawowe elementy konstrukcyjne (dysze, najprostsze końcówki miernicze) mogą rozszerzać zakres zastosowań czujników pneumatycznych.

Wstęp

Optimetr jest jednym z najpopularniejszych czujników wyżej dokładności i stanowi ważny element wyposażenia izb pomiarów. Podobnie jak inne czujniki, optimetr powinien być okresowo sprawdzany w celu stwierdzenia prawidłowości działania i dokładności otrzymywanych wyników pomiarów.

Poniższa praca stanowi próbę zebrania zasad sprawdzania optimetru i podania ich w postaci wytycznych dla użytkowników. Z uwagi na fakt, iż dla sprawdzenia optimetrów poza płytkami wzorcowymi i szklanymi płytkami interferencyjnymi, nie są potrzebne inne przyrządy ani urządzenia specjalne, sprawdzanie może być bez trudności przeprowadzone we własnym zakresie.

Przebieg sprawdzania ujęto w punkty, których podział i kolejność odpowiadają mniej więcej zasadom przyjętym przy opracowywaniu przepisów i instrukcji sprawdzania narzędzi mierniczych przez Główny Urząd Miar.

1. Badania wstępne

Sprawdzanie optimetru rozpoczynamy od badań wstępnych, które dotyczą ogólnego stanu zewnętrznego optimetru oraz prawidłowości wykonania i działania jego ruchomych części. Badania te obejmują szereg punktów, które będą kolejno omówione.

a) Oględziny zewnętrzne wszystkich powierzchni zewnętrznych czujnika w celu sprawdzenia, czy nie posiadają one rdzawych plam, zadziórów, ostrych krawędzi lub śladów uszkodzeń mechanicznych.

b) Sprawdzenie prawidłowości działania układu oświetleniowego, a więc swobody ustawienia lusterka w dowolnych położeniach i możliwości zapewnienia doświetlenia silnego i równomiernego oświetlenia pola widzenia w okularze optimetru.

c) Sprawdzenie prawidłowości działania optycznego układu obserwacyjnego, polegające na stwierdzeniu:

1) czy obraz podziałki i przeciwwskaźnika jest wyraźny i ostry;

2) czy zapewniona jest możliwość dostrojenia układu optycznego okularu do wzroku obserwatora, tj. regulacja ostrości;

3) czy w okularze nie zachodzi błąd paralaksy pomiędzy obrazami podziałki i przeciwwskaźnika. W celu sprawdzenia tego należy przede wszystkim oświetlić pole widzenia przez odpowiednie ustawienie lusterka oświetlającego, następnie ustawić okular stosownie do wzroku obserwatora i przystąpić do właściwego sprawdzania, polegającego na przesuwaniu oka w różne strony od położenia środkowego (tj. przypadającego w osi optycznej okularu). Przesuwając oko, obserwuje się obraz w polu widzenia celem stwierdzenia, czy obrazy podziałki i przeciwwskaźnika nie przesuwają się względem siebie, co świadczyłoby o istnieniu wspomnianego błędu.

d) Zbadanie jakości wykonania i prawidłowości ustawienia skali, co obejmuje:

1) sprawdzenie wyrazistości i kontrastowości kresów podziałki,

2) sprawdzenie równoległości kresów podziałki. Kreski te nie powinny wykazywać dostrzegalnych odchyleń od równoległości pomiędzy sobą oraz w stosunku do kreski przeciwwskaźnika,

3) sprawdzenie położenia podziałki w stosunku do przeciwwskaźnika. Przeciwwskaźnik powinien zakrywać krótkie kreski podziałki przynajmniej na przestrzeni wynoszącej od 0,7 do 0,8 ich długości, ale nie powinien wystawać poza nie więcej jak na 0,2 do 0,3 ich długości.

4) Sprawdzenie kierunku ustawienia skali. Przy przesuwaniu skali wzdłuż jej osi (w górę i w dół) obraz podziałki nie powinien się przesuwać w kierunku bocznym więcej, niż o 0,2 długości krótkich wskaźników (kresów) podziałki.

5) Sprawdzenie poprawności i czytelności oznaczeń liczbowych podziałki. Wymagania odnoszące się do jakości wykonania kresów i oznaczeń liczbowych dotyczą w równej mierze noniusza, o ile dany optimetr go posiada.

e) Sprawdzenie prawidłowości działania mechanizmu przesuwu przeciwwskaźnika, który powinien się przesuwać w przewidzianym obszarze swobodnie, bez wyczuwalnych oporów.

f) Sprawdzenie przesuwu trzpienia mierniczego, na co składają się następujące czynności:

1) sprawdzenie prawidłowości działania podnośnika trzpienia mierniczego (zwanego też czasem dźwignią wyłącznikową), który powinien umożliwiać łatwe podnoszenie trzpienia w zakresie całego jego skoku roboczego,

2) sprawdzenie prawidłowości ruchu trzpienia mierniczego,

który musi się przesuwać swobodnie i jednostajnie, bez zacięć, zatrzymań i skoków,

3) sprawdzenie wielkości skoku roboczego trzpienia. Obszar możliwych przesunięć trzpienia mierniczego powinien być takiej wielkości, aby w żadnym położeniu trzpienia obraz podziałki nie zniknął zupełnie z pola widzenia w okularze. Zatem zarówno w swobodnym (dolnym) położeniu trzpienia, jak i po jego całkowitym uniesieniu za pomocą podnośnika, w polu widzenia powinny być widoczne końcowe odcinki podziałki, przy czym wielkość widocznego odcinka winna wynosić nie mniej, jak 15 do 20 działek elementarnych.

g) Sprawdzenie prawidłowości osadzenia kapturka mierniczego na trzpieniu. Osadzenie to powinno gwarantować niezmienną pozycję kapturka.

h) Sprawdzenie prawidłowości działania elementów ruchomych ramienia i podstawy optimetru, a mianowicie:

1) swobody przesuwu i obrotu głowicy (tubusa) optimetru w gnieździe ramienia;

2) swobody ruchu ramienia i pierścienia wspornikowego po kolumnie;

3) swobody obrotu śrub regulacyjnych stolika;

4) swobody obrotu śrub zaciskowych stolika, tubusa, ramienia i pierścienia wspornikowego.

2. Dokładność powierzchni mierniczych

a) Dokładność powierzchni końcówek mierniczej. Zależnie od rodzaju kapturka mierniczego należy rozróżnić następujące wymagania dokładności:

1) odchylenia od płaskości powierzchni mierniczej kapturka płaskiego nie powinny przekraczać $0,3 \mu$. Sprawdzenie przeprowadza się techniczną metodą interferencyjną przy użyciu płaskiej płytki szklanej;

2) odchylenia od prostoliniowości krawędzi mierniczej kapturka pryzmatycznego nie powinny przekraczać $0,3 \mu$. Sprawdzenie odbywa się jak w poprzednim punkcie;

3) powierzchnia miernicza kapturka o zakończeniu kulistym powinna mieć kształt kulisty i nie powinna posiadać żadnych zniekształceń ani skaleczeń. Sprawdzenie polegać będzie na dokładnych oględzinach przy użyciu lupy, mikroskopu lub projektoru warsztatowego,

b) Płaskość stolika głównego optimetru. Płaskość powierzchni roboczej stolika optimetru najdogodniej sprawdza się techniczną metodą interferencyjną, przy zastosowaniu płaskiej płytki szklanej interferencyjnej o średnicy 60 do 100 mm. Wielkość dopuszczalnego odchylenia od płaskości wynosi 1μ .

c) Prawidłowość ustawienia stolika punktowego (do płytek wzorcowych). Sprawdzenie prawidłowości ustawienia środkowej końcówki stolika punktowego przeprowadza się również metodą interferencyjną techniczną, opierając powierzchnię płaskiej płytki szklanej jednocześnie o środkowy punkt stolika i jeden z punktów jego zewnętrznej pierścieniowej powierzchni oporowej. Na tej ostatniej ukażą się prążki interferencyjne, których liczba powinna wynosić 3; odpowiada to wymaganej różnicy poziomów pomiędzy płaszczyzną pierścienia zewnętrznego i wierzchołkiem środkowego oporu stolika, równej 1μ .

d) Równoległość powierzchni mierniczych końcówek i stolika. Stolik optimetru powinien dać się bez trudności ustawić w położeniu równoległym do powierzchni mierniczej płaskiej końcówki (kapturka), założonej na trzpień mierniczy optimetru. Dopuszczalny błąd równoległości wynosi $0,3 \mu$ przy końcówce mierniczej o średnicy 9 mm. Sprawdzenie ustawienia stolika można przeprowadzić za pomocą płaskiej płytki szklanej interferencyjnej, którą przywiera się do powierzchni stolika i jednocześnie styka z powierzchnią końcówki mierniczej. Inny sposób polega na podsuwaniu pod końcówkę mierniczą płytki wzorcowej i jednocześnie obserwacji wskaźnika optimetru, które zmieniają się w różny sposób, zależnie od kierunku pochylenia stolika względem powierzchni mierniczej końcówki.

3. Dokładność i zmienność wskazań optimetru

a) Dokładność wskazań. Sprawdzenie dokładności wskazań optimetru przeprowadza się przy użyciu płytek wzorcowych I lub II klasy dokładności. Sprawdzenie to należy wykonać w następujących 15 punktach podziałki przyrządu: ± 100 ; ± 90 ; ± 70 ; ± 50 ; ± 0 ; ± 10 ; ± 5 ; 0 . Z kompletu wybieramy 6 płytek o tak dobranych wymiarach

nominalnych, aby można było zestawić z nich 5 par płytek o różnicy wymiarów w każdej parze, równej wielkości odcinka podziałki, jaki chcemy sprawdzić. Większa płytka danej pary jest mniejszą płytką pary następnej, tj. płytki kojarzymy w sposób następujący: pierwsza z drugą, druga z trzecią, trzecia z czwartą itd. W ten sposób możemy otrzymać żądane 5 par płytek, które kolejno mierzymy na optimetrze. Ustawiając końcówkę mierniczą początkowo na mniejszej płytce danej pary i następnie podsuwając płytkę większą, otrzymamy odczytanie „na plus” tj. na dodatniej części podziałki; postępując w odwrotnej kolejności, odczytamy różnicę wymiarów na jej części ujemnej. Dzięki temu możemy sprawdzić górną i dolną część podziałki.

Błąd wskazania na danym odcinku podziałki określa się z otrzymanych odczytań za pomocą następującego wzoru:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^5 R_i - (N_6 - N_1)}{5}$$

gdzie $R_i = W_{i+1} - W_i$ — różnica wymiarów płytek poszczególnych par, określona za pomocą optimetru (tj. różnica odczytań); różnice R_i są dodatnie w dodatniej części podziałki, a ujemne — w ujemnej.

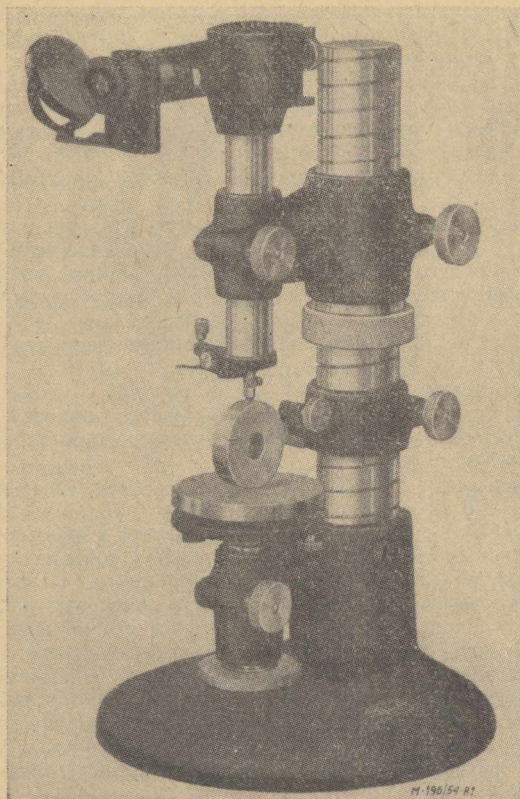
N_0, N_1 — rzeczywiste wymiary (według świadectwa) płytek największej i najmniejszej (lub odwrotnie, zależnie od tego, czy sprawdzamy dodatnią czy ujemną część podziałki).

Wielkości dopuszczalnych błędów wskazań przyjmuje się jak następuje:

na dowolnym odcinku podziałki o długości do 0,06 mm błąd wskazania może wynosić najwyżej $\pm 0,2 \mu$;

na dowolnym odcinku podziałki o długości powyżej 0,06 mm błąd wskazania może wynosić najwyżej $\pm 0,3 \mu$.

b) **Zmienneść wskazań.** Dla sprawdzenia zmienności wskazań ustawiamy optimetr na dowolne wskazanie przy użyciu płytki wzorcowej, ustawionej na stoliku, po czym umosimy i opuszczamy końcówkę mierniczą za pomocą dźwignienki podnośnika 5 do 10 razy. Poszczególne liczby z otrzymanego szeregu wskazań nie powinny różnić się pomiędzy sobą więcej jak o $0,2 \mu$.



Rys. 1

4. Wpływ luzu trzpienia mierniczego

W celu zbadania wpływu promieniowego (poprzecznego) luzu trzpienia mierniczego na dokładność wskazań optimetru ustawiamy na stoliku dowolną płytkę wzorcową i opieramy na niej końcówkę mierniczą optimetru tak, aby w okularze otrzy-

mać jakieś dowolne wskazanie. Następnie naciskamy z boku na trzpień mierniczy palcem, po czym zwalniamy nacisk, obserwując przez cały czas wskazania optimetru. Wielkość odchylenia wskazania podczas opisanego zabiegu nie może przekraczać $0,5 \mu$; ponadto wskazanie końcowe przyrządu (po zwolnieniu nacisku) powinno być równe początkowemu (przed naciśnięciem trzpienia palcem).

5. Dokładność prowadzenia głowicy optimetru

a) **Prostoliniowość tworzących kolumny.** Po założeniu na trzpień optimetru kapturka z płaską powierzchnią mierniczą ustawiamy stolik równoległe do niej przy użyciu płytki wzorcowej o wymiarze około 5 mm. Następnie podnosimy ramię wraz z zamocowaną w nim głowicą optimetru na kolumnie tak wysoko, aby móc podstawić pod końcówkę mierniczą płytkę wzorcową 100 mm, po czym za pomocą tej płytki sprawdzamy równoległość powierzchni stolika i końcówki mierniczej w tym nowym położeniu. Dopuszczalna wielkość zmiany wskazania optimetru wynosi przy tym $0,4 \mu$.

b) **Prostoliniowość tworzących walcowej części tubusa optimetru** sprawdzamy w podobny sposób, z tym jednak, że zamiast podnosić ramię z głowicą na kolumnie, jak w poprzednim przypadku, przesuwamy tubus w gnieździe ramienia, od jednego do drugiego skrajnego położenia. Sposób określenia i dopuszczalna wielkość odchylenia od równoległości są takie same, jak w poprzednim badaniu.

6. Działanie obśady stolika

a) **Luz promieniowy stolika.** Po umieszczeniu na stoliku optimetru dowolnej płytki wzorcowej opuszczamy głowicę optimetru na kolumnie i doprowadzamy końcówkę mierniczą do zetknięcia z płytką, przy czym otrzymujemy jakieś odczytanie. Oś głowicy i trzpienia mierniczego powinna przy tym w przybliżeniu pokrywać się z osią stolika (tj. ramię z głowicą optimetru nie powinno być wychylone w bok ze swego położenia środkowego).

Na boczną powierzchnię stolika, którego położenie zostało poprzednio ustalone za pomocą śruby zaciskowej, naciskamy palcem, obserwując jednocześnie wskazania przyrządu. Odchylenie wskazania nie powinno przekroczyć $1,5 \mu$, ponadto zaś po zwolnieniu nacisku palca wartość wskazania powinna być równa pierwotnej.

b) Działanie zacisku stolika

1) **Wpływ zacisku na wskazania.** W celu zbadania wpływu działania śruby zaciskowej stolika na wskazania optimetru, należy przez odpowiednie przesunięcie stołu doprowadzić jego powierzchnię do zetknięcia z końcówką mierniczą przyrządu, następnie zaś dokręcić śrubę zaciskową, obserwując w tym czasie wskazania przyrządu poprzez okular. Zmiana wskazania nie może przekraczać 2μ .

2) **Szytywność zacisku stolika.** Na stoliku optimetru umieszczamy płytkę wzorcową, na trzpień mierniczy zakładamy kapturkę z kulistą powierzchnią mierniczą i opuszczając głowicę doprowadzamy tę powierzchnię do zetknięcia z płytką tak, ażeby otrzymać jakieś odczytanie, leżące w środkowej części podziałki. Następnie dokręcamy starannie śruby stolika, obciążamy go ciężarem 3 kG i obserwujemy podziałkę optimetru poprzez okular. Dopuszczalna zmiana wskazania w wyniku działania obciążenia wynosi 1μ ; po zdjęciu obciążenia podziałka powinna powrócić dokładnie w położenie początkowe.

c) **Płynność przesuwu stolika.** Po oparciu końcówki kapturka trzpienia mierniczego na stoliku mierniczym (za pośrednictwem płytki wzorcowej), możliwie równomiernym ruchem pokręcamy śrubę mikrometryczną podnoszenia stolika i obserwujemy przesuwanie się obrazu podziałki w okularze, które powinno odbywać się płynnie, bez zatrzymań i skoków.

7. Nacisk mierniczy

W celu sprawdzenia wielkości nacisku mierniczego, głowicę optimetru opuszcza się na kolumnie stojąca tak, ażeby końcówka miernicza zetknęła się z szalką podstawionej wagi uchylniej. Sprawdzanie przeprowadza się w 3 położeniach trzpienia mierniczego, odpowiadających następującym odczytaniom na podziałce optimetru: $+100; 0; -100$.

Odchylenia wielkości nacisku mierniczego od wartości nominalnej nie powinny przekraczać $\pm 10\%$ tej ostatniej (tj. $\pm 20 \text{ G}$ w przypadku normalnego nacisku mierniczego 200 G).

Do sprawdzenia powinno używać się wagi o obszarze mierniczym $50 \text{ do } 2000 \text{ G}$ i czułości 5 G .

8. Odporność powierzchni mierniczych na zużycie

Powierzchnie miernicze wymienionych kapturków powinny być dostatecznie odporne na zużycie. W tym celu musi być przez wytwórcę zapewniona ich odpowiednia twardość, która nie powinna być mniejsza jak 60 HRC . Sprawdzenie odporności na zużycie polega na obserwacji powierzchni mierniczych w normalnych warunkach pracy czujnika.

Inż. J. St. K.

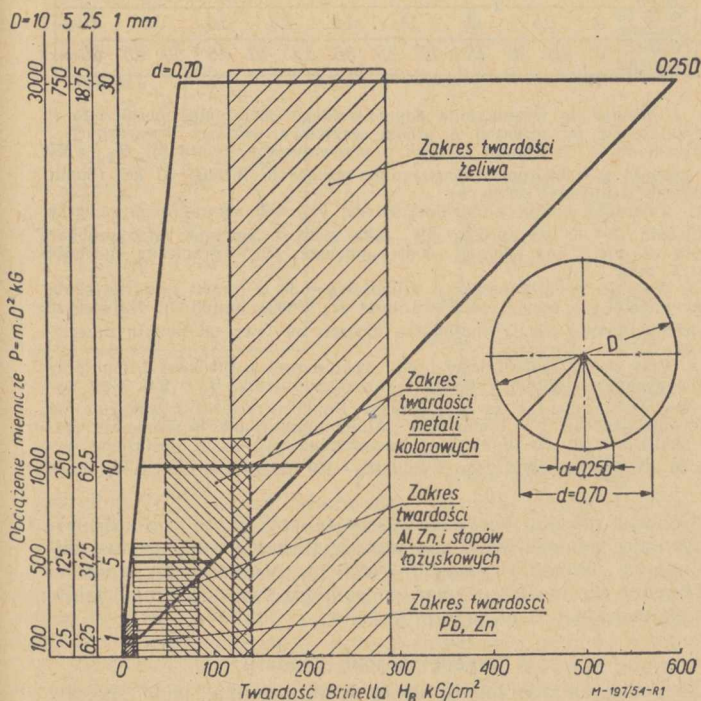
O WYBORZE SPOSOBU POMIARU TWARDOŚCI

W badaniach mechanicznych własności metali w zakładach przemysłu metalowego pomiar twardości zajmuje jedno z czołowych miejsc. Przez twardość najczęściej rozumie się opór, który przeciwstawia ciału wciskanemu (tzw. wgłębnikowi) ciało poddane wciskaniu. Trudności jakie stwarza problem pomiaru twardości w technice stały się przyczyną powstania dużej ilości sposobów pomiaru. Najczęściej stosowanymi są jednak sposoby pomiaru wg *Brinella*, *Rockwella* i *Vickersa*. Sposoby te zostały znormalizowane we wszystkich prawie krajach świata. W Polsce sposoby te są określone przez normy: *Brinella* — norma PN/H-04350; *Rockwella* — PN/H-04355; *Vickersa* — PN/H-04360. Pomimo że normy podają zakres i warunki stosowania poszczególnych sposobów pomiaru w zależności od badanego materiału, w praktyce jednak powstaje często pytanie, jaki wybrać sposób i jak dobrać warunki pomiaru dla określonego przedmiotu, ażeby uzyskać poprawną miarę twardości. W dalszym ciągu zostaną opisane zalety i wady oraz zakres stosowania znormalizowanych sposobów pomiaru twardości. Ponadto będą podane przykłady zastosowania tych sposobów w zależności od rodzaju badanego przedmiotu.

1. Zalety i wady oraz zakres stosowania znormalizowanych sposobów pomiaru twardości

Najbardziej rozpowszechnionym sposobem pomiaru twardości jest w naszym przemyśle sposób *Brinella*. Polega on na wciskaniu w materiał badany twardej kulki pod wpływem siły statycznej. Wzór określający wartości liczbowe twardości wg *Brinella* zapewnia im wymiar naprężenia, jednak wyklucza on możliwość szybkiego obliczania twardości bez pomocy tablic.

Zaletą sposobu *Brinella* jest to, że dla metali ciągliwych można ustalić zależność między wartościami liczbowymi H_B a wytrzymałością na rozciąganie. Drugą zaletą sposobu *Brinella* jest możliwość stosowania go do pomiaru twardości metali o niejednorodnej strukturze spotykanej na ogół w metalach miękkich i żeliwach. W tych przypadkach należy używać do pomiaru kulki o dużej średnicy. Wtedy wynik pomiaru daje średnią twardość mierzonego materiału.



Rys. 1. Wybór obciążenia mierniczego P w zależności od twardości mierzonego materiału i średnicy kulki D .

Sposobem *Brinella* nie można mierzyć twardości stali hartowanych o twardości powyżej 400 kg/mm^2 , a tym bardziej stopów twardych i innych szczególnie twardych materiałów, ze względu na możliwość odkształcenia się kulki. Ponadto nie należy sposobem *Brinella* mierzyć twardości warstw utwardzonych. Poważną wadą sposobu *Brinella* jest to, że niezmienną wartość liczbową osiąga się tylko przy przestrzeganiu mechanicznego podobieństwa, które sprowadza się do otrzymywania geometrycznie podobnych odcisków. Odciski takie uzyskuje się wówczas, gdy sto-

sunek obciążenia do kwadratu średnicy kulki ($m = \frac{P}{D^2}$) jest stały.

Wykres z rys. 1 umożliwia wybór obciążenia mierniczego w zależności od twardości materiału i wielkości zastosowanej kulki. Wynika z niego, że przy obciążeniach mierniczych $P = 30D^2$ i zachowaniu warunków, że średnica d otrzymanego odcisku leży w granicach $0,25D < d < 0,7D$, zakres mierzonej twardości wynosi od 67 do 600 kg/mm^2 ; dla $P = 10D^2$ — od 22 do 200 kg/mm^2 ; dla $P = 5D^2$ — od 11 do 100 kg/mm^2 oraz dla $P = D^2$ — od 3 do 20 kg/mm^2 . Dla ułatwienia korzystania z wykresu podano na nim zakresy twardości niektórych materiałów. W praktyce należy unikać otrzymywania odcisków o średnicach zbliżonych do $0,25D$. Pomiar odcisku jest wtedy bardzo trudny, gdyż jego krawędzie nie są ostre.

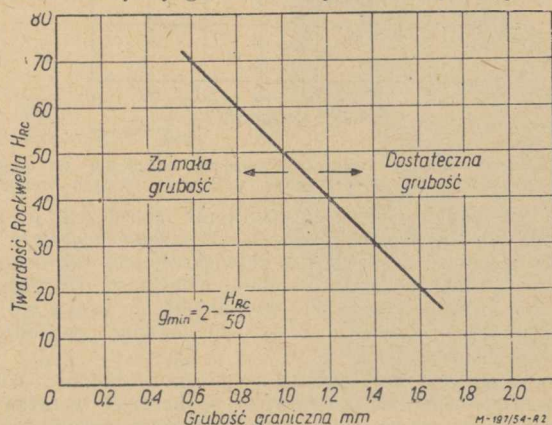
TABLICA I. Zakres stosowania pomiarów twardości sposobem *Rockwella*

Materiał	Skala	Obciążenie w kg		$P_0 + P_1$ całkowite	Zakres twardości
		P_0 wstępne	P_1 główne		
Metale twarde, węgliki spiekane	A stożek diamentowy	10	50	60	$H_{RC} > 67$ $H_V > 890 \text{ kg/mm}^2$
Stale miękkie, brąz, mosiądże	B kulka stalowa $1/16''$	10	90	100	$H_{RB} = 35 + 100$ $H_V = 80 + 230 \text{ kg/mm}^2$
Stale hartowane	C stożek diamentowy	10	140	150	$H_{RC} = 20 + 67$ $H_V = 225 + 890 \text{ kg/mm}^2$
Stopy i metale miękkie	F kulka stalowa	10	50	60	$H_{RB} < 35$ $H_V < 80 \text{ kg/mm}^2$

Przy dużych średnicach kulek powstaje znaczne uszkodzenie powierzchni. Można tego poniekąd uniknąć przez zastosowanie małego obciążenia i małej kulki. Należy jednak dążyć do stosowania pomiaru przy użyciu kulki o średnicy 10 mm , obciążeniu 3000 kg i czasie trwania pełnego obciążenia 15 sek ($H_{B10/3000/15}$).

Sposób *Brinella* nie nadaje się do masowego i szybkiego pomiaru twardości dużej liczby przedmiotów. Pomiaru takie umożliwia sposób *Rockwella*. Polega on na dwustopniowym wciskaniu w badany materiał wgłębnika (stożka diamentowego o kącie wierzchołkowym 120° i promieniu zaokrąglenia $0,2 \text{ mm}$ — lub kulki stalowej $1/16''$). Wartości liczbowe twardości *Rockwella* zależą od zastosowanego obciążenia i wgłębnika. W związku z tym istnieją 4 skale znormalizowane, nieporównywalne między sobą. Tabl. I podaje warunki wykonania pomiaru oraz zakres stosowania skal znormalizowanych.

Do zalet tego sposobu można zaliczyć dużą szybkość wykonywania pomiarów, prostą obsługę twardościomierza oraz możliwość całkowitego zautomatyzowania przebiegu pomiaru. Otrzymywanie pomiarów, prostą obsługę twardościomierza oraz mimo to ten sposób ten może być stosowany do przedmiotów o znacznie mniejszej grubości. Wykres na rys. 2 przedstawia



Rys. 2. Grubość graniczna próbki przy pomiarze sposobem *Rockwella*.

graniczną grubość przedmiotu lub warstwy utwardzonej przy pomiarze twardości sposobem *Rockwella* wg skali C.

Wadą sposobu *Rockwella* jest to, że wartości liczbowe nie mają określonego sensu fizycznego; są one wielkością bezwymiarową, charakteryzującą jedynie w sposób złożony wielkość zagłębienia wgnębnika.

Sposobu *Rockwella* nie zaleca się stosować do pomiarów twardości:

a) materiałów o niejednorodnej strukturze, ponieważ wynik charakteryzowałby tylko twardość składnika strukturalnego, a nie twardość średnią;

b) materiałów kruchych;

c) przedmiotów, które pod wpływem obciążenia mierniczego odkształcają się plastycznie lub sprężysto;

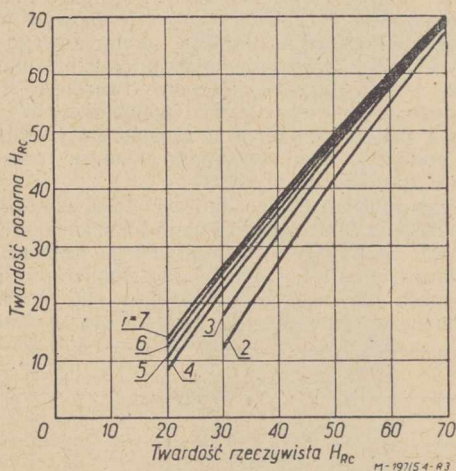
d) przedmiotów o powierzchniach niepłaskich, jeśli promień krzywizny w miejscu pomiaru jest mniejszy niż 5 mm.

Jeżeli zachodzi konieczność pomiarów twardości na powierzchniach zakrzywionych, to wynik odczytany na czujniku twardościomierza należy skorygować. Rys. 3 przedstawia zależność między twardością pozorną odczytaną na czujniku, a twardością rzeczywistą dla wałków cylindrycznych o różnych promieniach krzywizny (wg *Spektora*).

Pomimo swych wad sposób *Rockwella* ma szerokie zastosowanie w przemyśle. Ostatnio nawet prowadzone są prace mające na celu wprowadzenie międzynarodowego wzorca twardości wg *Rockwella*.

Spółród omawianych sposobów pomiaru twardości najbardziej uniwersalny, chociaż najmniej rozpowszechniony w naszym przemyśle jest sposób *Vickersa*. Umożliwia on bowiem pomiar twardości zarówno materiałów bardzo twardych, kruchych, jak również miękkich. Sposób ten polega na wciskaniu piramidki diamentowej o kącie 136° pod wpływem siły statycznej. Kąt dwuścienny wgnębnika równy 136° jest dobrany tak, że zapewnia dostateczną zgodność wartości liczbowych z wynikiem pomiarów sposobem *Brinella* dla materiałów, których twardość nie przewyższa $H_B = 400 \text{ kg/mm}^2$.

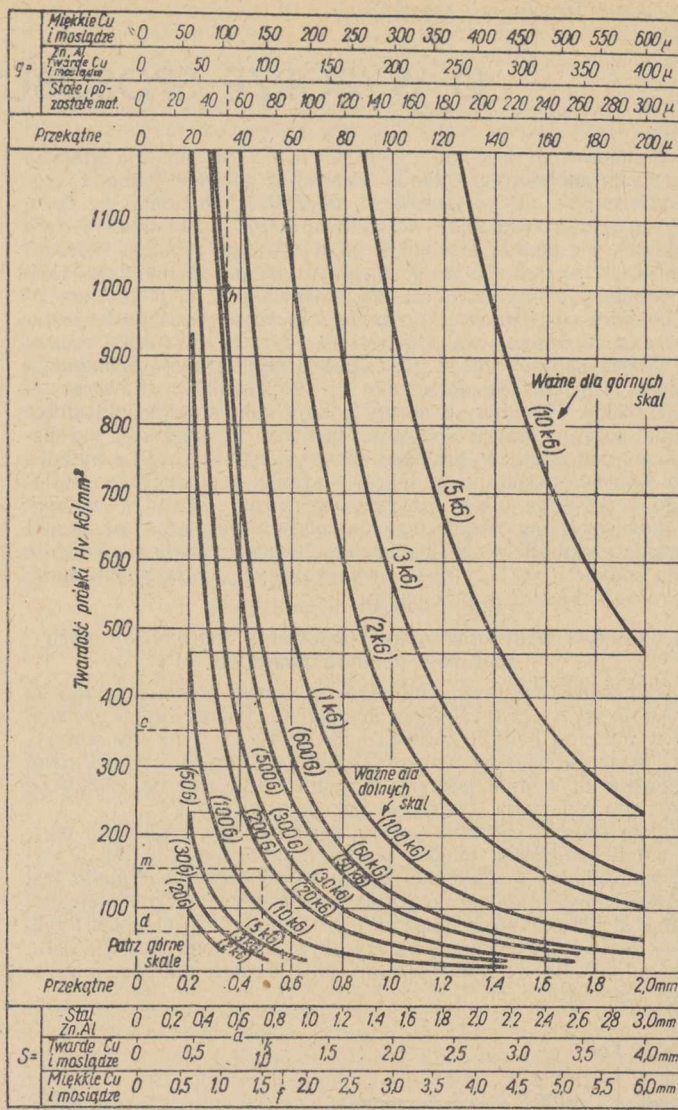
Odciski wykonane wgnębnikiem piramidkowym przy różnych obciążeniach na jednym i tym samym materiale mają kształt podobny. Z tego powodu wartości liczbowe twardości są wielkością stałą, niezależną od obciążenia. Jednak przy przejściu do pomiarów przy małych obciążeniach poniżej 350 G (stosowanych w pomiarach tzw. mikrotwardości), wartości te zwiększają się. Znormalizowane wielkości obciążenia znajdują się w zakresie od 5 do 120 kG. Jednak ostatnio coraz szersze zastosowanie ma pomiar przy obciążeniach mniejszych, dochodzących nawet do 1 G. Umożliwia to między innymi pomiar twardości: przedmiotów bardzo cienkich, cienkich warstw utwardzonych, powłok galwanicznych, materiałów szczególnie twardych, poszczególnych składników strukturalnych itp.



Rys. 3. Zależność między twardością pozorną odczytaną na czujniku a twardością rzeczywistą, w przypadku wałków o różnych średnicach.

Rys. 4 przedstawia zależność obciążenia mierniczego od grubości próbki lub warstwy utwardzonej. Obciążenie miernicze jednak należy stosować możliwie jak największe, lecz tak dobrane, żeby były spełnione warunki określone z wykresu. Do pomiaru materiałów o twardości powyżej 500 kg/mm^2 nie zaleca się stosować większych obciążeń od 50 kG, by uniknąć uszkodzenia ostrosłupa diamentowego.

Ważną zaletą sposobu *Vickersa* jest jego dokładność. Wierzchołki kwadratowego odcisku bowiem są bardziej wyraźne niż obwód odcisku okrągłego i dlatego też przekątną można dokładniej zmierzyć niż średnicę w przypadku sposobu *Brinella*.



Rys. 4. Wykres do wyznaczania dopuszczalnego obciążenia mierniczego P w zależności od grubości g próbki względnie warstwy utwardzonej.

Przykłady: 1. Przedmiot stalowy o przewidywanej twardości $H_V \approx 350$ ma grubość $g = 0,6 \text{ mm}$. Dopuszczalne obciążenie wynosi 30 kG (punkt przecięcia się prostej ab z cb).

2. Twardość próbki z miękkiej miedzi $H_V \approx 60$ chcemy mierzyć przy obciążeniu $P = 10 \text{ kG}$ (prosta cd). Jaką grubość powinna mieć próbka? Prosta ef odcina na dolnej skali „miękkie Cu” graniczną grubość $g = 1,7 \text{ mm}$.

3. Warstwa nchromowana o grubości $g = 50 \mu$ (punkt j , górna skala „inne metale”) o przybliżonej twardości $H_V \approx 1000$ (punkt 0). Największe obciążenie wynosi 600 G (najbliższa krzywa na lewo od punktu przecięcia h).

4. Przy pomiarze twardości części aluminiowej o grubości 1 mm przy zastosowaniu obciążenia $P = 60 \text{ kG}$ uzyskano wynik $H_V = 150$. Czy wynik ten można uważać za wiarogodny? Punkt przecięcia i wskazuje na to, że dla grubości $g = 1 \text{ mm}$ przy „Aluminium” (punkt k środkowej dolnej skali) i $H_V = 150$ (punkt m) dopuszczalne największe obciążenie wynosi 20 kG. Wobec powyższego wynik $H_V = 150$ należy uważać za wątpliwy.

Do wad sposobu *Vickersa* należy zaliczyć małą szybkość dokonywania pomiaru oraz konieczność fachowej obsługi twardościomierza. Ponadto sposobu *Vickersa*, podobnie jak sposobu *Rockwella*, nie można używać do pomiaru twardości materiałów o niejednorodnej strukturze oraz żeliw.

2. Wybór sposobu pomiaru

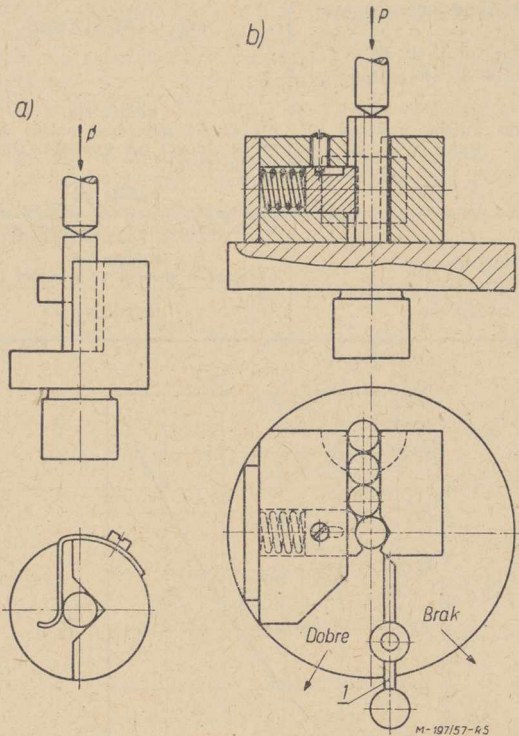
Z podanych poprzednio uwag jasno wynika, jakie sposoby pomiaru należy zastosować do określonych materiałów. Większe trudności przedstawia sprawa wyboru sposobu pomiaru dla półfabrykatów i gotowych wyrobów, bowiem w tych przypadkach zależy on nie tylko od materiału, lecz także od stanu powierzchni, rozmiarów i kształtu badanego przedmiotu. W celu uniknięcia uszkodzenia gotowego przedmiotu oraz uniknięcia błędów pomiaru należy odpowiednio dobrać sposób i warunki pomiaru.

Przykłady:

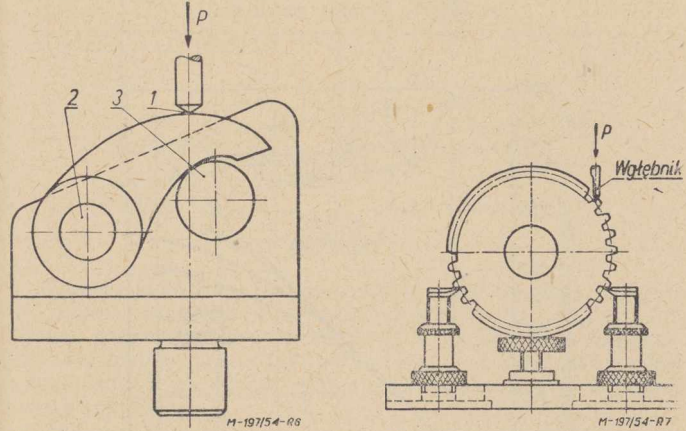
a) Twardość wałków stalowych należy mierzyć na powierzchni czołowej, przy czym należy rozróżnić dwa przypadki:

- 1) małą ilość sprawdzanych przedmiotów,
- 2) bieżące sprawdzanie dużej ilości.

Można stosować:
 — dla wałków niehartowanych — sposób *Brinella*, przy obciążeniu 187,5 kG i kulce o średnicy 2,5 mm, *Rockwella* wg skali *B* lub *Vickersa*
 — dla wałków hartowanych — sposób *Rockwella* wg skali *C* lub *Vickersa*.



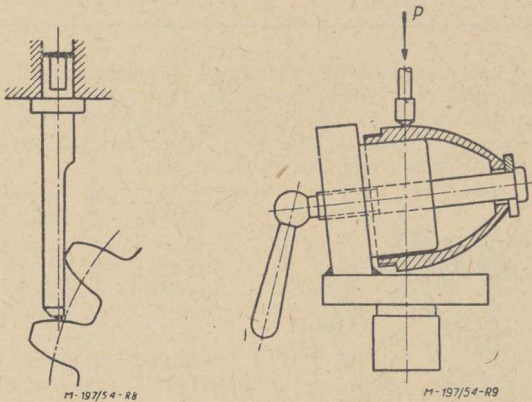
Rys. 5. Pomiar twardości na powierzchni czołowej wałków stalowych.
 Dla wałków o dużych długościach należy zastosować uchwyt pokazany na rys. 5a. W przypadku dużej ilości wałków celowe jest zastosowanie uchwytu pokazanego na rys. 5b. Dla przyspieszenia pomiaru można oddzielać zbrakowane wałki od dobrych za pomocą wyrzutnika 1.



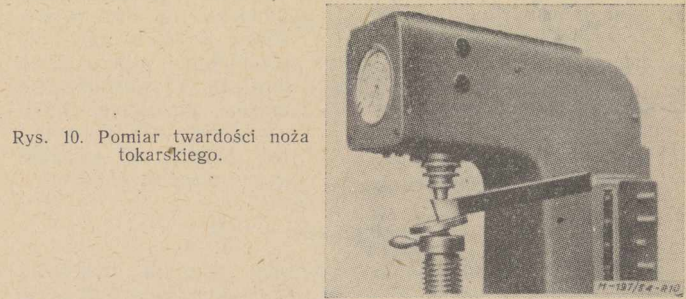
Rys. 6. Pomiar twardości zapadki.
 b) Pomiar twardości zahartowanej zapadki przełącznikowej. Twardość należy mierzyć w miejscu oznaczonym cyfrą 1 (rys. 6).
 Pomiar można wykonać sposobem — *Rockwella* wg skali *C* lub *Vickersa*. Zapadkę w celu ustalenia miejsca pomiaru i uniknięcia jej przechylania należy odpowiednio zamocować. W opisanym urządzeniu należy ją nasadzić na czop 2 i podeprzeć pod miejscem pomiaru czopem 3. Przy zastosowaniu pomiaru sposobem *Rockwella* należy urządzenie uchwytowe wykonać starannie, każde bowiem przemieszczenie badanego przedmiotu pod wpływem obciążenia mierniczego wchodzi w całości jako błąd do wyniku pomiaru (wielkość przemieszczenia równa 2μ spowoduje błąd równy jednej jednostce *Rockwella*).
 c) Pomiar twardości kół zębatach. Twardość należy zmierzyć na bocznej powierzchni zęba.
 Pomiar należy wykonać sposobem *Vickersa* przy obciążeniach ≤ 10 kG. Pomiaru sposobem *Rockwella* nie można zastosować ze względu na małe wymiary koła zębatego (obciążenie 150 kG mogłoby spowodować uszkodzenie zęba).
 Rys. 7 pokazuje urządzenie uchwytowe zapewniające nie tylko niezawodne oparcie koła zębatego, lecz także ustawienie miejsca pomiaru prostopadle do kierunku działania obciążenia.

W celu umożliwienia dojścia wgłębnika, obsadka jego powinna być z jednego boku wyfrezowana (rys. 8).
 d) Czasem zachodzi konieczność pomiaru twardości na części cienkościennej wykonanej ze stopu lekkiego o niewygodnym do pomiaru kształcie. Twardość należy mierzyć w pobliżu gwintu. Należy zastosować pomiar sposobem *Vickersa*. Pomiaru sposobem *Rockwella* nie można stosować ze względu na możliwości odkształcenia się ścianki w czasie pomiaru.

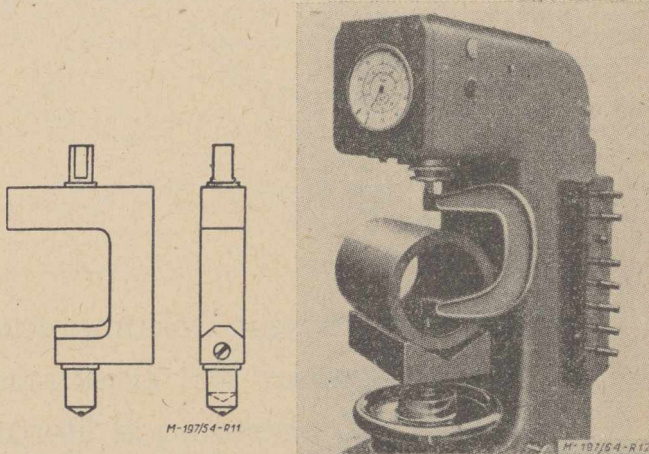
Rys. 9 przedstawia sposób zamocowania próbki.
 e) Pomiar twardości noża tokarskiego z nakładką z węglików spiekanych. Twardość należy mierzyć w pobliżu krawędzi tnącej noża.
 Można zastosować pomiar sposobem *Vickersa* lub *Rockwella* wg skali *A*. Pomiaru sposobem *Rockwella* wg skali *C* nie zaleca się stosować ze względu na możliwość uszkodzenia stożka diamentowego przy obciążeniu 150 kG. Nóż w czasie pomiaru należy ustawić na stoliku przegubowym, zapewniającym prostopadłość badanej powierzchni do kierunku działania obciążenia (rys. 10). Nóż do stolika jest dociskany tulejką dociskową.



Rys. 8. Obsadka wgłębnika do pomiaru twardości na powierzchni bocznej zęba.
 Rys. 9. Pomiar twardości przedmiotu cienkościnnego.
 f) Bardzo często spotykany w praktyce jest pomiar twardości wewnętrznej powierzchni pierścienia stalowego.



Należy zastosować pomiar sposobem *Rockwella* wg skali *C*. Sposobu *Vickersa* nie można zastosować ze względu na trudność pomiaru odcisku. Wgłębnik powinien być przymocowany na kabłąku (rys. 11). Kabłąk taki musi być dostatecznie sztywny. Schemat pomiaru przedstawia rys. 12.



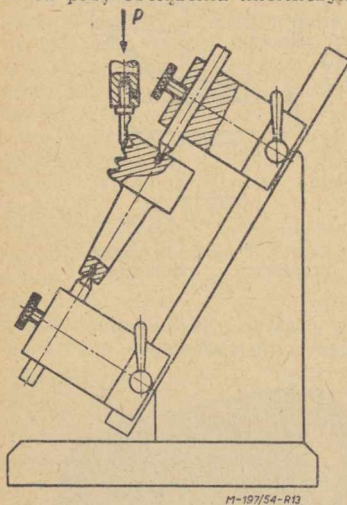
Rys. 11. Kabłąk do pomiaru twardości wewnętrznych powierzchni.
 Rys. 12. Pomiar twardości na wewnętrznej powierzchni tulei.

TABLICA II. Porównanie zakresu stosowania sposobów Brinella, Rockwella i Vickersa

Sposób	Brinella	Rockwella	Vickersa
Twardość od obciążenia	zależy	zależy	nie zależy
Materiały o jednostajnej twardości	przy kulce stalowej $H_B < 500 \text{ kG/mm}^2$ ($H_B < 540 \text{ kG/mm}^2$) przy kulce z węglików wolframu $H_B < 600 \text{ kG/mm}^2$ ($H_V < 700 \text{ kG/mm}^2$)	H_{RC} od 20 do 67 (H_V od 225 do 890 kG/mm^2) H_{RB} od 35 do 100 (H_V od 80 do 230 kG/mm^2)	$H_V < 1200 \text{ kG/mm}^2$
Warstwy utwardzone	nie nadaje się	nadaje się do warstw powyżej 0,7 mm	nadaje się obciążenie miernicze należy dobrać w zależności od grubości warstwy utwardzonej
Powłoki galwaniczne	nie nadaje się	nie nadaje się	nadaje się obciążenie miernicze należy dobrać w zależności od grubości powłoki
Elementy drobne (powierzchnie docierane) sprawdziany	nie nadaje się	nie nadaje się	nadaje się obciążenie miernicze poniżej 10 kG
Próbki cylindryczne o małej średnicy	nie nadaje się	nadaje się	nadaje się

g) Pomiar twardości sprawdzianów gwintowych. Twardość należy zmierzyć na bocznej powierzchni gwintu.

W celu uniknięcia niedopuszczalnych uszkodzeń powierzchni należy zastosować pomiar twardości wyłącznie sposobem Vickersa przy obciążeniu mierniczym $\leq 10 \text{ kG}$.



Rys. 13. Pomiar twardości sprawdzianu gwintowego.

Rys. 13 przedstawia schemat zamocowania sprawdzianu w czasie pomiaru. Sprawdzian należy ustawić ukośnie odpowiednio do kąta gwintu (np. w przypadku gwintu metrycznego $\alpha/2 = 30^\circ$). Obsadka diamentu powinna mieć kształt jak na rys. 8.

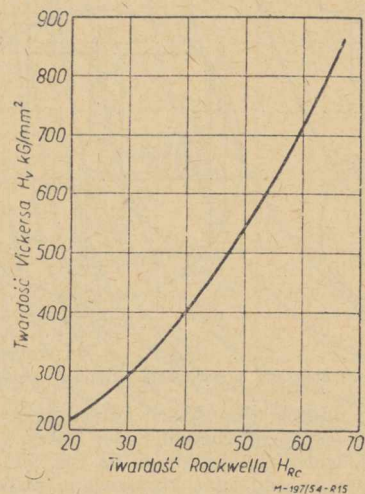
Z podanych przykładów wynika, że przy wyborze sposobu pomiaru twardości gotowych przedmiotów nie można stosować ścisłych reguł. W niektórych przypadkach bowiem z powodzeniem można zastosować kilka sposobów, wtedy wybór jest zależny od posiadanego twardościomierza.

3. Wnioski

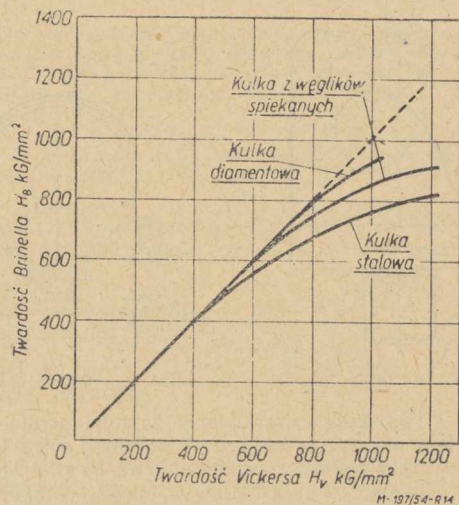
Porównując znormalizowane sposoby pomiaru twardości (tabl. II) widać, że sposób Vickersa jest najdoskonalszy. Z przytoczonych przykładów wynika również, że sposób ten może być stosowany prawie we wszystkich przypadkach. Sposób ten powinien być używany we wszystkich pracach badawczych jako zasadniczy, a w przemyśle powinien znaleźć szersze zastosowanie. Ponadto, ze względu na szeroki zakres mierzonych twardości, uzyskane innymi sposobami wyniki pomiaru powinno się porównywać z twardością Vickersa (H_V). Wykresy (rys. 14 i rys. 15) przedstawiają zależności między twardością Vickersa a twardościami Brinella i Rockwella.

LITERATURA

- 1) S. Błażewski „Pomiary twardości metali” Warszawa, PWT 1953 r.
- 2) Grigorowicz „O zasadniczej metodzie pomiaru i obliczaniu twardości” Zawodská Laboratoria 1943 str. 457.
- 3) Norma DIN 51200.
- 4) H. von Weingraber „Technische Härtemessung” München 1953 r.
- 5) F. Roll i W. Eger „Streuweite der Brinellhärte bei Gusseisen und Stahl” VDI — Zeitschrift 1942, Nr 35/36.



Rys. 14. Wykres twardości Vickersa w zależności od twardości Brinella dla kul z różnych materiałów.



Rys. 15. Wykres twardości Vickersa w zależności od twardości Rockwella wg skali C.

Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej, Warszawa, al. Niepodległości 188, dostarcza w prenumeracie KARTY DOKUMENTACYJNE obejmujące literaturę fachową ze wszystkich dziedzin techniki.

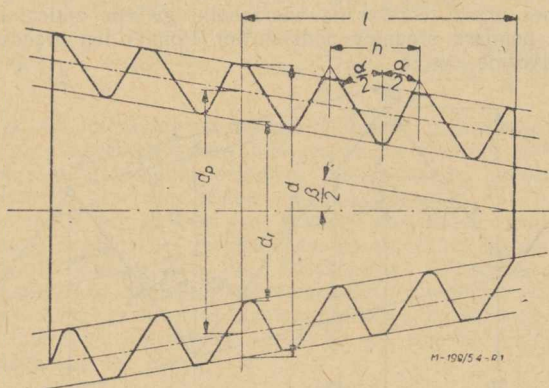
POMIARY DOKŁADNYCH GWINTÓW STOŻKOWYCH

Gwinty stożkowe są to gwinty specjalne, przeznaczone między innymi do łączenia rur. Od gwintów zwykłych różnią się one tym, że są wykonane na stożku, podczas gdy gwinty zwykłe wykonuje się na walcu obrotowym.

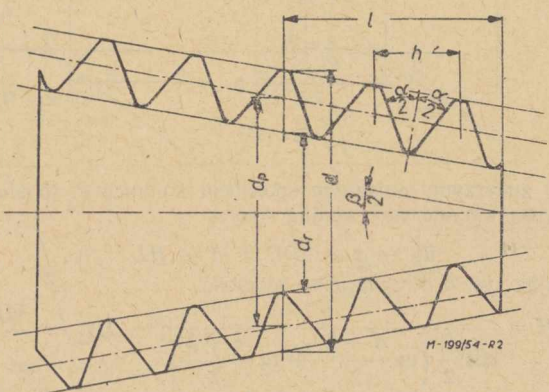
Gwinty stożkowe występują w dwóch odmianach, a mianowicie:

- 1) gwinty o zarysie prostopadłym do osi stożka,
- 2) gwinty o zarysie równoległym do tworzącej stożka.

Gwint stożkowy pierwszego rodzaju przedstawia rys. 1, drugiego rodzaju — rys. 2.



Rys. 1



Rys. 2

Gwinty stożkowe charakteryzują te same elementy, co gwinty zwykłe. Średnice, jako wielkości zmieniające się, charakteryzują gwint stożkowy lokalnie, tj. w oznaczonej odległości l od bazy gwintu. Jako bazę można przyjąć którąkolwiek z płaszczyzn końcowych, tj. od strony najmniejszych względnie największych średnic.

Gwinty stożkowe najczęściej mierzymy na mikroskopie uniwersalnym przy użyciu nożyków mierniczych. Zaletą tych pomiarów jest ich dość duża dokładność. Na mikroskopie uniwersalnym przy użyciu nożyków mierniczych można zmierzyć wszystkie elementy gwintu stożkowego, a więc: skok, kąty i średnice.

Pomiar każdego z dwóch podanych rodzajów gwintu stożkowego wymaga oddzielnego omówienia.

1. Gwint o zarysie prostopadłym do osi gwintu

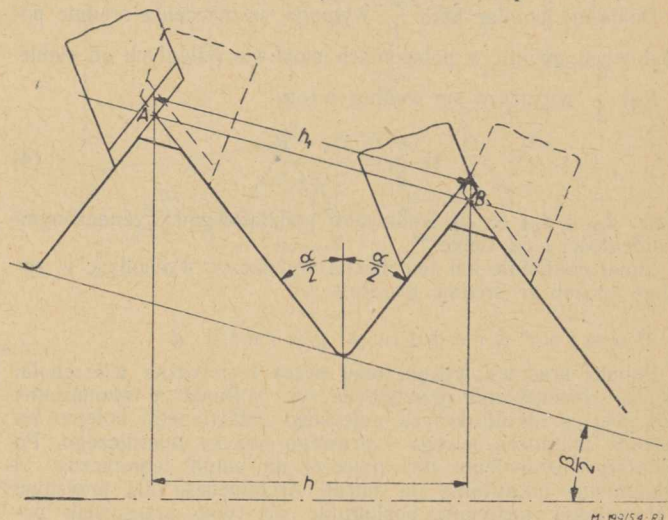
a) Pomiar skoku

Pomiar skoku na mikroskopie uniwersalnym przy użyciu nożyków mierniczych podaje schematycznie rys. 3. Elementem mierzonym jest odcinek h . Oś obrotu krzyża pającego okularu mikroskopu ustawiamy przy użyciu nożyków mierniczych na wierzchołek teoretycznego zarysu gwintu (punkt A). Położenie punktu A odczytujemy na wzorcu dla przesuwu podłużnego mikroskopu. Następnie przesuwamy gwint w kierunku podłużnym i poprzecznym aż do osiągnięcia jak poprzednio ustawienia podobnego na wierzchołku B zarysu gwintu.

Skok wyznaczamy różnicą odczytów:

$$h = l_B - l_A$$

Słabą stroną tego pomiaru jest to, że dla uzyskania różnicy odczytów posługujemy się obydwooma przesuwami mikroskopu, co wprowadza do wyniku pomiaru błędy związane z nieprostotnością przesuwów. Ponadto zużycie gwintu w pobliżu wierzchołków znacznie zmniejsza dokładności pomiarów.



Rys. 3

Drugi sposób pomiaru skoku na mikroskopie przedstawia schematycznie rys. 4. Polega on na zmierzeniu odcinka $A_1 B_1$ (w dowolnym miejscu nośni) w kierunku osi gwintu.

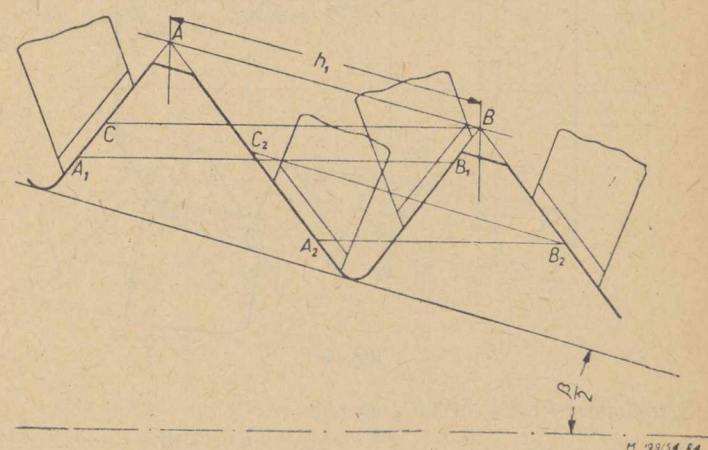
Przy ustawieniu nożyków mierniczych i wykonaniu odczytów na lewych nośniach wyznacza się odcinek $A_1 B_1$, a przy podobnym pomiarze na prawych nośniach odcinek $A_2 B_2$. Odpowiednio do tego skok wyznacza się według wzoru:

$$h = \frac{A_1 B_1 \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\beta}{2}}{\cos \frac{\alpha - \beta}{2}} \quad [2]$$

lub

$$h = \frac{A_2 B_2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\beta}{2}}{\cos \frac{\alpha + \beta}{2}} \quad [3]$$

Wzór [2] otrzymuje się z trójkąta ABC przy pomocy wzoru sinusów, a wzór [3] z trójkąta $A_2 B_2 C_2$.



Rys. 4

Pomiar ten wymaga uprzedniego wyznaczenia półkąątów $\frac{\alpha}{2}$ zarysu gwintu oraz kąta β zbieżności stożka.

b) P o m i a r k ą t a $\frac{\alpha}{2}$

Pomiar ten nie następuje trudności. Wykonuje się go w taki sam sposób, jak pomiar kątów dla zwykłego gwintu niestozkowego.

c) P o m i a r k ą t a $\frac{\beta}{2}$

Dokładny pomiar kąta $\frac{\beta}{2}$ wymaga wyznaczenia średnic podziałowych gwintu w położeniach możliwie odległych od siebie.

Kąt $\frac{\beta}{2}$ wyznacza się według wzoru:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{d_{p2} - d_{p1}}{2l} \quad [4]$$

gdzie: d_{p1} i d_{p2} — są średnicami podziałowymi wyznaczonymi w odległości l od siebie.

Mniej dokładnie kąt ten można wyznaczyć wychodząc w podobny sposób ze średnic gwintu.

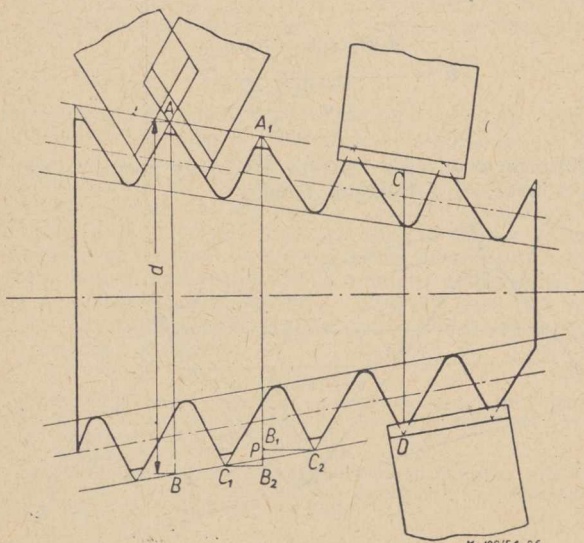
d) P o m i a r ś r e d n i c y g w i n t u d

Pomiar średnicy wyznaczonej przez teoretyczne wierzchołki gwintu schematycznie przedstawia rys. 5. Punkt A wyznaczamy jako miejsce obrotu krzyża pajączego ustawianego kolejno na krawędź mierniczą lewego i prawego nożyka mierniczego. Po dokładnym ustawieniu nici pajączkiej na punkt teoretyczny A wykonujemy odczytanie na spirali Archimedes'a dla przesuwu poprzecznego, następnie posługując się tylko przesuwem poprzecznym mikroskopu wprowadzamy punkt B w pole widzenia okularu. Celem doprowadzenia najbliższego wierzchołka gwintu do punktu B obracamy gwint dookoła osi o kąt 180° . Nic pajączką ustawiamy na punkt B w podobny sposób jak poprzednio na punkt A . Średnicę gwintu wyznaczamy ze wzoru:

$$d = p_A - p_B \quad [5]$$

gdzie: p_A i p_B są odpowiednimi odczytaniem przesuwu poprzecznego mikroskopu w punktach A i B . Odległość zmierzonej średnicy od końca gwintu mierzymy na przesuwie podłużnym mikroskopu różnicą odczytania.

Pomiar ten jest obarczony dodatkowym błędem, jeśli gwint ma błąd owalności. Toteż często lepiej posłużyć się inną metodą (rys. 5), mierząc odcinki: A_1B_1 i A_1B_2 .



Rys. 5

Z trójkątów PB_1C_2 i PB_2C_1 wynika:

$$PB_1 = \frac{h}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}; \quad PB_2 = \frac{h}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$$

zatem:

$$A_1P = d = \frac{A_1B_1 + A_1B_2}{2} \quad [6]$$

Rzeczywistą średnicę gwintu wyznaczamy na mikroskopie w sposób taki, jak średnicę stożka. Schematycznie pomiar ten ilustruje rys. 5 w odniesieniu do średnicy CD .

Wynik pomiaru wyznaczamy różnicą odczytania:

$$d = p_C - p_D \quad [7]$$

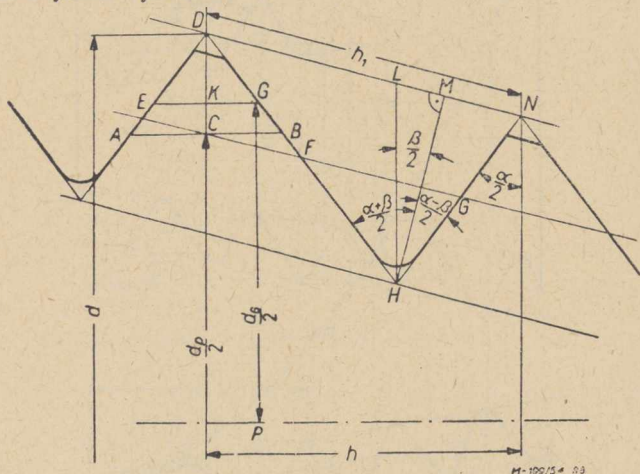
gdzie: p_C i p_D odczytania na wzorcu dla przesuwu poprzecznego mikroskopu w punktach C i D średnicy.

e) P o m i a r ś r e d n i c y r d z e n i o w e j d

Średnica rdzeniowa jest najczęściej pogłębiona i nie wymaga dokładniejszych pomiarów. Średnicę tę na ogół wystarczy wyznaczyć różnicą odczytania na wzorcu przesuwu dla poprzecznego mikroskopu bez użycia nożyków mierniczych.

f) P o m i a r ś r e d n i c y p o d z i a ł o w e j

Najprostsze wydaje się wyjście ze średnicy gwintu wyznaczonej przez teoretyczne wierzchołki gwintu, zmierzonej w miejscu pomiaru średnicy podziałowej. Pomiar ten przedstawia schematycznie rys. 6.



Rys. 6

Jeśli zmierzmy opisanym sposobem średnicę d , to średnicę podziałową wyznaczmy według wzoru:

$$d_p = d - 2DC = d - HL$$

Analizując rys. 6 otrzymujemy równość:

$$MH = \frac{h}{\cos \frac{\beta}{2} \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2} \right)}; \quad HL = \frac{MH}{\cos \frac{\beta}{2}}$$

stąd:

$$d_p = d - \frac{h}{\cos^2 \frac{\beta}{2} \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2} \right)} \quad [8]$$

Inny sposób pomiaru pośredniego średnicy podziałowej polega na wyznaczeniu szerokości zęba EG (przy użyciu nożyków) w dowolnym miejscu zarysu (rys. 6).

Odcinek AB wyznaczający punkt C średnicy podziałowej można wyliczyć ze wzoru:

$$AB = \frac{h}{\cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\beta}{2} \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha - \beta}{2}} + \frac{1}{\cos \frac{\alpha + \beta}{2}} \right)} \quad [9]$$

Średnicę d_p można wyznaczyć ze wzoru:

$$d_p = d_G - \frac{AB - EG}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \quad [10]$$

Odcinek GP wyznaczamy na przesuwie poprzecznym mikroskopu jako różnicę odczytania dla punktu G i dla osi kłków.

Gwinty stożkowe o większych średnicach i wierzchołkach ściętych można mierzyć na mikroskopie przy ustawieniu równoległym ich tworzącej do przesuwu podłużnego. W przypadku tym opieramy się na rzeczywistej średnicy gwintu, zmierzonej uprzednio w przekroju, w jakim wyznaczona została średnica podziałowa. Schematycznie pomiar ten przedstawia rys. 7.

Średnicę podziałową wylicza się z zależności:

$$d_p = d - 2EG$$

Analizując rys. 7 otrzymujemy równanie:

$$CD = AB + EF \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + EF \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2}; \quad h = h_1 \cdot \cos \frac{\beta}{2};$$

skąd:

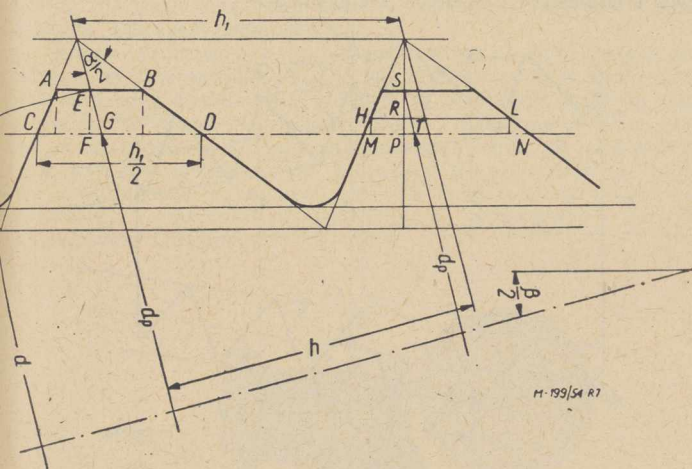
$$2EF = \frac{h_1 - 2AB}{\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2}} = \frac{\frac{h}{\cos \frac{\beta}{2}} - 2AB}{\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2}}$$

zatem:

$$d_p = d - \frac{h_1 - 2AB}{\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2}} = d - \frac{h - 2AB \cos \frac{\beta}{2}}{\cos^2 \frac{\beta}{2} \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2} \right)} \quad [11]$$

Odcinek AB mierzymy na wzorcu przesuwu podłużnego mikroskopu przy użyciu nożyków mierniczych, a średnicę gwintu d mierzymy w ustawieniu osiowym (oś gwintu w położeniu równoległym do przesuwu podłużnego mikroskopu).

Uogólnieniem tej metody jest pomiar szerokości zęba nie na tworzącej zewnętrznej gwintu, lecz na dowolnej głębokości zarysu gwintu. Celowe jest dla zwiększenia dokładności pomiaru średnicy d_p mierzenie tej szerokości w pobliżu połowy wysokości zarysu gwintu. Na wzorcu przesuwu podłużnego mikroskopu mierzymy odcinek HL (rys. 7), na wzorcu przesuwu poprzecznego odcinek RS .



Rys. 7

Średnicę podziałową wyliczamy ze wzoru:

$$d_p = d - \frac{2RS}{\cos \frac{\beta}{2}} - \frac{h - 2HL \cdot \cos \frac{\beta}{2}}{\cos^2 \frac{\beta}{2} \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2} \right)} \quad [12]$$

Wzór [11] jest szczególnym przypadkiem wzoru [12], a mianowicie przy $RS = 0$.

Gwinty stożkowe można również mierzyć metodą wałeczkową. Schematycznie pomiar ten przedstawia rys. 8. Wykonujemy dwa chwytwa wałeczkowe: M_1 i M_2 w kierunku prostopadłym do osi gwintu. Chwytwa te można wykonać na urządzeniu mającym dwa wzajemnie prostopadłe przesuwu, z których jeden jest mierzony za pomocą czujnika (w kierunku prostopadłym do osi gwintu), drugi — za pomocą śruby mikrometrycznej. Chwytwa wałeczkowe wyznaczamy przy użyciu czujnika, położenie mierzonej średnicy d_p względem bazy — przy użyciu śruby mikrometrycznej.

Wzór na średnicę podziałową wyprowadzić można na podstawie rys. 8.

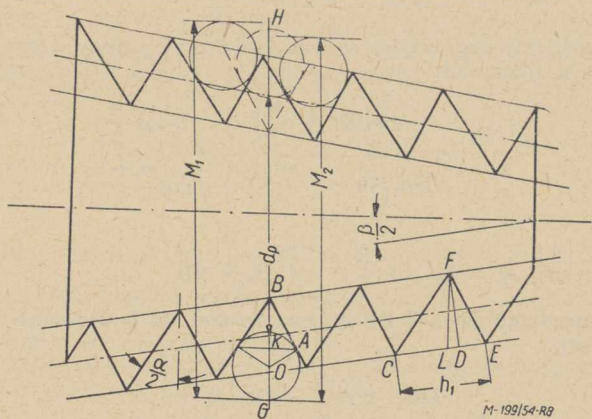
$$d_p = GH - 2GO - 2OB + 2BK$$

Oznaczając średnicę wałeczków przez d_w otrzymujemy:

$$d_p = \frac{M_1 + M_2}{2} - d_w - \frac{d_w}{\sin \frac{\alpha}{2}} + FL$$

Wyznaczenie FL umożliwia zależność:

$$CD = FD \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2}; \quad DE = FD \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2};$$



Rys. 8

zatem:

$$CD + DE = h_1 = FD \cdot \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2} \right); \quad h_1 = \frac{h}{\cos \frac{\beta}{2}};$$

stąd:

$$FD = \frac{h}{\cos \frac{\beta}{2} \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2} \right)}$$

zatem:

$$FL = \frac{FD}{\cos \frac{\beta}{2}} = \frac{h}{\cos^2 \frac{\beta}{2} \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2} \right)}$$

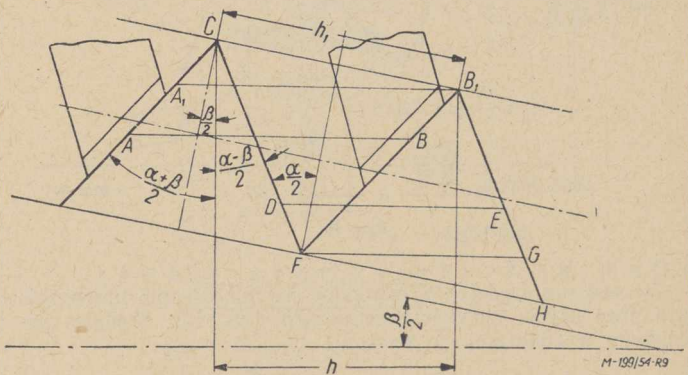
Wzór na średnicę podziałową ma więc postać:

$$d_p = \frac{M_1 + M_2}{2} - d_w \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) + \frac{h}{\cos^2 \frac{\beta}{2} \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2} \right)} \quad [13]$$

2. Gwint o zarysie równoległym do tworzącej stożka

a) Pomiar skoku

Pomiar bezpośredni na mikroskopie uniwersalnym przedstawiony na rys. 3 ma również zastosowanie i w tym przypadku.



Rys. 9

Drugi sposób, polegający na pomiarze odcinka AB lub DE wyjaśnia rys. 9. W przypadku gdy mierzymy AB (lewe nośnię) skok wyznacza się według wzoru:

$$h = \frac{AB \cdot \cos \frac{\beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \quad [14]$$

Zależność [14] wyprowadza się z ΔA_1B_1C przy pomocy wzoru sinusów, a mianowicie:

$$\frac{A_1B_1}{h_1} = \frac{\sin \left(90^\circ + \frac{\alpha}{2} \right)}{\sin \left(90^\circ - \frac{\alpha + \beta}{2} \right)} = \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha + \beta}{2}}$$

przy czym: $h = h_1 \cdot \cos \frac{\beta}{2}$; $A_1B_1 = AB$

Jeśli mierzymy odcinek DE (prawe nośnie), to h wyznacza się ze wzoru:

$$h = \frac{DE \cdot \cos \frac{\beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \quad [15]$$

Wzór ten wyprowadza się z ΔFGH

b) Pomiar kąta $\frac{\alpha}{2}$

Z rys. 9 widać, że zwykły pomiar mikroskopowy przy pomocy okularu goniometrycznego prowadzi do wyznaczenia kątów:

$$\frac{\alpha + \beta}{2}; \quad \frac{\alpha - \beta}{2};$$

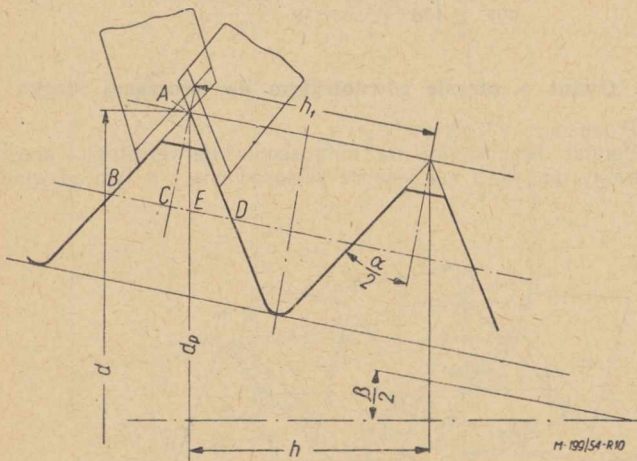
Oznaczając otrzymane z pomiaru za pomocą okularu goniometrycznego kąty dla obydwu nośni przez γ_1 i γ_2 otrzymujemy dwa równania:

$$\frac{\alpha + \beta}{2} = \gamma_1; \quad \frac{\alpha - \beta}{2} = \gamma_2$$

stąd

$$\frac{\alpha}{2} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}; \quad \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2}$$

c, d, e) Pomiar zbieżności stożka oraz średnicy gwintu i średnicy rdzenia w jej przeprowadza się w sposób podany dla gwintów o zarysie prostokątnym do osi gwintu.



Rys. 10

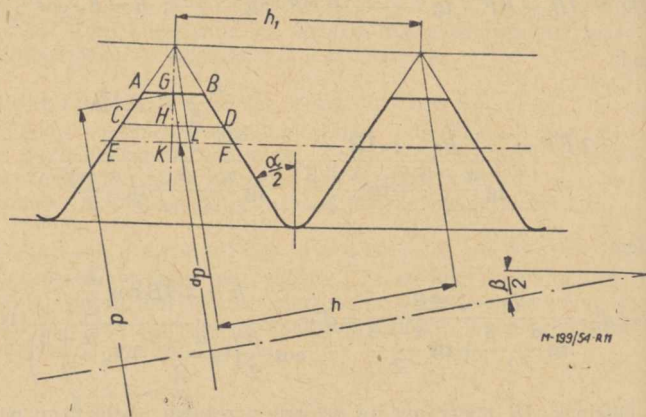
f) Pomiar średnicy podziałowej

Teoretyczną średnicę d mierzymy na mikroskopie uniwersalnym przy użyciu nożyków mierniczych (rys. 10). Średnicę podziałową wyznaczamy ze wzoru:

$$d_p = d - 2AE = d - \frac{h}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \cos^2 \frac{\beta}{2}} \quad [16]$$

Odcinek AE wyznacza się z trójkątów ABC i ACE.

Inna metoda pomiaru tego gwintu na mikroskopie polega na wyznaczeniu szerokości CD (rys. 11) w dowolnym miejscu zarysu, oraz odległości HG od powierzchni zewnętrznej gwintu. Do tego pomiaru gwintu ustawia się tworzącą stożka równoległą do przesuwu podłużnego mikroskopu.

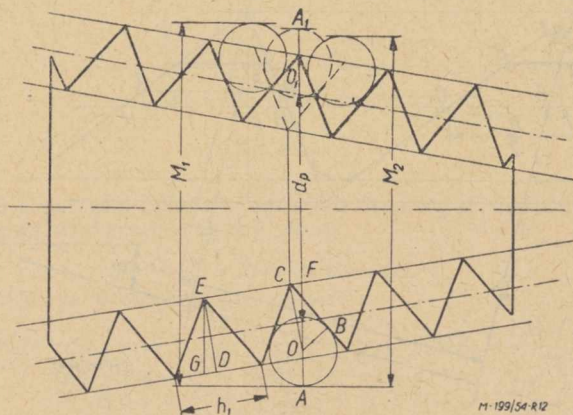


Rys. 11

Średnicę gwintu mierzymy w ustawieniu osiowym. Średnicę podziałową wyznaczamy ze wzoru:

$$d_p = d - 2GL = d - \frac{2HG}{\cos \frac{\beta}{2}} - \frac{h - 2CD \cdot \cos \frac{\beta}{2}}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \cos^2 \frac{\beta}{2}} \quad [17]$$

Metodę tę stosujemy w przypadku gwintu stożkowego o dużych średnicach i o ściętych wierzchołkach.



Rys. 12

Metodę wałeczkową pomiaru omawianych gwintów stożkowych objaśnia rys. 12. Wykonujemy kolejno chwytów wałeczkowe M_1 i M_2 w kierunku prostokątnym do osi gwintu, a następnie wyliczamy średnicę podziałową ze wzoru:

$$d_p = \frac{M_1 + M_2}{2} - d_w \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos^2 \frac{\beta}{2}} \right) + \frac{h}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \cos^2 \frac{\beta}{2}} \quad [18]$$

Wyprowadzenie wzoru:

$$d_p = AA_1 - 2AO - 2OF + GE;$$

$$AA_1 = \frac{M_1 + M_2}{2}; \quad 2AO = d_w$$

$$OC = \frac{d_w}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}; \quad OF = \frac{OC}{\cos \frac{\beta}{2}} = \frac{d_w}{2 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\beta}{2}};$$

$$GE = \frac{DE}{\cos \frac{\beta}{2}} = \frac{L}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \cos^2 \frac{\beta}{2}};$$

Z wyprowadzonych zależności wynika bezpośrednio wzór [18].

Opisane metody pomiaru gwintów stożkowych nie wyczerpują wszystkich możliwości pomiarowych. [W szczególności średnicę podziałową można też mierzyć metodą wałeczkową przy użyciu zwykłego mikrometru. Chwyt wałeczkowy wykonujemy podobnie jak dla gwintów niestożkowych, a różnice wielkości chwytów M_1 i M_2 wyrównujemy odpowiednio do zbieżności i skoku płytkami wzorcowymi. Pomiar ten wymaga uprzedniego wyznaczenia skoku i zbieżności mierzonego gwintu.

Metodę wałeczkową do pomiaru średnicy podziałowej można również stosować na zasadzie pomiaru bezpośrednich odległości wałeczków. Odpowiednie chwytwa wałeczkowe wykonujemy zwykłym mikrometrem.

Obydwa wspomniane pomiary ustępują jednak poprzednio opisanym pod względem dokładności. Mała dokładność pomiaru jest następstwem niepewnego ustawienia w czasie pomiaru.

Zagadnienie ilościowej analizy dokładności opisanych metod pomiarowych nie może być pomieszczone w ramach tej pracy.

Liczby dające przybliżoną orientację co do rzędu dokładności opisanych pomiarów na mikroskopie wynikają z danych katalogowych mikroskopu uniwersalnego ЧИМ-21. Według tych

danych dokładność pomiaru skoku gwintu przy użyciu nożyków pomiarowych wyznacza się ze wzoru:

$$\pm \left(1 + \frac{2,2}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{32} \right) \mu;$$

a dokładność pomiaru średnic ze wzoru:

$$\pm \left(1 + \frac{2,5}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{67} \right) \mu;$$

Przy założeniu np.: $\frac{\alpha}{2} = 30^\circ$; $h = 6,35$ mm; $d_p = 165,598$ mm

dokładność pomiaru skoku wynosi: $\approx \pm 4 \mu$,

dokładność pomiaru średnicy podziałowej: $\approx \pm 9 \mu$,

a dokładność pomiaru kątów: $\approx \pm 2'$

Dokładność pomiaru średnicy podziałowej metodą wałeczkową jest mniej więcej rzędu $\pm 0,01$ mm.

PIOTR KALUSKI

SPRAWDZANIE GWINTOWNIKÓW O NIEPARZYSTEJ LICZBIE OSTRZY

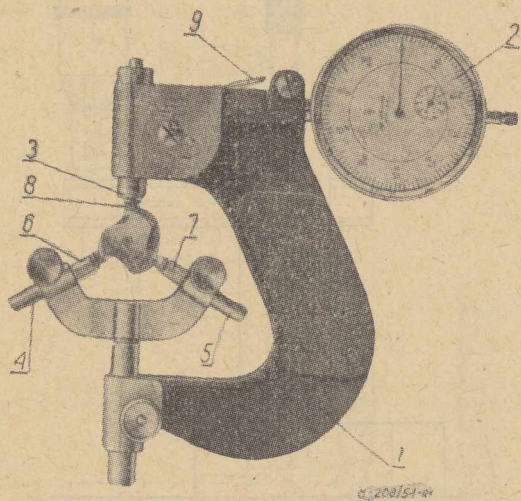
Dokładne sprawdzanie średnicy podziałowej gwintu w gwintownikach o nieparzystej liczbie ostrzy (najczęściej 3 lub 5) napotyka na trudności spowodowane niemożnością stosowania zwykłych uniwersalnych przyrządów mierniczych, jak mikrometry lub przyrządy czujnikowe, i wymaga stosowania dodatkowych urządzeń pomocniczych.

Różne istniejące przyrządy specjalne są na ogół trudno dostępne, co uniemożliwia szersze ich zastosowanie. W niniejszym artykule będą omówione głównie takie przyrządy, które są najczęściej stosowane. Można je podzielić zasadniczo na dwie grupy w zależności od zastosowanego urządzenia do odczytywania wyników pomiaru. Do pierwszej grupy należą przyrządy z czujnikami zegarowymi lub dźwigniowymi, do drugiej — przyrządy z mikrometrycznymi śrubami, przeważnie z działką elementarną 0,01 mm.

60°) pozwala na dokonywanie pomiarów gwintów o skoku od 0,4 — 7,5 mm. Komplet końcówek do gwintów Whitwortha (σ kącie 55°) służy do pomiarów gwintów o 60 do 3 zwojach na 1 cal. Ponadto przyrząd ma oddzielne końcówki wymienne do sprawdzania średnicy rdzeniowej gwintu o pogłębionym zarysie. Do sprawdzania średnicy zewnętrznej służą końcówki wymienne z płaskimi kowadełkami. Nastawianie przyrządu polega na zetknięciu sprawdzianu nastawczego z trzema końcówkami pryzmatycznymi przyrządu. Jako nastawiak może być użyty zwykły trzpieniowy przechodni sprawdzian gwintowy, odpowiadający średnicy podziałowej sprawdzanemu gwintownikowi.

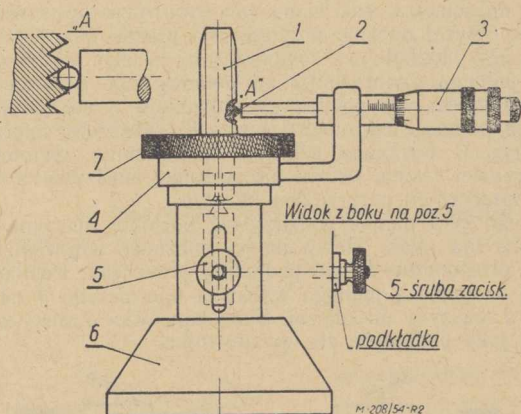
Dla uniknięcia pomyłek najlepiej jest nastawiać czujnik na wymiar nominalnej średnicy podziałowej gwintownika. Jeśli na przykład gwintownik ma mieć średnicę podziałową 12,026—0,02 i sprawdzian nastawczy ma średnicę podziałową 12,076 mm, mm, to czujnik zegarowy należy nastawić na + 0,05 mm. Wówczas położenie zegarowe dużej wskazówki czujnika odpowiadać będzie wymiarowi średnicy podziałowej 12,026 mm. Należy również zwrócić uwagę na położenie małej wskazówki czujnika, aby uniknąć tzw. grubych błędów, zwłaszcza przy użyciu czujników, w których jeden obrót dużej wskazówki odpowiada 0,5 mm, czyli obejmuje 50 działek elementarnych.

Przyrząd specjalny z mikrometrem typu PZL-1935 pokazany jest na rys. 2. Przyrząd ten składa się z następujących czę-



Rys. 1. Przyrząd szcękowy nastawny z czujnikiem zegarowym.

Rys. 1 przedstawia przyrząd szcękowy nastawny z czujnikiem zegarowym wykonany przez firmę „Carl Mahr”. Składa się on z następujących części: kadłub przyrządu 1, czujnik zegarowy 2 z działką elementarną 0,01 mm, końcówka miernicza ruchoma 3 połączona z czujnikiem, dwie końcówki nastawne przesuwne 4 i 5, wymienne wkładki pryzmatyczne 6 i 7 i stożkowa 8 o kącie odpowiadającym zarysowi sprawdzanego gwintu, oraz dźwignia 9 do podnoszenia końcówki. Obszar mierniczy tego przyrządu wynosi od 5 do 35 mm lub od 35 do 75 mm. Wymienne wkładki pryzmatyczne są takie same, jak wkładki stosowane w mikrometrach do gwintów. Wymiary końcówek zależą od skoku sprawdzanego gwintu. Stosuje się dwa rodzaje końcówek w zależności od rodzaju gwintu (metryczny lub Whitwortha). Komplet końcówek do gwintów metrycznych (o kącie



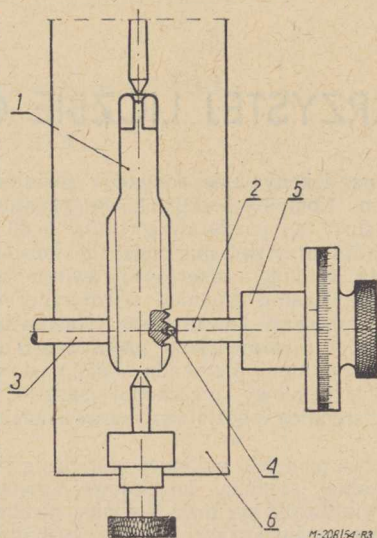
Rys. 2. Przyrząd specjalny z mikrometrem.

ści: głowica mikrometryczna 3, pierścień centrujący 4, zacisk kłau pionowego przesuwne 5, podstawa 6, pierścień 7 zabezpieczający uchwyt ze sprawdzianem gwintownikiem. Sposób użycia przyrządu jest następujący:

Po zwolnieniu pierścienia 7 wprowadza się gwintownik do otworu pomiędzy trzy szczęki uchwytu, centrując go na przesuwym kła pionowym, a następnie zaciska się pierścień 7. Zacisk 5 pozwala na ustalenie położenia kła pionowego podpierającego gwintownik na odpowiedniej wysokości. Mikrometr 3, osadzony w ramieniu, które z kolei połączone jest z pierścieniem, można obracać dookoła osi przyrządu o 360°. Pozwala to na sprawdzenie średnicy podziałowej na każdym ostrzu gwintownika za pomocą jednego wałka mierniczego 2, oraz na sprawdzenie wielkości zaszlifowania, bez potrzeby obracania samego gwintownika. Odczyt uzyskany na bębnie mikrometru odpowiada połowie chwytu M, który można obliczyć ze wzoru

$$M = d_p + d_w \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) - \frac{h}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

gdzie d_p — średnica podziałowa
 d_w — średnica wałka mierniczego
 $\frac{\alpha}{2}$ — półkął zarysu gwintu
 h — skok gwintu

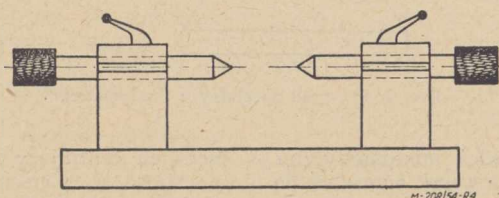


Rys. 3. Schemat sprawdzania gwintownika na uniwersalnej maszynie poziomej.

Sprawdzenie i regulowanie przyrządu odbywa się w ten sposób, że przed pomiarem gwintownika sprawdza się średnicę zewnętrzną gładkiego wałka o wielkości zbliżonej do wartości chwytu M. Na mikrometrze powinna być odczytana połowa wielkości tej średnicy. Przy dokładniejszych pomiarach lepiej jest stosować wzorec gwintu o średnicy podziałowej równej średnicy podziałowej sprawdzanego gwintownika. Średnicę wzorca należy uprzednio sprawdzić metodą trójwałeczkową za pomocą mikrometru, tak samo jak sprawdza się sprawdziany gwintowe. Wyżej opisany przyrząd ma przede wszystkim tę zaletę, że jest dokładny i równocześnie bardzo wydajny, gdyż pomiar jednego gwintownika za pomocą tego przyrządu trwa dwa razy krócej, niż pomiar gwintowników o parzystej liczbie ostrzy za pomocą mikrometru i trzech wałeczków mierniczych.

Na rys. 3 pokazano schemat sprawdzania gwintowników o nieparzystej liczbie ostrzy na poziomej maszynie uniwersalnej z poprzecznym przyrządem kłowym.

Do tego celu można wykorzystać poziomą maszynę mierniczą, która ma stół kłowy dający możliwość ustawienia gwintownika prostopadłe do osi podłużnej przyrządu. Pomiar wykonuje się za pomocą jednego wałka mierniczego 4 od strony głowicy 2 maszyny mierniczej. Stała końcówka 3 służy w czasie pomiaru jako podparcie dla gwintownika.

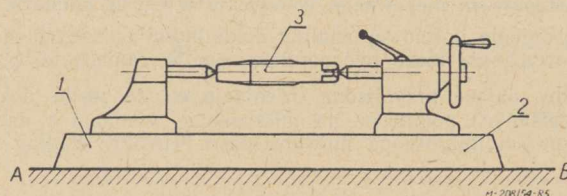


Rys. 4. Mały przyrząd kłowy.

Stół kłowy 6 należy unieruchomić w kierunku osi podłużnej przyrządu.

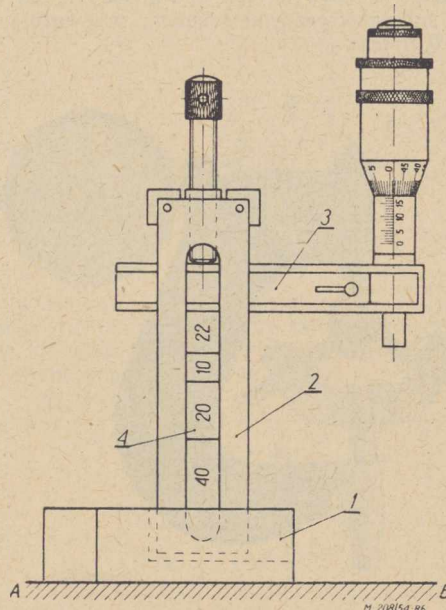
Do ustawienia przyrządu na określony wymiar służyć może wałek walcowy lub sprawdzian gwintowy o średnicach zbliżonych do średnicy podziałowej sprawdzanych gwintowników.

Rys. 4 pokazuje przyrząd kłowy do pomiaru średnicy podziałowej gwintowników krótkich o średnicy poniżej 20 mm. Przyrząd ten jest szczególnie wygodny przy sprawdzaniu dokładnych gwintowników o niewielkich wymiarach. Może on być ustawiony na stoliku mierniczym optimetru lub długościomierza Abbego. Oś kłowa winna być ściśle równoległa do dolnej powierzchni płyty, na której są one osadzone. Przy pomiarze należy stosować płaską końcówkę mierniczą oraz jeden wałek. Do ustawienia przyrządu stosuje się wzorcowy sprawdzian gwintowy z wałeczkiem mierniczym (rys. 4).



Rys. 5. Duży przyrząd kłowy.

Na rys. 5 pokazany jest schematycznie duży przyrząd kłowy do sprawdzania długich gwintowników maszynowych. Na płycie skrobanej 1 klasy I ustawia się przyrząd kłowy 2, który powinien mieć oś kłowa dokładnie równoległą do płaszczyzny płyty AB. W przyrządzie ustawia się gwintownik 3, przy czym ruchomy kiel powinien mieć zapewniony przesuw wzdłuż osi. Przed przystąpieniem do pomiaru należy przyrząd ustawić za pomocą dokładnie oszlifowanego wałka o znanej średnicy, posługując się czujnikiem, na przykład optimetrem pionowym lub minimetrem. Do sprawdzania przyrządu może być również zastosowany mikrometr (patrz rys. 6). W tym celu najlepiej jest umieścić na płycie AB podstawkę traserską 1, wchodzącą w skład przyborów do kompletu płytek wzorcowych. Jako organ mierniczy należy wówczas użyć głowicy mikrometrycznej 4, osadzoną na wkładce płaskiej 3. Po umieszczeniu wałeczka w bruzdach gwintu dosuwamy podstawkę z mikrometrem i dokonujemy pomiaru śrubą mikrometryczną.



Rys. 6. Zastosowanie mikrometru na podstawce traserskiej.

Metoda sprawdzania gwintowników na dokładnych przyrządach kłowych jest szybka i dokładna. Za pomocą tej metody można sprawdzić nie tylko średnicę podziałową, ale również jej stożkowatość wzdłuż osi gwintu oraz wielkość zaszlifowania powierzchni nośnej gwintu i powierzchni zewnętrznej gwintownika. Można również sprawdzić średnicę gwintu śruby, bicie powierzchni nośnej gwintu względem powierzchni zewnętrznej oraz współosiowość części roboczej gwintownika z chwytem. Wszelkie te wielkości można sprawdzić za pomocą czujnika zegarowego przy jednorazowym ustawieniu gwintownika na przyrządzie kłowym.

Na rys. 7 jest pokazany przyrząd z mikrokatorem produkcji szwedzkiej firmy „C. E. Johansson”. Przyrząd ten, podobnie jak przyrząd firmy „Carl Mahr”, daje możliwość sprawdzenia

średnicy podziałowej bez potrzeby obliczania jej na podstawie wyników pomiaru. Jako organ mierniczy stosuje się w tym przyrządzie czujnik sprężynowy zwany „mikrokatorem“.

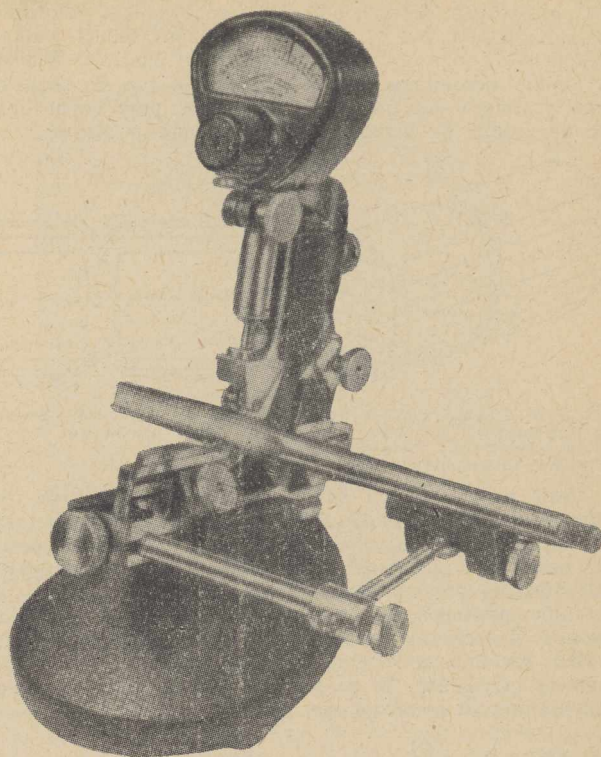
Na podstawie zamocowane są w stoliku dwie rolki z zarysem gwintu. Rozstawienie tych rolek można zmieniać w zależności od średnicy i liczby ostrzy w sprawdzanym gwintowniku. Trzecia rolka jest połączona z ruchomą końcówką mierniczą czujnika, który wskazuje odchylenia od wymiarów wzorca gwintowego o pełnym zarysie gwintu. Obszar mierniczy dla gwintów Whitwortha wynosi: od $1/8''$ do $1 1/2''$, a dla gwintów metrycznych zwykłych — od 3 do 45 mm. Można również sprawdzać gwinty metryczne drobnozwojne od $M3 \times 0,5$ do $M50 \times 3$ oraz rurowe od $R 1/8''$ do $R 1 1/2''$. Dla długich gwintowników maszynowych stolik zaopatrzony jest w podpórkę pryzmatyczną rozsuwaną na różne długości.

W celu ułatwienia nastawienia szlifierki przy szlifowaniu gwintowników oraz w celu ułatwienia sprawdzania gwintowników należy wlotować po kawałku stali (najlepiej z tego samego materiału co gwintownik) w rowki wiórowe kilku gwintowników (z każdej większej partii). Uzyskuje się wówczas możliwość sprawdzania gwintowników zwykłą metodą trójwałeczkową bez specjalnych urządzeń.

Po przeszlifowaniu kilku zwykłych gwintowników szlifuje się gwintownik z załutowanym rowkiem i sprawdza się jego średnicę podziałową. Jeśli średnica ta znajduje się w granicach tolerancji, należy uważać, że uprzednio szlifowane gwintowniki znajdują się w granicach tolerancji.

Sprawdzanie gwintowników za pomocą mikroskopu uniwersalnego z głowicą podziałową, lub za pomocą wałeczków z nożykami, może być stosowane jedynie przy ekspertyzach.

Przy masowej produkcji gwintowników metody te nie mogą mieć zastosowania, gdyż wymagają dużo czasu, a ponadto obciążają mikroskop uniwersalny, który winien być raczej stosowany do pomiarów dokładnych sprawdzianów.



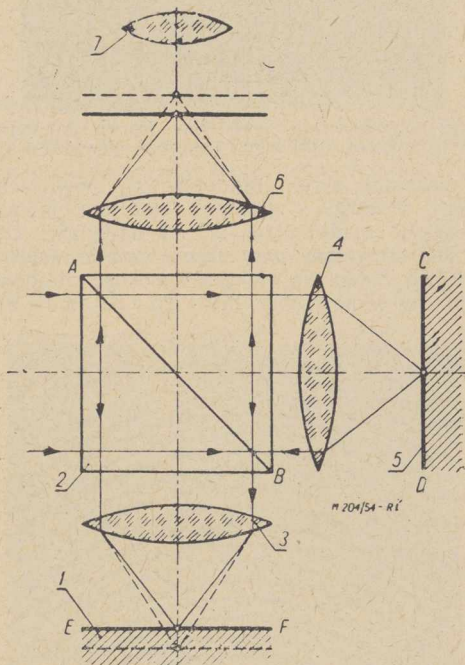
Rys. 7. Przyrząd z mikrokatorem.

Inż.-mech. ALEKSANDER TOMASZEWSKI

ZASTOSOWANIE MIKROINTERFERENCJI DO POMIARÓW CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI

1. Mikrointerferometr Linnika

Pierwszy mikrointerferometr, który jest pewnego rodzaju połączeniem mikroskopu i interferometru, został wprowadzony w 1934 roku przez radzieckiego uczonego Linnika. Rys. 1 pokazuje układ optyczny tego przyrządu.



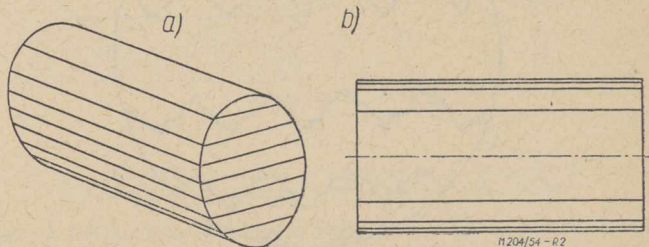
Rys. 1. Układ optyczny mikrointerferometru Linnika. 1 — przedmiot mierzony, 2 — podwójny pryzmat z półprzezroczystą powierzchnią AB; 3, 4, 6 — soczewki, 5 — zwierciadło, 7 — okular.

Światło jednorodne pada z lewej strony na podwójny pryzmat 2, którego przekątna powierzchni AB jest nieco nametalizowana, dzięki czemu padające światło ulega rozbięciu na dwie wiązki. Jedną z wiązek odrzucona do dołu, po przejściu przez soczewkę 3, pada na badaną powierzchnię 1, od której od-

bija się i biegnie w kierunku okularu 7. Druga wiązka przechodzi przez soczewkę 4 i po odbiciu się od zwierciadła 5 oraz po powtórnym odbiciu od powierzchni półprzezroczystej AB, biegnie również do okularu 7. Powierzchnia CD zwierciadła 5 jest płaszczyzną odniesienia dla pomiarów. Jeśli powierzchnia 1 jest dokładnie płaska i jeśli jej płaszczyzna EF i płaszczyzna odniesienia CD zwierciadła 5 są jednakowo odległe od powierzchni AB, wtedy obydwie składowe wiązki świetlne przebywają jednakowe drogi optyczne i nie mają żadnej różnicy w fazie, zatem wzajemnie się wzmacniają. Jeśli jednak w jakimś miejscu powierzchnia 1 jest przesunięta na przykład o ćwierć długości fali światła względem płaszczyzny EF, to drogi optyczne obydwóch wiązek świetlnych różnią się o pół długości fali; zatem wiązki te gaszą się wzajemnie. To samo nastąpi dla każdego punktu badanej powierzchni, który jest przesunięty względem płaszczyzny EF o całkowitą nieparzystą wielokrotność ćwiartek długości fali. Dzięki temu na badanej powierzchni obserwowanej przez okular 7 ukaże się obraz ciemnych prążków interferencyjnych, które odpowiadają miejscom geometrycznym badanej powierzchni, równoodległym od płaszczyzny odniesienia EF. Odległość sąsiednich prążków odpowiada różnicy wzniesień powierzchni o pół długości fali zastosowanego światła jednorodnego.

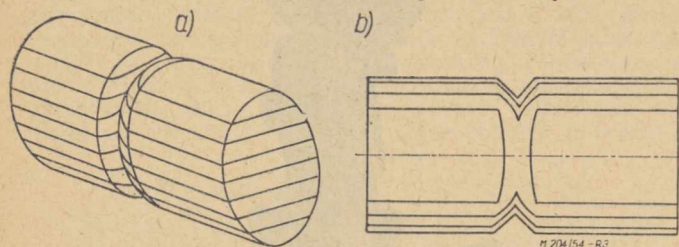
2. Interferencyjne obrazy powierzchni

Interferencyjny obraz powierzchni jest widokiem śladów utworzonych przez przekroje tej powierzchni serią równoleg-



Rys. 2. a — model walca przeciętego serią płaszczyzn równoległych do jego osi; b — widok z góry śladów przekrojów.

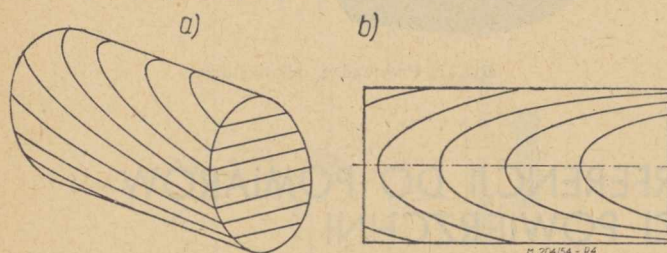
łych płaszczyzn, których odległości odpowiadają połowie długości fali światła. Na rys. 2a jest pokazany model wałka przeciętego seria płaszczyzn równoległych do jego osi. Widok z góry śladów przekrojów tego wałka podaje rys. 2b. Widzimy, że linie przecięcia są proste i równoległe, przy czym odległość ich od środka ku brzegom obrazu stopniowo maleje.



Rys. 3. a — model wałka z trójkątnym rowkiem w środku przeciętego seria równoległych do jego osi i równoległych płaszczyzn; b — widok z góry śladów przekrojów.

Jeśli wałek ma na swym obwodzie rowek (rys. 3a), to linie przecięcia w widoku z góry ulegają przerwaniam i załamaniom jak to pokazuje rys. 3b. Kształt linii zależy oczywiście od kształtu i głębokości rowka. Występuje on najwyraźniej jeśli linie są prostopadłe do zagłębienia rowka.

Linie przecięcia ulegają zmianom zależnie od kąta, jaki tworzą płaszczyzny przekrojów z badaną powierzchnią. Jeśli wałek zostanie przecięty płaszczyznami nierównoległymi do jego osi (rys. 4a), to w widoku z góry otrzymuje się linie krzywe, jak to pokazuje rys. 4b.

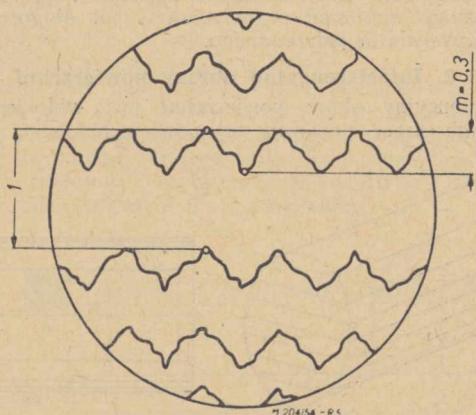


Rys. 4. a — model wałka przeciętego seria równoległych i równoległych płaszczyzn, które są skośne względem jego osi; b — widok z góry śladów przekrojów.

Dla określenia wysokości nierówności powierzchni należy poprawnie odczytać odchylenie linii interferencyjnych, przy czym na ogół jest obojętne jak linie interferencyjne przebiegają. W niektórych jednak przypadkach określony kierunek linii ułatwia obserwację. Na przykład w przypadku pręta ciągnionego wygodne jest, jeśli linie interferencyjne biegną jak na rys. 4, gdyż wtedy łatwo określić głębokość rys obróbkowych o kierunku równoległym do osi. Obserwacja odchylen prążków interferencyjnych, które biegną w kierunku osi wałka jak na rys. 3, a więc w kierunku rys obróbkowych, jest bardzo trudna.

3. Określenie chropowatości powierzchni za pomocą interferencji

Przy określaniu wysokości chropowatości metodą interferencyjną obserwuje się otrzymany na badanej powierzchni obraz

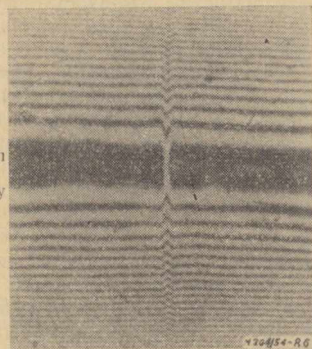


Rys. 5. Obraz prążków w polu widzenia mikointerferometru, określający chropowatość badanej powierzchni.

prążków interferencyjnych (rys. 5) w powiększeniu 100 do 600 $\times$. Początkowo określa się wysokość chropowatości z odchylenia prążka interferencyjnego w badanym miejscu powierzchni, przyjmując za jednostkę odchylenia odległość sąsiednich prążków, podobnie jak to ma miejsce przy określaniu błędów płaskości powierzchni. Jeśli tak określone odchylenie prążka wynosi m , to wysokość chropowatości powierzchni w danym miejscu jest równa:

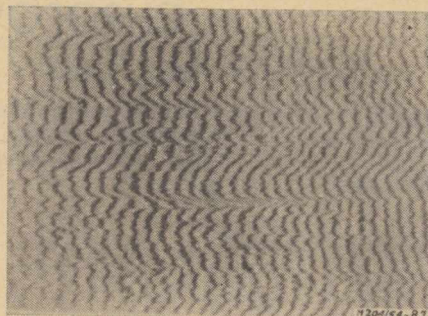
$$H = 0,5 m \cdot \lambda \quad [1]$$

Przyjmuje się przy tym średnią wartość długości fali światła $\lambda = 0,6\mu$. Jeśli, jak na rys. 5, $m = 0,3$ to $H = 0,09\mu$. Mikointerferometr dający odpowiednie powiększenie obrazu umożliwia pomiary wysokości chropowatości powierzchni do około $0,01\mu$. Dokładność tych pomiarów może wynosić $\pm 0,01\mu$.



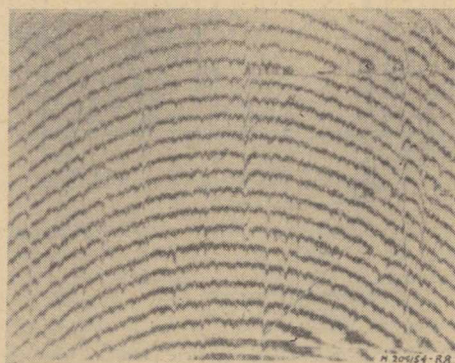
Rys. 6. Obraz prążków interferencyjnych otrzymany na powierzchni wałka stalowego o średnicy 6 mm, który ma rysę $\lambda = 0,535\mu$, $H = 0,16\mu$.

Rys. 6 przedstawia obraz prążków interferencyjnych otrzymany na powierzchni wałka stalowego o średnicy 6 mm, który na swym obwodzie ma rysę. Odchylenie prążka interferencyjnego na rysie wynosi około sześć dziesiątych odległości sąsiednich prążków, czyli $m = 0,6$. Obraz został otrzymany w zielonym świetle talu, którego długość fali jest $\lambda = 0,535\mu$. Zatem ze wzoru [1] głębokość rysy zostanie określona jako równa $H = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 0,535 = 0,16\mu$.



Rys. 7. Obraz interferencyjny powierzchni blachy stalowej walcowanej o grubości 0,06 mm; $\lambda = 0,58\mu$, $H = 0,72\mu$.

Rys. 7 pokazuje obraz interferencyjny powierzchni walcowanej blachy stalowej o grubości 0,06 mm. Największe odchylenie prążków wynosi około 2,5 ich odległości. Obraz interferencyjny jest otrzymany przy użyciu światła sodowego o długości fali $0,58\mu$. Zatem największa wysokość chropowatości powierzchni blachy wynosi $H = 0,5 \cdot 2,5 \cdot 0,58 = 0,72\mu$.



Rys. 8. Obraz interferencyjny powierzchni wałka stalowego ciągnionego o średnicy 40 mm. Widoczne są ślady obróbki biegnące równoległe do osi wałka.

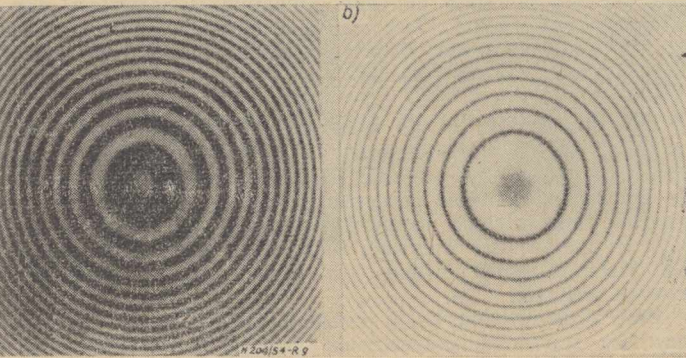
Rys. 8 przedstawia prążki interferencyjne otrzymane w zielonym świetle talu na powierzchni wałka stalowego ciągnionego o średnicy 40 mm. Wyraźnie widać ślady obróbkowe, biegnące równoległe do osi wałka.

Metodą interferencyjną można sprawdzać bezpośrednio tylko powierzchnie lustrzane, przy czym niekoniecznie muszą to być powierzchnie metalowe. Na ogół wszystkie powierzchnie dokładne są w pewnym stopniu lustrzane. W celu otrzymania obrazu interferencyjnego powierzchni nielustrzanych lub zgrubnych stosuje się środki zwiększające ich zdolność odbijania lub wykonuje ich kopie za pomocą odcisków na taśmie filmowej zwilżonej acetonem.

Na ogół obserwacja za pomocą mikroiinterferometru ogranicza się tylko do małego obszaru powierzchni, to jest do obszaru, objętego polem widzenia okularu przyrządu. Są już jednak budowane takie mikroiinterferometry, które pozwalają nie tylko określać chropowatość powierzchni w małym jej obszarze, lecz badać również błędy kształtu przedmiotów na długości do 120 mm¹⁾.

4. Interferencja wielopromieniowa

Jeśli nierówności powierzchni są rzędu paru setnych mikrona, to ich określenie na zwykłym obrazie interferencyjnym jest bardzo trudne, gdyż odchylenia prążków interferencyjnych przekraczają granice możliwości obserwacyjnych. Na przykład

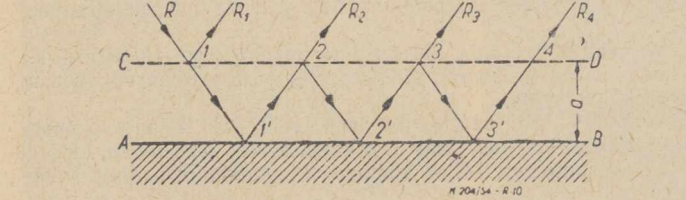


Rys. 9. a — zwykły obraz interferencyjny powierzchni kuli stalowej, b — ten sam obraz lecz otrzymany za pomocą interferencji wielopromieniowej

na rys. 9a jest pokazany obraz interferencyjny kuli stalowej. Szerokość prążków interferencyjnych na tym obrazie jest zbyt duża, aby można było zaobserwować i określić drobne ich odchylenia.

Istnieje jednak sposób, który pozwala zmniejszyć szerokość prążków interferencyjnych, co umożliwia określenie bardzo drobnych ich odchylen. Sposób ten, stosowany przez Rühle i Tolańskiego, został nazwany *interferencją wielopromieniową*.

Jak wiemy można otrzymać interferencję światła za pomocą siatki dyfrakcyjnej nawet z niewielu szczelinami, jednak tak otrzymany obraz ma prążki świetlne szerokie i nieostre. Im użyta siatka dyfrakcyjna ma więcej szczelin, tym więcej promieni bierze udział w interferencji i tym ostrzej występują prążki interferencyjne na obrazie. Dobre siatki dyfrakcyjne zawierają zatem wiele tysięcy szczelin na długości 1 cm.

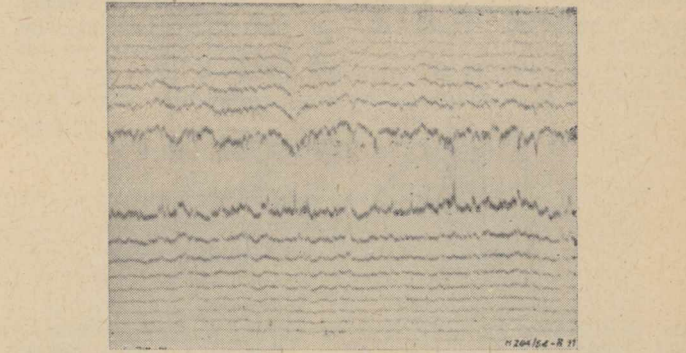


Rys. 10. Schemat urządzenia do interferencji wielopromieniowej AB — powierzchnia badana, BC — półprzezroczysta zwierciadlana płaszczyzna, tworząca siatkę dla promienia R wielokrotnie odbijanego i przepuszczanego.

Podobnie ostrość obrazu interferencyjnego, utworzonego przez promienie odbite od powierzchni, znacznie wzrasta jeśli w interferencji bierze udział wiele rozdzielonych promieni, pochodzących z tego samego źródła. Schemat ideowy zastosowanego do tego celu urządzenia pokazuje rys. 10. Nad badaną powierzchnią AB w bardzo małej od niej odległości *a* jest umieszczona półprzezroczysta zwierciadlana płaszczyzna CD. Padający promień *R* jest w punkcie 1 częściowo odbity jako promień *R*₁, częściowo przepuszczony, przy czym część przepuszczona jest następnie wielokrotnie odbijana i przepuszczana w punktach 1, 2, 3, ... i 1', 2', 3', ... powierzchni AB i CD. Ten powtarzający się proces daje wiele promieni *R*₁, *R*₂, *R*₃, *R*₄, ... pochodzących od tego samego promienia *R*,

1) Szczegóły dotyczące określania błędów kształtu za pomocą mikroiinterferometrów znajdzie czytelnik w książce autora tego artykułu pt. „Geometria powierzchni narzędzi i części maszynowych”, która ukaże się w 1955 r. nakładem PWT.

które zebrane razem przez obserwacyjny układ optyczny, dają bardzo ostry obraz interferencyjny powierzchni AB. Interferencja promieni *R*₁, *R*₂, *R*₃, *R*₄, ... może nastąpić tylko wtedy



Rys. 11. Bardzo ostry obraz prążków na powierzchni szlifowanego wałka stalowego o średnicy 6 mm, otrzymany za pomocą interferencji wielopromieniowej $\lambda = 0,58 \mu$. Powiększenie obrazu 140 X.

jeśli odległość *a* między powierzchniami AB i CD jest bardzo mała. Praktycznie odległość taką otrzymuje się kładąc na powierzchnię badaną półprzezroczystą zwierciadlaną płytkę szklaną. Zwierciadlana powierzchnia CD płytki i powierzchnia badana AB muszą tworzyć ze sobą niewielki kąt, konieczny dla powstania obrazu interferencyjnego. Jeśli powierzchnia badana jest nieco wypukła to kąt w pobliżu jej punktu zetknięcia z płaszczyzną CD tworzy się samorzutnie. W przypadku gdy powierzchnia AB jest wklęsła zbyt wielką krzywizną wklęsłości może przeszkadzać w dostatecznym jej zbliżeniu do płaszczyzny CD. Wtedy zamiast płaszczyzny CD można stosować powierzchnię wypukłą. Jeśli powierzchnia AB jest płaska, to niezbędny kąt otrzymuje się przez odpowiednie pochylenie półprzezroczystej płaszczyzny CD. Otrzymany obraz interferencyjny obserwuje się za pomocą mikroskopu.

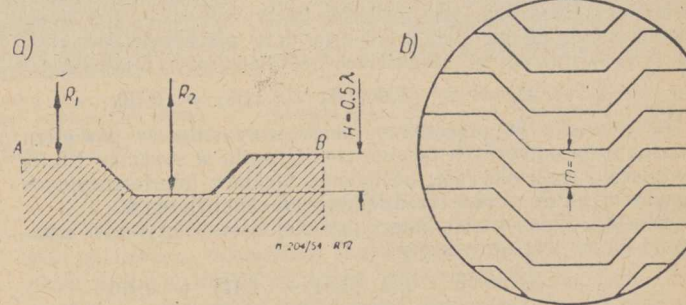
Rys. 9b przedstawia obraz interferencyjny powierzchni kuli z rys. 9a, lecz otrzymany za pomocą interferencji wielopromieniowej. Prążki interferencyjne na tym obrazie są cienkie i ostre tak, że można odróżnić łatwo ich odchylenie do 1/30 części ich odległości, co odpowiada dokładności $\pm 0,01\mu$ przy określeniu nierówności powierzchni kuli.

Rys. 11 pokazuje bardzo ostry obraz prążków interferencyjnych na powierzchni szlifowanego wałka stalowego o średnicy 6 mm, otrzymany za pomocą interferencji wielopromieniowej w świetle sodowym ($\lambda = 0,58\mu$). Powiększenie obrazu wynosi 140 X.

5. Interferencja imersyjna

Wgłębienie powierzchni o połowę długości fali światła wygina prążki interferencyjne dokładnie o pełną odległość między nimi. Podwójnej wielkości wgłębienie wygina prążki o dwie ich odległości i tak dalej. Jeśli prążki ulegają wygięciu o więcej niż trzy ich odległości co odpowiada głębokości około 1μ , ulegają takiemu zagęszczeniu, że trudno jest zaobserwować i określić ich odchylenia. Przy użyciu normalnego mikroiinterferometru można przyjąć, że górna granica mierzonych wysokości nierówności powierzchni wynosi około 1μ .

Granice tę można jednak dowolnie powiększać stosując interferencję imersyjną. W celu objaśnienia tej metody rozważmy początkowo przedmiot nieprzezroczysty z powierzchnią AB (rys. 12a), która ma wgłębienie o wysokości *H* równej połowie dłu-

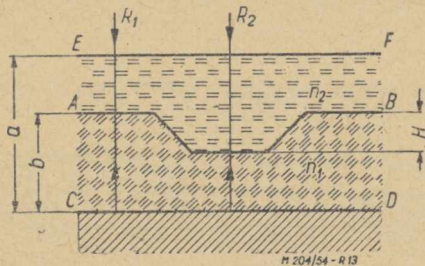


Rys. 12. a — Przekrój powierzchni z wgłębieniem o wysokości $H = 0,5 \lambda$, b — obraz interferencyjny powierzchni z wgłębieniem.

gości λ fali światła. Promienie światła *R*₁ i *R*₂ po odbiciu od powierzchni AB odbywają różne drogi optyczne, przy czym droga promienia *R*₂ jest dłuższa o całkowitą długość fali od drogi

promienia R_1 ; otrzymany obraz interferencyjny będzie zatem taki jak na rys. 12b, to jest prążki interferencyjne w miejscu wgłębienia będą odchyłone o całą ich odległość.

Załóżmy teraz, że przedmiot badany jest wykonany z materiału przezroczystego o grubości b , którego optyczny współczynnik załamania wynosi n_1 (rys. 13). Niech przedmiot ten



Rys. 13. Urządzenie do interferencji immersyjnej: AB — powierzchnia badana przedmiotu przezroczystego, EF — powierzchnia ośrodka immersyjnego.

spoczywa swą dolną płaską powierzchnią na zwierciadle CD. Przy rozważaniu dróg optycznych promieni R_1 i R_2 wiązki oświetlającej wychodzący z płaszczyzny EF, która jest odległa o wielkość a od powierzchni CD zwierciadła. Przestrzeń pomiędzy badaną powierzchnią AB i płaszczyzną EF niech będzie wypełniona immersyjną substancją przezroczystą o współczynniku załamania n_2 . Geometryczne drogi promieni R_1 i R_2 są oczywiście równe. Na skutek jednak wgłębienia powierzchni AB o wysokość H , optyczne drogi promieni R_1 i R_2 nie są równe. Jeśli długość fali światła w próżni wynosi λ_0 , to długość ta w ośrodku o współczynniku załamania n będzie równa:

$$\lambda n = \frac{\lambda_0}{n} \quad [2]$$

Ponieważ dla powietrza współczynnik n jest bliski jedności, zatem możemy przyjąć, że długość fali światła w powietrzu wynosi tak jak w próżni λ_0 . Stosowane w optyce materiały przezroczyste mają współczynnik załamania od 1 do 1,6. W materiale o współczynniku załamania większym od jedności fale świetlne biegają głębiej niż w powietrzu.

Liczba fal promienia R_1 na długości a wyniesie

$$S_1 = 2[n_1(a - b) + n_2 b]$$

Podobnie liczba fal promienia R_2 na długości a wyniesie

$$S_2 = 2[n_1(a - b + H) + n_2(b - H)]$$

Różnica dróg optycznych promienia R_1 i R_2 wyrażona w liczbie fal jest zatem równa

$$S_1 - S_2 = 2H(n_1 - n_2) \quad [3]$$

Jeśli $H = 0,5\lambda$ i $n_1 = 1,51$ oraz jeśli zastosować jako ośrodek immersyjny powietrze, dla którego $n_2 = 1,00$, to różnica dróg optycznych promieni R_1 i R_2 wyniesie

$$S_1 - S_2 = 2 \cdot 0,5\lambda(1,51 - 1,00) = 0,51\lambda$$

W przypadku przedmiotu nieprzezroczystego i wgłębienia $H = 0,5\lambda$ różnice dróg optycznych w powietrzu $S_1 - S_2 = \lambda$. W tych samych warunkach przedmiot przezroczysty, umieszczony jak na rys. 13, daje różnicę dróg optycznych około połowę mniejszą. Odchylenie prążków interferencyjnych będzie zatem dla tej samej wysokości nierówności powierzchni około dwukrotnie mniejsze.

Jeśli zamiast powietrza nad przezroczystym przedmiotem badanym zastosować, jako ośrodek immersyjny wodę, dla której współczynnik $n_2 = 1,33$, to różnica dróg optycznych promieni R_1 i R_2 wyrażona w długościach fal świetlnych wyniesie

$$S_1 - S_2 = 2 \cdot 0,5\lambda(1,51 - 1,33) = 0,18\lambda$$

W stosunku do przedmiotu nieprzezroczystego w powietrzu różnica dróg optycznych ulegnie zmniejszeniu w stosunku 1:0,18, czyli około sześciokrotnie; odchylenie prążków interferencyjnych ulegnie również prawie sześciokrotnemu zmniejszeniu.

Stosując jako środek immersyjny olej o współczynniku załamania $n_2 = 1,41$ otrzymamy

$$S_1 - S_2 = 2 \cdot 0,5\lambda(1,51 - 1,41) = 0,10\lambda$$

W tym przypadku prążki interferencyjne ulegną dziesięciokrotnie mniejszemu odchyleniu niż w przypadku przedmiotu nieprzezroczystego w powietrzu. Odchylenie prążków o jedną ich odległość odpowiada zatem wysokości nierówności

$$H = 10 \cdot 1 \cdot 0,5\lambda = 10 \cdot 0,3 = 3\mu$$

Z tego wynika, że dobierając odpowiedni ośrodek immersyjny można dowolnie zmieniać czułość interferencyjnej metody określania nierówności powierzchni przedmiotów przezroczystych.

Różnicę dróg optycznych można tak dobrać, aby była równa długości fali światła w powietrzu, czyli tak, aby $S_1 - S_2 = \lambda_0$. Wtedy odchylenie prążków interferencyjnych o jedną ich odległość, odpowiada wysokości nierówności powierzchni określonej równaniem

$$H_0 = \frac{\lambda_0}{2(n_1 - n_2)} \quad [4]$$

Wartość H_0 może być zmieniana w bardzo szerokich granicach w zależności od stopnia chropowatości badanej powierzchni. Napotyka się przy tym na pewne praktyczne ograniczenie, wywołane skończoną dokładnością określenia współczynników załamania ciał optycznych. W przypadku bardzo małej różnicy współczynników n_1 i n_2 należy znać bardzo dokładnie ich wartości, aby równanie [4] dawało dostatecznie pewną wielkość H_0 . Dlatego nie stosuje się na ogół większej wartości niż $H_0 = 10\mu$.

Jeśli $H_0 = 10\mu$, to odchylenie prążków interferencyjnych o trzy ich odległości odpowiada około 30μ nierówności powierzchni. Rzadko powstaje potrzeba pomiarów chropowatości tak zgrubnych powierzchni. Obszar chropowatości, w którym praktycznie można stosować pomiary za pomocą interferencji immersyjnej wynosi więc od 1 do 30μ .

6. Kopie powierzchni na przezroczystej taśmie filmowej

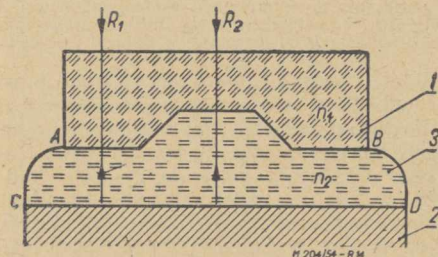
Zastosowanie mikrointerferencji immersyjnej wymaga, aby przedmiot badany był przezroczysty. Jeśli tak nie jest stosuje się kopiowanie badanej powierzchni na przezroczystej taśmie filmowej. Powierzchnia taśmy powinna być gładka i płaska, gdyż jej nierówności wpływają ujemnie na dokładność pomiarów. Materiał taśmy powinien być rozpuszczalny w chemicznie czystym acetonie.

Przy wykonywaniu kopii postępuje się w sposób następujący: Po starannym oczyszczeniu badanej powierzchni należy ją dokładnie pokryć acetonem. W tym celu na powierzchnię wprowadza się za pomocą pipetki kroplę acetonu i przykładając do niej kawałek taśmy filmowej. Jeśli powierzchnia jest płaska, taśma filmowa samorzutnie przylega do niej dość mocno. W przypadku powierzchni wykrzywionych lub chropowatych należy przyleganiu dopomóc, przyciskając suchym palcem taśmę do badanej powierzchni. Powinno się przy tym chronić stronę swobodną taśmy przed środkiem rozpuszczającym. Na ogół wystarcza niewielki nacisk palcem przez kilka minut, aby na taśmie filmowej dokładnie odtworzyć wszystkie szczegóły badanej powierzchni. Przy zdejmowaniu taśmy należy zachować dużą ostrożność, gdyż łatwo uszkodzić odcisnięte na niej szczegóły. Zwykle po upływie około pół godziny taśma pozostawiona swobodnie na badanej powierzchni odskakuje od niej samorzutnie.

Przeniesione na taśmę filmową szczegóły ukształtowania powierzchni są oczywiście negatywem oryginału, to znaczy, że wgłębienia są odtworzone jako wzniesienia i odwrotnie — wzniesienia jako wgłębienia. Taśma z kopią badanej powierzchni jest przedmiotem pomiarów za pomocą mikrointerferometru.

W celu otrzymania obrazu interferencyjnego umieszcza się taśmę filmową na zwierciadle, stosując jednocześnie odpowiedni ośrodek immersyjny.

Wygodne jest użycie do tego celu tak zwanej komory immersyjno-inwersyjnej, zastosowanej przez Zehendera, której układ pokazuje rys. 14. W komorze tej przedmiot badany w po-



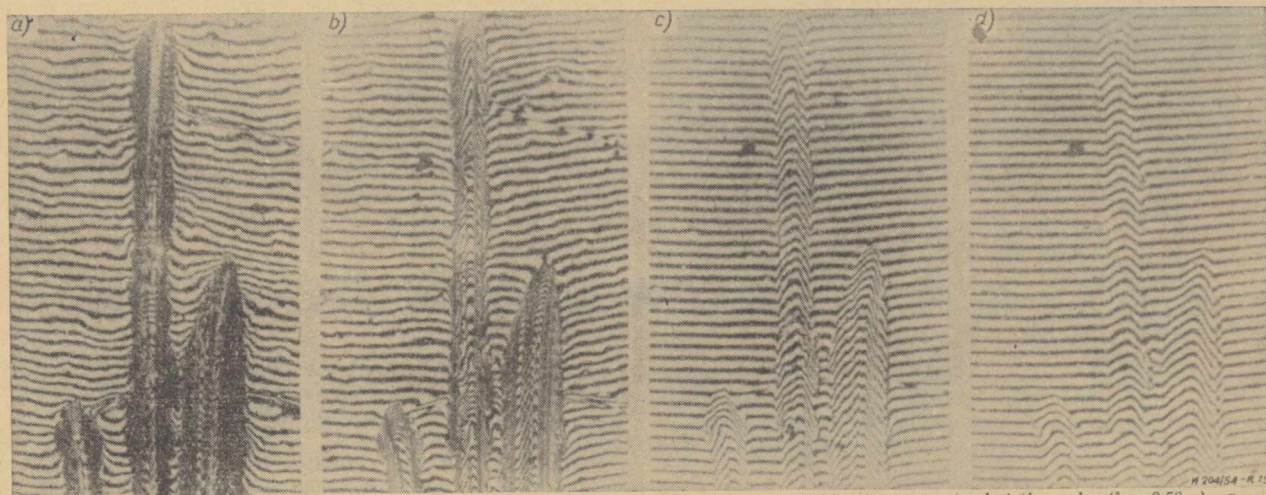
Rys. 14. Schemat komory immersyjno-inwersyjnej AB — powierzchnia badana przedmiotu przezroczystego, CD — powierzchnia zwierciadła oddzielona od powierzchni AB ośrodkiem immersyjnym.

staci taśmy filmowej 1 jest umieszczony odwrotnie niż to podano na rys. 13, a mianowicie powierzchnią AB i odciskami nierówności na powierzchni CD zwierciadła 2. Pomiędzy powierzchniami AB i CD znajduje się ośrodek immersyjny 3, na przykład w postaci kropli oleju lub wody. Przy takim położeniu

przezroczystego przedmiotu badanego obserwuje się szczegóły powierzchni AB w świetle przechodzącym, co daje bardzo dobry obraz interferencyjny, pozbawiony szkodliwych odbłasków, jakie tworzy światło odbite.

7. Przykłady stosowania mikrointerferencji immersyjnej i wielopromieniowej

Praktyczny przykład stosowania mikrointerferencji immersyjnej objaśnia rys. 15, który zawiera cztery fotografie obra-



Rys. 15. Obrazy interferencyjne płaskiej polerowanej powierzchni stalowej w powiększeniu $140\times$, otrzymane w świetle sodu ($\lambda = 0,58\ \mu$). a — zwykły obraz interferencyjny dla którego odległość sąsiednich prążków odpowiada $H_0 = 0,29\ \mu$; b — obraz interferencyjny kopii powierzchni na przezroczystej taśmie filmowej w powietrzu $H_0 = 0,58\ \mu$; c — obraz interferencyjno-immersyjny przy użyciu wody ($n_2 = 1,33$), jako ośrodka immersyjnego $H_0 = 1,7\ \mu$; d — obraz interferencyjno-immersyjny przy użyciu oleju ($n_2 = 1,41$), jako ośrodka immersyjnego $H_0 = 3\ \mu$.

zów interferencyjnych w powiększeniu $110\times$ otrzymane w świetle sodu ($\lambda = 0,58\ \mu$).

Płaska polerowana powierzchnia stalowa ma rysy tak głębokie, że na zwykłym obrazie interferencyjnym (rys. 15a) nie jest możliwe wymiarowe określenie ich głębokości. Odchylenie prążków na tym obrazie o ich odległość odpowiada wysokości nierówności powierzchni równej $0,29\ \mu$.

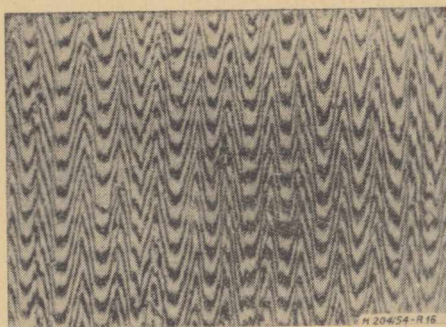
Na rys. 15b widzimy obraz interferencyjny otrzymany z wykonanej na taśmie filmowej kopii badanej powierzchni stalowej, przy czym ośrodkiem immersyjnym jest powietrze. Odchylenie prążków interferencyjnych o ich odległość odpowiada nierównościom powierzchni rzędu $0,58\ \mu$.

Metoda kopii powierzchni na przezroczystych taśmach filmowych otworzyła wiele nowych zastosowań dla pomiarów chropowatości za pomocą interferencji immersyjnej. Przy zastosowaniu tej metody można określić nie tylko skazy i chropowatości zgrubnych powierzchni, niedostatecznie odbijających światło, lecz również badać gładkość powierzchni bezpośrednio niedostępnych dla pomiarów mikrointerferencyjnych, na przykład powierzchni otworów lub powierzchni nośnych gwintów i kół zębatych.

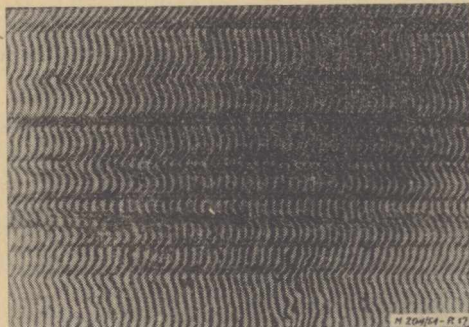
Przy stosowaniu tej metody nie jest konieczne zdejmowanie przedmiotu badanego z obrabiarki, co w wielu przypadkach jest korzystne. Ponadto metoda kopii jest prosta w wykonaniu i szybka.

Rys. 16 pokazuje w powiększeniu $120\times$ obraz interferencyjny kopii powierzchni wierconego otworu o średnicy $12\ \text{mm}$. Jako ośrodka immersyjnego użyto wodę. Odległość między prążkami odpowiada $1,7\ \mu$.

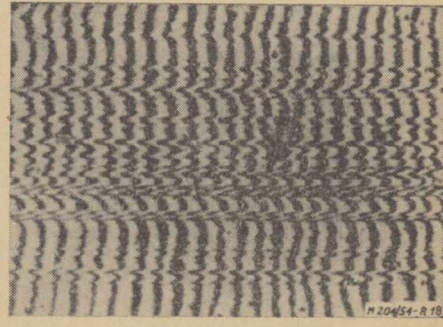
Rys. 17 przedstawia w powiększeniu $120\times$ obraz interferencyjny kopii powierzchni nośnej frezowanego zęba mosiężnego stożkowego koła zębatego o module $0,5\ \text{mm}$. Jako środek immersyjny został zastosowany olej. Odległość prążków odpowiada $2,8\ \mu$.



Rys. 16. Obraz interferencyjno-immersyjny w powiększeniu $120\times$ kopii powierzchni wierconego otworu o średnicy $12\ \text{mm}$; $H_0 = 1,7\ \mu$.



Rys. 17. Obraz interferencyjno-immersyjny w powiększeniu $120\times$ kopii powierzchni nośnej frezowanego mosiężnego zęba koła zębatego o module $0,5\ \text{mm}$; $H_0 = 2,8\ \mu$.



Rys. 18. Obraz interferencyjno-immersyjny w powiększeniu $120\times$ kopii powierzchni bieżni w pierścieniu zewnętrznym łożyska kulkowego $H_0 = 0,6\ \mu$.

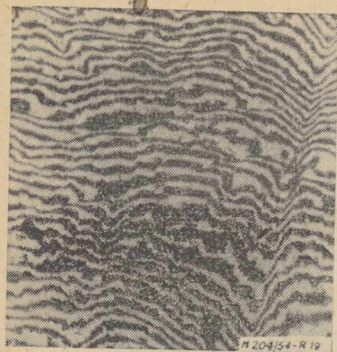
Na rys. 15 c pokazany jest interferencyjno-immersyjny obraz kopii badanej powierzchni przy użyciu wody jako ośrodka immersyjnego. Odchyleniu prążków na obrazie o ich odległość odpowiada nierówność powierzchni równej $1,7\ \mu$.

Wreszcie na rys. 15 d widzimy obraz interferencyjno-immersyjny otrzymany w warunkach jak poprzednie z tym, że jako ośrodka immersyjnego zamiast wody użyto oleju o współczynniku załamania $n_2 = 1,41$. W tym przypadku odchylenie prążków interferencyjnych o ich odległość odpowiada wysokości nierówności równej $3\ \mu$.

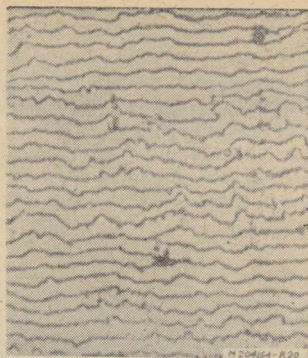
Na rys. 15 d obserwowane odchylenia prążków można określić bez trudu. Wynoszą one od 1 do 2 odległości między prążkami, co odpowiada największej głębokości rys od 3 do $6\ \mu$.

Rys 18 przedstawia w powiększeniu $120\times$ obraz interferencyjny kopii powierzchni bieżni pierścienia zewnętrznego łożyska kulkowego. Ośrodkiem immersyjnym jest powietrze. Odległość prążków interferencyjnych odpowiada $0,6\ \mu$.

Metoda kopii może być również stosowana do badania powierzchni przedmiotów niemetalowych. Na przykład na rys. 19 pokazany jest obraz prążków interferencyjnych na kopii powierzchni prasowanej płytki z tworzywa sztucznego. Ośrodkiem immersyjnym jest woda. Odległość prążków odpowiada $1,7\ \mu$. Powiększenie obrazu wynosi $140\times$.



Rys. 19. Obraz interferencyjno-imersyjny w powiększeniu $140\times$ kopii powierzchni prasowanej płytki z tworzywa sztucznego $H_0 = 1,7\ \mu$.



Rys. 20. Obraz kopii powierzchni papieru otrzymany przy zastosowaniu interferencji wielopromieniowej i imersji w oleju; $H_0 = 2,8\ \mu$.

Rys. 20 przedstawia w powiększeniu $120\times$ obraz kopii powierzchni papieru. Obraz otrzymany przy zastosowaniu interferencji wielopromieniowej i imersji w oleju. Odległość prążków odpowiada $2,8\ \mu$.

LITERATURA

1. Delanney. „Microscope interferentiel A. Mirau pour la mesure du fini des surfaces, Revue d'Optique, tom 32, 11 1954.
2. W. Kinder. „Ein Mikro-Interferometer nach W. Linnik, Zeiss Nachrichten 2 F.
3. A. Kohant. Zur Praxis der Oberflächenprüfung mit dem Interferenzmikroskop, Werkstatt und Betrieb, 12 (86) 1953.
4. R. Landwehr. Formprüfung mit Microinterferenzen, Ein neues Oberflächeninterferometer, Zeitschrift für angewandte Physik 10, 1952.
5. J. Perthen. Die Oberflächen Feingestalt, Zeitschrift VDI, Band 96 Nr 25, 1954.
6. R. Rühle. Eine einfache Anordnung zur Merountersuchung von Oberflächen mit Lichtinterferenz, Zeitschrift für technische Physik 24, 1943.
7. S. Tolansky. Multiple beam interferometry of surfaces and films Oxford 1948.
8. E. Zehender. Ein Interferenzverfahren zur Untersuchung rauher Oberflächen, Zeitschrift VDI 94, 1952.

SKOLENIE PRACOWNIKÓW KONTROLI TECHNICZNEJ

Stałe systematyczne szkolenie kadr zatrudnionych w przemyśle wpływa na podnoszenie kultury technicznej produkcji. Dlatego należy dążyć, aby zagadnienie masowego szkolenia, wyuczenia zawodu i podniesienia kwalifikacji, zarówno w stosunku do starych robotników jak i do młodych, zarówno w stosunku, do dorosłych jak i do młodzieży, stanowiło jedno z zagadnień centralnych.

O tym, że każdy robotnik powinien zostać fachowcem w swojej pracy, że powinien dokładnie opanować swój zawód, wiedzą wszyscy i uznają to za ważne. Ale nie wszyscy doceniają konieczność szkolenia pracowników zatrudnionych w kontroli technicznej. Jasnym tego dowodem jest fakt, że w resorcie przemysłu maszynowego, na przestrzeni ostatnich siedmiu lat przeszkolono tylko około 2.000 pracowników kontroli technicznej — brakarzy, kontrolerów, pomiarowców i kierowników Działu Kontroli Technicznej (DKT), co stanowi bardzo mały procent ogółu pracowników KT. Jak z powyższego wynika szkolenie dotychczasowe nie zaspokaja potrzeb.

Niewłaściwa pod względem jakości produkcja i nieodpowiedni poziom kontroli technicznej jest właśnie w dużym stopniu skutkiem niedostatecznego przygotowania fachowego pracowników KT. Należy przedsięwziąć odpowiednie środki działania, aby zamiast dotychczasowego nieorganizowanego i sporadycznego szkolenia rozpocząć masowe szkolenie pracowników DKT.

Jednym z ważniejszych zagadnień powinno być ujednolicenie programów szkolenia przy jednoczesnym uwzględnieniu właściwego poziomu. Zagadnieniem tym powinny się zająć resortowe komisje programowe przy współpracy z odpowiednimi stowarzyszeniami NOT i Głównym Urzędem Miar.

Kolejnym zagadnieniem będzie opracowanie właściwej organizacji masowego szkolenia pracowników DKT. Nadmienić należy, że pracownicy przeszkoleni przed kilku laty powinni być doszkalani na uzupełniających kursach, ponieważ metody pracy unowocześniają się. Przemysł krajowy coraz szerzej wprowadza automatyzację i mechanizację procesów wytwórczych, co stwarza konieczność stosowania odpowiednich form i metod kontrolowania produkcji, a tym samym i nowych metod pomiarów i narzędzi mierniczych. Ponadto zagadnienie to wiąże się ściśle z faktem przechodzenia KT z działania biernego (brakowania) do działania operatywnego i współpracy z innymi wydziałami w walce o podwyższenie jakości produkcji i zmniejszenie braków.

Szkolenie pracowników DKT prowadzić należy przynajmniej na czterech różnych poziomach:

1. Szkolenie brakarzy
2. „ kontrolerów i starszych kontrolerów
3. „ kierowników kontroli technicznej i ich etatowych zastępców
4. Szkolenie pomiarowców.

Brakarzy szkolić należy na kursach przyzakładowych, a więc bez oderwania od pracy lecz po godzinach pracy. Ten sposób szkolenia jest niezmiernie trudny i wymaga umiejętnego doboru tematów nauczania oraz sprężystego kierownictwa szkolenia.

Dobre rezultaty szkolenia przyzakładowego dają wykłady omawiające niedociągnięcia jakościowe produkcji w poszczególnych wydziałach i oddziałach własnego przedsiębiorstwa przemysłowego (zakładu pracy). Wykładowca omawia te niedociągnięcia, podaje sposoby usuwania i unikania przyczyn powodujących wady i usterki w produkcji. Słuchacze wprowadzają w życie omawiane sposoby i sami mogą stwierdzić stopień poprawy jakości produkcji oraz ilościowe zmniejszanie się braków.

Kurs szkolenia przyzakładowego powinien trwać nie dłużej niż trzy miesiące. Wykłady należy prowadzić każdego dnia roboczego, oprócz sobót i dni wypłat. Dzienna ilość godzin wykładowych nie powinna przekraczać trzech. Łączna ilość godzin wykładowych dla całego kursu 190.

Poniżej podajemy ramowy program wykładów, który należy traktować jako przykładowy:

1. Zagadnienia ideologiczne	godzin 6
2. rachunki — cztery działania i ułamki	„ 24
3. zarys organizacji i działalności DKT	„ 6
4. czytanie rysunku technicznego	„ 14
5. technologia produkcji poszczególnych wydziałów	„ 25
6. narzędzia miernicze stosowane przez brakarzy	„ 15
7. metody pomiarów warsztatowych	„ 25
8. nowoczesne metody kontrolowania produkcji	„ 10
9. zarys pasowań i tolerancji	„ 6
10. sposoby jakościowej klasyfikacji produkcji	„ 12
11. wypełnianie karty braków i jej obieg	„ 6
12. braki naprawialne i nienaprawialne	„ 8
13. sposoby prowadzenia walki o podwyższenie jakości produkcji i zmniejszenie braków jakościowych	„ 18
14. inne tematy właściwe dla danej gałęzi produkcji, w szczególności zagadnienia technologii	„ 15

Cwiczenia wynikające z potrzeb szkolenia powinny zmieścić się w ramach godzin wykładowych. Kierownik kursu ustala z wykładowcami tematy i ilości godzin dla przeprowadzenia ćwiczeń. Jako zasadę należy przyjąć, że wykładowcami powinni być pracownicy inżynieryjno-techniczni tego przedsiębiorstwa przemysłowego, na terenie którego prowadzone jest szkolenie przyzakładowe.

Po zakończeniu kursu powinny być przeprowadzone egzaminy.

Kontrolerzy i starsi kontrolerzy powinni być szkoleni na kursach z oderwaniem od pracy. Kursy takie należy organizować w ramach centralnych zarządów przemysłu przy udziale Centralnego Zarządu Szkolenia Zawodowego bądź stowarzyszeń NOT, np. SIMP, SEP itp.

Kursy szkolenia kontrolerów i starszych kontrolerów nie powinny trwać dłużej niż miesiąc. Łączny wymiar godzin wykładowych i ćwiczeń 190.

Poniżej podajemy ramowy program kursu:

	wykłady	ćwiczenia
1. Zagadnienia ideologiczne	8	—
2. Organizacja i działalność kontroli technicznej	16	10
3. Pomiary warsztatowe	30	15
4. Zasady ogólne tolerancji i pasowań	10	8
5. Obliczanie tolerancji dla sprawdzianów	10	8

6. Mała mechanizacja i automatyzacja kontrolowania jakości produkcji	5	—
7. Zasady kontroli statystycznej	8	4
8. Sprawdzanie chropowatości powierzchni	8	5
9. Gospodarka narzędziami mierniczymi	10	—
10. Kontrola narzędzi i przyrządów stosowanych dla obróbki skrawaniem	8	—
11. Kontrola obrabiarek	10	—
12. Inne tematy właściwe dla odnośnej gałęzi produkcji, a w szczególności zagadnienia technologii	17	—
	140	50

Wyżej podany program stosować należy dla pracowników zatrudnionych w przedsiębiorstwach nie posiadających odlewni. Ze względu na odmienny charakter pracy odlewni i różnorodność zagadnień, program szkolenia kontrolerów musi być inny. Poniżej podajemy projekt takiego programu nieco bardziej rozwinętego.

Ramowy program kursu: godzin 190:

	wykłady	ćwiczenia
1. Zagadnienia ideologiczne	8	—
2. Organizacja kontroli technicznej	10	—
3. Działalność kontroli na odlewni:		
a) Kontrola modeli odlewniczych, kokil itp.	6	6
b) kontrola surowców, złomów odlewniczych i materiałów pomocniczych	10	6
c) Kontrola wykonania formy i rdzenia	4	6
d) „ suszenia „	2	6
e) „ namiarów wsadowych	2	—
f) „ temperatury płynnego metalu	4	6
g) „ klina i lejności (spirala)	2	4
h) „ po wybiściu odlewu z formy	4	—
i) „ szczelności ścianki odlewu	2	—
k) „ gotowego odlewu	4	6
4. Laboratoria odlewnicze:		
a) piasków i mas formierskich	6	—
b) chemiczne	4	—
c) metalograficzne	4	—
d) wytrzymałościowe	6	—
5. Nowoczesne metody kontrolowania w odlewniach	6	—
6. Zarys technologii:		
a) żeliwo szare	4	—
b) „ szare modyfikowane i sferoidalne	—	—
c) „ ciągliwe białe i o przełomie czarnym	4	—
d) staliwo	2	—
e) stopy miedzi	2	—
f) stopy aluminium i magnezu	2	—
g) stopy łożyskowe	2	—
h) obróbka cieplna w odlewnictwie	6	—
7. Narzędzia miernicze stosowane w odlewnictwie	6	—
8. Kontrola statystyczna w odlewni	8	4
9. Kontrola okresowa narzędzi mierniczych	4	—
10. Magazynowanie i konserwowanie modeli odlewniczych oraz kokili	—	—
11. Sposoby formowania:		
a) forma piaskowa	2	—
b) „ metalowa (kokila)	2	—
c) „ skorupkowa	2	—
d) „ sposobem traconego wosku	2	—
12. Sposoby odlewania:		
a) odlewanie zwykłe	2	—
b) „ pod ciśnieniem	2	—
c) „ odrodkowe	2	—
	146	44

Szkolenie kierowników kontroli technicznej i ich etatowych zastępców prowadzić należy również na kursach z oderwaniem od pracy. Kursy te powinny być organizowane analogicznie jak dla kontrolerów.

Ramowy program kursu obejmuje 190 godzin:

	wykłady	ćwiczenia
1. Zagadnienia ideologiczne	10	—
2. Organizacja i działalność DKT	16	—

3. Nowoczesne metody pomiarów warsztatowych	10	5
4. Tolerancja i pasowania	8	4
5. Tolerancje sprawdzianów	8	6
6. Sprawdziany i przyrządy miernicze	8	—
7. Gospodarka narzędziami mierniczymi	14	5
8. Gładkość powierzchni	10	6
9. Ważniejsze metody kontrolowania jakości produkcji:		
a) kontrola lotna	6	2
b) „ statystyczna	12	8
c) superkontrola	6	—
d) samokontrola	6	—
10. Zarządzenie obowiązujące DKT	8	—
11. Sprawozdawczość z braków i reklamacji	8	—
12. Współzawodnictwo jakościowe	8	—
13. Metody prowadzenia walki o podwyższenie jakości produkcji i zmniejszenie braków	8	—
14. Współpraca kontroli technicznej z laboratoriami zakładowymi i innymi wydziałami przedsiębiorstwa przemysłowego	8	—
	154	36

Pomiarowcy zatrudnieni w izbach pomiarów powinni być szkoleni na kursach z oderwaniem od pracy, organizowanych analogicznie jak dla kontrolerów.

Ramowy program szkolenia obejmuje 300 godzin wykładowych razem z ćwiczeniami, mianowicie:

	wykłady	ćwiczenia
1. zagadnienia ideologiczne	20	—
2. repetytorium z matematyki	14	14
3. zasady optyki	6	2
4. wybrane zagadnienia z technologii, materiałoznawstwa i obróbki cieplnej	6	2
5. podstawowe pojęcia z metrologii	6	2
6. dokładność pomiarów	8	6
7. zasady tolerancji i pasowań	20	8
8. konstrukcja i właściwości narzędzi do pomiaru długości i kąta	22	6
9. pomiary długości i kąta	24	—
10. pomiary kół zębatych	8	6
11. „ chropowatości powierzchni	8	4
12. sprawdzanie narzędzi mierniczych	10	—
13. „ „ obróbkowych	12	4
14. pomiary własności wytrzymałościowych metali	10	6
15. pomiary twardości metali	8	6
16. organizacja kontroli technicznej	12	6
17. gospodarka narzędziami mierniczymi	14	4
18. elementy statystycznej kontroli produkcji	12	4
	220	80

Kierownicy Izby Pomiarowych powinni być szkoleni według powyższego programu w Głównym Urzędzie Miar. Spośród przeszkolonych w ten sposób kierowników Izby Pomiarowych powinni być typowani kierownicy kursów dla pomiarowców. Zapewni to jednolitość szkolenia niezbędną z punktu widzenia jedności miar.

Zrozumiałe jest, że kandydaci do szkolenia z oderwaniem od pracy powinni posiadać odpowiedni staż fachowy i mieć należyte przygotowanie teoretyczne. W zasadzie powinni to być technicy lub inżynierowie.

Kursanci powinni korzystać z literatury fachowej, a więc:

1. Organizacja kontroli technicznej w zakładach przemysłu metalowego, mgr inż. T. Sawicki
 2. Gospodarka narzędziami mierniczymi, mgr inż. T. Sawicki
 3. Zarys metrologii warsztatowej, mgr inż. A. Tomaszewski
 4. Pomiary twardości metali, mgr inż. S. Błażewski
 5. Technika pomiarów warsztatowych, W. Ciesielski i S. Perliński
 6. Koła zębate tom III, mgr inż. K. Ochęduszek
 7. Mały Poradnik Mechanika — praca zbiorowa
 8. Przepisy obowiązujące w miernictwie G.U.M.
 9. Dziennik Urzędowy G.U.M.
 10. Układ pasowań PN-M. 02201 o PN-M. 02400
- Przekonany jestem, że podane ramowe programy szkolenia wymagają uzupełnień lub poprawek, które się niewątpliwie wyłonią w ramach dyskusji.

Inż. St. P.

Jednym z zasadniczych czynników podnoszenia poziomu przemysłu jest szkolenie i doszkalanie pracowników, informowanie ich o najnowszych osiągnięciach, dostarczanie materiałów liczbowych, zestawieniowych i rysunkowych ułatwiających pracę zawodową. Celom tym służą publikacje techniczne, zarówno periodyczne — czasopisma, jak i książkowe.

Zagadnienia kontroli technicznej w zakładach przemysłu maszynowego omawiane są stale w czasopismach „Przegląd Mechaniczny” i „Mechanik” oraz na łamach periodyków branżowych: „Przegląd Odlewnictwa”, „Przegląd Spawalnictwa”, „Technika Motoryzacyjna” i „Technika Lotnicza”. W czasopiśmie tych znaleźć można szereg artykułów z dziedziny metrologii i pomiarów warsztatowych, co stanowi cenny dorobek piśmiennictwa technicznego.

Doniosłą rolę w zakresie rozpowszechnienia postępowej techniki spełniają wydawnictwa książkowe. Wydawnictwa z dziedziny metrologii i pomiarów warsztatowych wchodzi już od kilku lat w zakres działalności Państwowych Wydawnictw Technicznych.

Podstawowe wiadomości z omawianego zakresu zawiera część druga tomu I Poradnika Technicznego „Mechanik” poświęcona metrologii. Tom ten stanowi zbiór ogólnych wiadomości ujętych w sposób zwarty, jasny i wyczerpujący. Spośród innych wydawnictw należy wymienić:

Książka St. BŁĄZEWSKIEGO „Pomiary twardości metali” przeznaczona jest dla pracowników działu kontroli technicznej. Omawia ona wszystkie stosowane w przemyśle metody badania twardości z uwzględnieniem metody badania mikrotwardości.

Praca St. KOWALCZYKA „Tolerancje i pasowania w budowie maszyn” według układu międzynarodowego ISA i radzieckiego OCT zawiera przystępne omówienie tych układów pasowań, ich porównanie oraz przykłady zastosowania poszczególnych pasowań.

Książka T. SAWICKIEGO „Organizacja kontroli technicznej w zakładach przemysłu metalowego” zapozna czytelnika

z organizacją i zakresem działalności poszczególnych komórek wchodzących w skład działu kontroli technicznej oraz z zasadami współpracy z innymi działami przedsiębiorstwa.

Monografia A. TOMASZEWSKIEGO „Zarys metrologii warsztatowej” podaje podstawy teoretyczne pomiarów długości i kąta oraz opisy działania i zasady konstrukcji środków mierniczych stosowanych do tych pomiarów.

Z zakresu pomiarów warsztatowych wydana została również książka S. PERLINSKIEGO i W. CIESIELSKIEGO pt. „Technika pomiarów warsztatowych”.

Poza pracami z zakresu pomiarów długości i kąta PWT wydały książki z innych dziedzin metrologii: M. U. ZOCHOWSKIEGO „Pomiary ciśnień”, S. PROWANSKA „Pomiary temperatur”, T. PIETRZKIEWICZA „Pomiar mocy silników”.

W ramach książek z serii „Będę fachowcem” przeznaczonych dla niewykwalifikowanych robotników, ukazała się praca S. ORDOWSKIEGO „Jak posługiwać się najprostszymi warsztatowymi narzędziami mierniczymi”; poza nią w tej serii ukazały się jeszcze w 1954 roku książki A. VOELLNAGLA „O warsztatowych narzędziach mierniczych”.

W planie roku 1955 Państwowe Wydawnictwa Techniczne przewidują wydanie następujących prac:

A. TOMASZEWSKI „Pomiary warsztatowe. Ćwiczenia”

W. W. KONDASZEWSKI „Automatyczna kontrola wymiarowa przedmiotów w procesie obróbki” (tłumaczenie z rosyjskiego)

A. TOMASZEWSKI „Geometria powierzchni części maszynowych”

A. SZKLARZEWICZ „Tolerancje i pasowania podstawowych elementów maszynowych”

J. OBALSKI „Statystyczna kontrola jakości w biegu produkcji”

Poza tym są planowane drugie wydania książek:

A. TOMASZEWSKI „Zarys metrologii warsztatowej”

S. KOWALCZYK „Tolerancje i pasowania w budowie maszyn”.
inż. K. S.

OŚRODEK DOKUMENTACJI METROLOGII

Ogromny i stale rosnący zakres wiedzy ludzkiej pociąga za sobą coraz większą specjalizację zawodową. Dotyczy to wszystkich dziedzin działalności, ale może najwięcej uwidocznić się w pracy technika.

Należy jednak podkreślić, że technik współczesny, strajający się utrzymać „na poziomie”, poznać stan oraz rozwój swej specjalności i podążać za ogólnym postępem, napotyka przy tym na znaczne trudności. Aby wykorzystać istniejący dorobek, winien on posługiwać się literaturą techniczną, a zwłaszcza czasopismami. Obfitość zaś tej literatury nawet w b. wąskich dziedzinach wiedzy jest dziś tak wielka, że systematyczne studiowanie jej przekracza możliwości jednego człowieka. Gdyby nawet było możliwe czytanie wszystkich ukazujących się w różnych językach książek i artykułów, to powstałoby zagrożenie pamięciowego utrwalenia zdobytych wiadomości w taki sposób, aby móc je w każdej chwili w pełni wykorzystać.

Sprawę utrudnia jeszcze fakt, że wiemy jedynie jakie zagadnienia interesują nas dziś, ale na ogół nie możemy dokładnie przewidzieć jakie będą nas interesowały jutro. Gdy stajemy przed nowym zagadnieniem, które mamy rozwiązać, napotykamy na znaczną trudność zdobycia jak najbardziej wyczerpujących informacji z tej dziedziny wiedzy z ubiegłego okresu czasu. Każdy, kto na przykład przy wykonywaniu pracy naukowej zmuszony był szperać w rocznikach czasopism i książek, wie dobrze jaka to jest mozolna praca.

Obecnie jednak te trudności w zasadzie już nie istnieją. W wielu państwach, zwłaszcza w krajach socjalizmu, powstały instytucje pełniące służbę informacyjną o osiągnięciach we wszystkich dziedzinach technicznych, na podstawie krajowych i zagranicznych książek, czasopism, norm, patentów, katalogów itp.

W Polsce rolę tę spełnia powstały w roku 1950 Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (CIDNT), działający poprzez kilkadziesiąt działowych (branżowych) Ośrodków Dokumentacji. Ośrodki te gromadzą literaturę techniczną i inne dokumenty z zakresu swej specjalności, opracowują je bibliograficznie, analizują i streszczają. Na podstawie tych danych sporządza się karty dokumentacyjne, które CIDNT powiela i rozpowszechnia wśród absolwentów. W ten sposób każdy artykuł techniczny w czasopiśmie, każda książka lub norma zostanie zarejestrowana w postaci oddzielnej karty, pozwalającej zaintereso-

wanemu zorientować się, czy dokument będący przedmiotem karty może być dla niego przydatny.

Zamiast gromadzić roczniki czasopism lub liczne tomy książek, każdy może prenumerować odpowiednie karty dokumentacyjne, stosownie do swych zainteresowań. Stając przed nowym zagadnieniem, które należy rozwiązać, każdy odnajdzie bez trudności w swej kartotece grupę kart odpowiadających temu zagadnieniu. Jeżeli w kartach tych znajdują się interesujące go tematy, wówczas może on albo udać się do danego ośrodka i przejrzeć poszukiwane materiały (karta podaje symbol Ośrodka, w którym została opracowana; jeżeli w prawym rogu karty znajduje się znak „plus”, to oznacza to, że dany dokument znajduje się w tym Ośrodku), albo zażądać od Ośrodka, aby sporządził i nadesłał fotokopie dokumentów.

Rzecz oczywista, że tego rodzaju posługiwanie się kartami dokumentacyjnymi wymaga aby były one w kartotece odpowiednio posegregowane. W tym celu każda karta jest zaopatrzona w numer klasyfikacji dziesiętnej. Tablice klasyfikacyjne wydane przez CIDNT umożliwiają znalezienie właściwego numeru. Tablice wydane w postaci powielonej są b. rozbudowane i obejmują wiele tomów. Dla przeciętnych potrzeb wystarczy wydawnictwo PWT pod tytułem „Klasyfikacja dziesiętna. Wyd. skrócone” (1953). Tablice te są zaopatrzone w skrowidz alfabetyczny b. pomocny przy poszukiwaniu nr klasyfikacyjnego.

Nie ma potrzeby uzasadniać, jak wielkie znaczenie dla postępu technicznego posiada opisana służba informacyjna i dokumentacyjna. Niesposób jednak pominąć omówienia roli kart dokumentacyjnych dla rozwoju prac racjonalizatorskich stanowiących jedną z podstaw postępu technicznego. Sprawa ta wymaga podkreślenia z tego również względu, że w tym zakresie karty są dotychczas na ogół b. słabo wykorzystywane, bo racjonalizatorzy „nie bawią się” w literaturę przysępują zrywkę od razu do prób i realizacji swych pomysłów, często błądząc lub wynajdując po długiej pracy rzeczy od dawna znane. Zaoszczędziliby oni sobie wielu wysiłków, a często rozczarowań, gdyby rozpoczynali od kartoteki dokumentacyjnej, od zbadania co w danej dziedzinie już zrobiono. Jeżeli posiadana kartoteka jest jeszcze zbyt uboga, to mogą zażądać od CIDNT lub od odpowiedniego Ośrodka zestawienia dokumentacyjnego na dany temat, najlepiej podając odpowiednie numery klasyfikacji dziesiętnej.

Wśród kilkudziesięciu branżowych ośrodków znajduje się też Ośrodek Dokumentacji Metrologii przy Głównym Urzędzie Miar w Warszawie. Sporządza on karty dokumentacyjne z zakresu wszystkich rodzajów pomiarów technicznych, a więc z zakresu

podstawowych zagadnień metrologii technicznej, metod pomiarów, konstrukcji narzędzi mierniczych itd. W chwili obecnej ilość kart metrologicznych osiąga liczbę 15.000 szt. Niestety posługiwanie się klasyfikacją dziesiętną w dziedzinie metrologii jest dość utrudnione. Wynika to stąd, że metrologia w tej klasyfikacji nie stanowi odrębnej dziedziny i pomiary są porozrzucone po różnych działach techniki, nauk przyrodniczych i innych. Inna trudność polega na tym, że polska terminologia tych tablic w dziedzinie pomiarów (zwłaszcza pomiarów warsztatowych) jest dość często niewłaściwa i niezgodna z ogólnie przyjętą.

Do grup klasyfikacyjnych, w których pomiary występują przede wszystkim, należy fizyka mająca nr klasyfikacyjny 53. Podajemy poniżej główny podział w zakresie pomiarów w ogóle i interesujących nas pomiarów warsztatowych (po poprawieniu niektórych terminów).

53. Fizyka

- 53.08 Ogólne zasady i teoria pomiarów oraz budowa i przyrządy
 - .081 Jednostki. Stale. Skale (jednostek)
 - .082 Zasady pomiarów i budowy przyrządów
 - .083 Metody pomiarowe. Przyrządy z punktu widzenia metody stosowanej
 - .084 Budowa przyrządów. Części podstawowe
 - .085 Przyrządy do odczytywania. Skale
 - .087 Obserwacja i rejestracja
 - .088 Błędy i poprawki
 - .089 Inne zagadnienie (między innymi wzorcowanie, badanie i sprawdzanie narzędzi mierniczych)
- 531 Mechanika ogólna. Mechanika ciał stałych i sztywnych
- 531.7 Pomiar wielkości geometrycznych i mechanicznych
- 531.71. Pomiar długości
 - .711. Wzorce długości. Wzorzec metra, Wzorce końcowe
 - .712. Mierzenie linii podstawowych (baz)
 - .713. Komparatory i katometry wzorców liniowych.
 - .714. Przyrządy miernicze (maszyny miernicze, mikrometry, suwmiarki itd.)
 - .715. Inne dokładne metody i przyrządy. Optyczne przyrządy precyzyjne
 - .716. Przyrządy miernicze przemysłowe. Przyrządy mniej dokładne (tu należą między innymi przyrządy składowe, wstępowe, cykle miernicze itp.)
- 717. Mierzenie grubości, średnicy, pochylenia, płaskości, prostoliniowości i równoległości (tu należą m. in. czujniki mechaniczne)
- .718. Sprawdziany, szablony (tu należą m.in. sprawdziany

graniczne do długości i kątów, sprawdziany skoków gwintów)

- .719. Inne przyrządy do mierzenia długości (m. in. do mierzenia krzywizny, odległości, głębokości, wysokości np. samolotów)

531.74. Mierzenie kątów.

Pomiary długości figurują również w dziale obróbki metali zgodnie z poniższym podziałem:

- 620/621. Budowa maszyn
- 621.7 Fabryki. Warsztaty. Rodzaje obróbki zwłaszcza metali
- 621.75 Narzędziownia. Montaż
- 753. Narzędziownia. Wyrób sprawdzianów
- 753.1 Dokładność wykonania. Dokładność wymiarów. Tolerancje części składowych.
- 753.2 Pasowanie. Sprawdziany pasowania
- 753.3 Sprawdziany. Wzorce.

Pomiarów metodami elektrycznymi należy szukać pod poz. 621.317.39. Pomiary gładkości nie mają specjalnego numeru. Przeważnie klasyfikuje się je pod pozycją 621 — 288: 531.71

Wyrób narzędzi mierniczych obejmuje pozycja: 681.2 Ogólne wiadomości o przyrządach. Sprzęt mierniczy. Budowa narzędzi mierniczych. Wagi.

Jeżeli karta dotyczy kilku tematów, to podaje się kilka odpowiednich numerów klasyfikacyjnych połączonych dwukropkiem. Ponadto karty zawierają często szereg dodatkowych oznaczeń pozwalających między innymi stwierdzić, w jakim kraju i w jakim czasie miał miejsce opisany fakt.

Po kilku latach praktyki można śmiało stwierdzić, że karty dokumentacyjne, ogólnie biorąc, zdały egzamin i że w chwili obecnej są już dużym ułatwieniem w twórczej pracy inżynierów i techników. Jednak karty z zakresu metrologii nie docierają jeszcze wszędzie. Byłoby pożądane, aby przykładowe Koła NOT i SIMP bardziej zainteresowały się tą sprawą, zainicjowały prenumeratę kart metrologicznych i drogą odczytów lub bezpośrednich wyjaśnień wykazywały korzyści, jakie karty te mogą przynieść racjonalizatorom w ich dążeniu do postępu technicznego.

J. O.

LITERATURA

- 1) Wykłady z dokumentacji naukowo-technicznej. Praca zbiorowa PWT, 1951.
- 2) Z. Dobrowolski. Każdy może i powinien korzystać z dokumentacji naukowo-technicznej. PWT, 1951.
- 3) Klasyfikacja dziesiętna. Wydanie skrócone. PWT, 1953.
- 4) Wykaz tematyczny dla abonentów kart dokumentacyjnych, CIDNT, 1954.

KOMUNIKATY KOMITETU ORGANIZACYJNEGO KONFERENCJI

1. W czasie trwania Konferencji będzie otwarta wystawa narzędzi do pomiarów warsztatowych produkcji krajowej. Pozwoli ona zorientować się w obecnym potencjale produkcyjnym naszych zakładów w tej dziedzinie i będzie źródłem informacji o możliwościach zaopatrzenia się w narzędzia miernicze.

Biorąc pod uwagę, że pracowniczemu ruch racjonalizatorski stanowi jedno z najpoważniejszych źródeł postępu technicznego, Komitet Organizacyjny Konferencji postanowił z wystawą tą połączyć pokaz pomysłów racjonalizatorskich i usprawnień dokonanych w ostatnich latach na polu pomiarów warsztatowych. Pokaz ten z jednej strony przyczyni się do rozpowszechnienia pomysłów i udoskonaleń, które często są wprowadzane w związku z określonymi pomiarami specjalnymi, a mogą mieć zastosowanie ogólne, z drugiej zaś strony przyczyni się do zachęcenia pracowników do podejmowania dalszych wysiłków nad udoskonalaniem narzędzi mierniczych i techniki pomiarów.

2. Poza artykułami zamieszczonymi w zeszycie 11-12/54 czasopisma „Mechanik”, na Konferencji omawiany będzie szereg referatów, z których część drukowana będzie w tym czasopiśmie w I kwartale 1955 roku. Przewidywane są między innymi następujące referaty:

- inż. K. Steina — Ocena błędów kształtu i położenia;
- dr inż. J. Obalskiego — Pomiary długości metodami elektrycznymi;
- inż. J. Jakubowskiego — Pomiary zarysu zębów;
- inż. E. Janke — Pomiary dużych wymiarów.

3. Przewidywany program Konferencji:

Konferencja odbędzie się w domu Technika w Warszawie, ul. Czackiego 3/5, w dniach 10, 11, 12 grudnia br.

Część oficjalna Konferencji rozpocznie się 10 grudnia o godzinie 9⁰⁰ i obejmie: otwarcie Konferencji przez przedstawiciela SIMP, wybór Prezydium Konferencji oraz przemówienie Przedstawiciela Władz.

Z uwagi na wspólne lub ściśle zalegające się zainteresowania wszystkich uczestników Konferencji referatami konferencyjnymi — przewiduje się wyłącznie obrady plenarne.

Autorzy referatów ogłoszonych w zeszycie 11-12/54 czasopisma „Mechanik” opracują krótkie „w p r o w a d z e n i a” do dyskusji, które będą dostarczone uczestnikom Konferencji. Wprowadzenia te będą obejmowały: podstawowe myśli danego referatu, nawiązanie tematyki referatu do ogólnej tematyki Konferencji oraz tezy dyskusyjne i wnioski końcowe.

Referaty nie zamieszczone w zeszycie 11-12/54 czasopisma „Mechanik” będą powielone i rozdane uczestnikom Konferencji w całości lub w streszczeniu z podaniem tez dyskusyjnych i wniosków końcowych.

Dyskusja odbywać się będzie nad następującymi grupami referatów:

- 1) Technika pomiarów i budowa narzędzi mierniczych (10. XII.)
- 2) Zagadnienia pomiarów z punktu widzenia konstruktora i technologa (11. XII.)
- 3) Gospodarka narzędziami mierniczymi (11. XII.)
- 4) Zagadnienia kontroli technicznej (11. XII.)
- 5) Szkolenie, wydawnictwa i filmy w dziedzinie pomiarów warsztatowych i kontroli technicznej (12. XII.)

W celu udzielania przemysłowi konkretnych wskazań w zakresie metrologii warsztatowej i kontroli technicznej, powołana na Konferencji Komisja Wniosków opracuje i przedstawi uczestnikom Konferencji do zatwierdzenia najważniejsze postulaty i wnioski wypływające z referatów i dyskusji.

Obrady trwać będą w dniu 10 XII. do godz. 13⁰⁰ oraz od godz. 16⁰⁰ do 20⁰⁰, w dniu 11. XII. — od godz. 9⁰⁰ do 13⁰⁰ oraz od godz. 16⁰⁰ do 20⁰⁰, w dniu 12. XII. — od godz. 10⁰⁰ do 13⁰⁰.

W czasie przerw w obradach w dniach 10 i 11 grudnia zorganizowane będą wycieczki uczestników do Głównego Urzędu Miar.

Po zamknięciu obrad w dniu 12 grudnia uczestnicy Konferencji będą mogli obejrzeć dwa filmy krótkometrażowe: „Płytki wzorcowe” i „Suwmiarka”.

KRAJOWA NARADA TECHNICZNA W SPRAWIE OSZCZĘDNOŚCI STALI I INNYCH METALI W PRZEMYSLE MASZYNOWYM

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich SIMP zorganizowało z inicjatywy Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego i przy współudziale Ministerstwa Przemysłu Maszynowego w dniach 8 i 9 października 1954 r. Krajową Nadarę Techniczną w sprawie Oszczędności Stali i Innych Metali w Przemysle Maszynowym.

Celem tej Narady było zaznajomienie konstruktorów, technologów, pracowników instytutów naukowych oraz aktywu racjonalizatorskiego z zagadnieniami najekonomiczniejszego gospodarowania stalą i metalami nieżelaznymi.

Podstawowy referat wygłosił min. M. Lesz podkreślając znaczenie w naszej gospodarce narodowej zagadnienia oszczędności stali. Walczyć o oszczędność stali należy na wszystkich etapach produkcji: w hutnictwie w biurze konstrukcyjnym i w trakcie opracowania fabrykacyjnego.

Źródła oszczędności stali w hutnictwie — to podnoszenie jakości wyrobów walcowanych, odkuwek, odlewów, zmniejszenie naddatków w odkuwkach, zaostrezenie dyscypliny technologicznej w hutach.

Podkreślając doniosłą rolę konstruktorów w dziedzinie zaoszczędzenia stali minister M. Lesz podał szereg przykładów rozrutnego projektowania, zwrócił m. in. uwagę na konieczność szerszego stosowania stali ST52, zastępowania w konstrukcjach nitowania spawaniem oraz podał szereg konkretnych przykładów osiągania oszczędności przy projektowaniu części maszyn.

Źródło oszczędności na etapie przygotowania produkcji to przede wszystkim odpowiedni dobór technologii wykonania i konieczność zmiany obecnego poglądu konstruktorów i technologów, że należy iść w kierunku wyboru odlewów stalowych zamiast konstrukcji spawanych. Należy bowiem oczekiwać, że po uruchomieniu walcowni blachy w Hucie im. Lenina zdolności produkcyjne z zakresu blach znacznie wzrosną. Już obecnie konstruktorzy powinni mieć to na uwadze przy projektowaniu nowych konstrukcji.

Osobną część referatu poświęcił minister M. Lesz oszczędności metali nieżelaznych i stali stopowych, która powinna iść trzema zasadniczymi drogami:

- przez zastosowanie konstrukcji łączonych, gdzie części mniej narażone są wykonane ze zwykłej stali;
- przez zastosowanie mas plastycznych;
- przez powlekanie zwykłej stali metalami nieżelaznymi, stalami stopowymi lub innymi materiałami.

Na zakończenie min. M. Lesz podkreślił, że walka o oszczędność stali i innych metali tylko wtedy da rezultaty, jeżeli będzie jej towarzyszył masowy ruch konstruktorów, technologów i przodujących robotników.

W ożywionej dyskusji poszczególni mówcy poruszali zagadnienia dotyczące jakości produkcji i dostaw materiałów hutniczych produkcji tworzyw zastępczych, konstruowania, doboru materiałów i zastosowania nowych tworzyw, doboru technologii wykonania, ogólnego uporządkowania gospodarki materiałowej, szkolenia konstruktorów itp.

W czasie obrad sześciu sekcji branżowych autorzy referatów sekwencyjnie podawali w skrócie tezy swoich referatów, po czym rozwinęła się dyskusja nad zagadnieniami oszczędności stali i innych materiałów w skali poszczególnych branż oraz nad opracowaniem odpowiednich wniosków.

Z obrad sekcji wyłoniły się wnioski natury ogólnej, które przekazano do Komisji Wniosków oraz szczegółowe — zatwierdzone jako wnioski sekwencyjne.

Na końcowych obradach plenarnych przyjęto jednogłośnie następujące wnioski:

I. Wnioski dotyczące jakości produkcji i dostaw materiałów hutniczych.

1. Należy zapewnić dostawy materiałów walcowanych, odkuć i odlewów o gwarantowanych własnościach fizyko-mechanicznych bez odchylenia od obowiązujących w tym zakresie norm i warunków technicznych. Konieczne jest również opracowanie przez Instytut Metalurgii przy współpracy z PAN charakterystyk stali obejmujących wytrzymałość zmęczeniową, własności fizyko-mechaniczne przy niskich i wysokich temperaturach oraz dane dotyczące obróbki cieplnej.

2. Należy zapewnić dostawy materiałów walcowanych o minimalnych odchyleniach plusowych od nominalnych wymiarów, zmniejszyć naddatki i odchylenia wymiarowe i wagowe odkuć i odlewów.

3. Należy w pełni opanować produkcję i zapewnić szybkie cykle dostaw spawalnych stali konstrukcyjnych o podwyższonych własnościach wytrzymałościowych oraz żeliwa sferoidalnego i specjalnego o wysokiej jakości, rozszerzyć produkcję profili specjalnych, a także taśm stalowych o znormalizowanych wymiarach niezbędnych dla tłoczenia automatycznego.

4. Należy rozszerzyć produkcję materiałów platerowanych, blach i rur, polepszyć jakość oraz zapewnić ich dostawy.

5. Należy uzupełnić obowiązujący program walcowania w kierunku wprowadzenia profili cienkościennych, a także przyjąć w przyszłości jako obowiązującą zasadę przyciągania do prac nad ustaleniem programów walcowania głównych odbiorców materiałów walcowanych (M.P.M. M.B. Przem., M. Kolei).

6. Należy zapewnić terminowość dostaw materiałów hutniczych eliminując stosowanie niewłaściwych i przypadkowych materiałów, a ze strony odbiorców położyć nacisk na właściwe zamawianie materiałów zgodnie z obowiązującymi normami i programem walcowania.

II. Wnioski dotyczące produkcji tworzyw zamiennych.

1. Należy w przemyśle chemicznym opanować na skalę przemysłową, rozszerzyć produkcję i zapewnić dostawy wysokowartościowych tworzyw sztucznych opartych na polichloroku winylu, faolicie, karbacie.

2. Przemysł materiałów budowlanych powinien znacznie rozszerzyć produkcję wyrobów technicznych z kamionki, szkła i bazaltu, zapewnić ich wysoką jakość, oraz obniżyć poważnie ceny wyrobów z andezytu, co umożliwi ich szerokie zastosowanie.

3. W celu rozszerzenia stosowania tworzyw zamiennych należy wydać materiał informacyjny zawierający charakterystyki techniczne tworzyw, typowe zastosowanie, dane dotyczące obróbki, montażu itd.

4. Dla umożliwienia szybkiego opanowania metod obróbki i produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych i racjonalnego jego zastosowania należy zorganizować w Instytucie Tworzyw Sztucznych skuteczną działającą pomoc i instruktaż dla użytkowników w zakresie stosowania tworzyw sztucznych.

III. Wnioski dotyczące konstruowania, doboru materiałów, zastosowania nowych tworzyw.

1. Należy zrewidować w oparciu o dane radzieckie dotychczasowe metody obliczeń wytrzymałościowych w kierunku jak najbardziej racjonalnego zmniejszenia współczynników bezpieczeństwa i jak najbardziej pełnego wykorzystania własności wytrzymałościowych oraz jak najszybciej zastosować je zwłaszcza w konstrukcjach stalowych, taborze kolejowym i motoryzacji.

2. Należy zapewnić w trakcie opracowania konstrukcji stałą współpracę technologów i konstruktorów w celu osiągnięcia wysokiej technologiczności konstrukcji ze szczególnym uwzględnieniem oszczędności materiałowych.

3. Należy rozszerzyć zastosowanie stali konstrukcyjnych o podwyższonych własnościach wytrzymałościowych, żeliwa sferoidalnego, modyfikowanego oraz innych żeliw specjalnych, wykorzystując w pełni ich własności fizyko-mechaniczne, a tak-

że szerzej zastosować profile specjalne pozwalające na uzyskanie oszczędności materiałowych.

4. Należy szerzej zastępować deficytowe stale stopowe stalami niskostopowymi oraz węglistymi z odpowiednią obróbką termiczną, w szczególności z wykorzystaniem hartowania powierzchniowego.

5. Należy zwrócić szczególną uwagę na uzyskanie oszczędności stali szybko tnącej w produkcji narzędzi, szeroko stosując narzędzia napawane, składane, odlewane, a także stosować ich wielokrotne wykorzystanie.

6. Należy rozszerzyć zastosowanie tworzyw zastępczych: winiduru, faolitu, karbatu, kamionki, szkła, a także powłok emaliowanych i gumowanych, w szczególności w budowie aparatury i urządzeń chemicznych i zastępować nimi stale wysokostopowe, kwaso- i lugoodporne i metale kolorowe.

7. Należy zapewnić przy projektowaniu wysoki poziom opracowań konstrukcyjno-technologicznych, uwzględniających maksymalne ograniczenie obróbki skrawaniem na rzecz obróbki plastycznej i odlewania, a w szczególności rozszerzenie kucia matrycowego, pozwalającego na zmniejszenie zużycia materiałowego i polepszenie własności wytrzymałościowych.

8. Należy powszechnie stosować spawanie zamiast nitowania, stosować konstrukcje tłoczone i lano-spawane, oraz przejść na produkcję korpusów spawanych wszędzie, gdzie to jest uzasadnione technicznie i ekonomicznie. Konieczne w związku z tym jest opracowanie typowych instrukcji technologicznych spawania, ustalenie warunków technicznych odbioru a także uzupełnienie w aparaturę i sprzęt spawalniczy, w szczególności aparaturę kontrolną dla badania jakości spoin.

IV. Wnioski dotyczące doboru technologii wykonania.

1. W doborze metod technologicznych należy w dziedzinie obróbki plastycznej szerzej stosować kucie matrycowe z dołaczaniem, prasowanie w matrycach na zimno, kucie wpływowe, kucie na kuźniarkach, pozwalające na zmniejszenie naddatków i polepszenie własności fizyko-mechanicznych.

Dla zapewnienia odpowiedniego wzrostu zdolności produkcyjnych kuźni, należy jak najszybciej ustalić perspektywiczne zadania poszczególnych zakładów w dziedzinie rozszerzenia obróbki plastycznej. W dziedzinie technologii odlewniczej należy szerzej stosować odlewy kokilowe wtryskowe i odśrodkowe.

2. Należy rozszerzyć stosowanie materiałów ciągnionych z minimalnymi naddatkami i ograniczyć do minimum naddatki wyjściowe i międzyoperacyjne.

3. Należy zapewnić powszechne zmniejszenie braków i zwiększenie uzysków w szczególności w odlewniach i kuźniach, dzięki właściwie zaprojektowanym procesom technologicznym, wzmocnionej dyscyplinie technologicznej i lepszej organizacji pracy itd.

4. Należy poświęcić szczególną uwagę przygotowaniu i cięciu materiałów przez opracowanie szczegółowych wykrojów i organizację na większych zakładach centralnych krajalni.

5. Należy zorganizować pełne wykorzystanie odpadów, wprowadzić ich inwentaryzację i zastosować je jak najpełniej, w szczególności dla rozszerzenia produkcji artykułów powszechnego użytku.

V. Wnioski natury ogólnej.

1. Należy w pełni uporządkować gospodarkę materiałową, objąć powszechnie technicznie uzasadnionymi normami zużycie wszystkich materiałów, wprowadzić operatywną kontrolę zużycia.

2. Należy w celu wzmocnienia bodźców dla usztywnienia warunków dostaw, przeanalizować i przepracować metodykę planowania i rozliczenia produkcji i dostaw odlewów, odkuć i materiałów walcowanych wg ciężarów katalogowych lub rysunków wykonanych odkuć i odlewów.

3. Należy pogłębić prace normalizacyjne w dziedzinie oszczędności materiałów, objąć obowiązującymi normami wszystkie stosowane tworzywa a w tej liczbie i nowowprowadzane, ustalając jednocześnie ich własności fizyko-mechaniczne, wprowadzić obowiązkowe normy naddatków dla odkuć i odlewów, objąć ty-

pizacją powszechnie produkowane maszyny i urządzenia, uwzględniające warunki ich użytkowania i najbardziej celowe zastosowanie właściwych materiałów. Należy zapewnić wydanie katalogów stali, metali nieżelaznych i tworzyw sztucznych, ze szczegółowymi charakterystykami, normami, warunkami i zakresem zastosowania.

4. Należy rozszerzyć doświadczenie przemysłu obrabiarkowego w dziedzinie oszczędności materiałów, w szczególności zastosowania panewek bimetalowych, metalizacji natryskowej oraz zastępowanie stali wysokostopowych stalami zamiennymi.

5. Należy uwzględnić w planach postępu techniki Ministerstwa Przemysłu Maszynowego uruchomienie produkcji nowoczesnych maszyn kuźniczych, dostosowanych do produkcji średnioseryjnej, urządzeń do hartowania indukcyjnego, płomieniowego, aparatów spawalniczych, urządzeń do odśrodkowego wylewania panewek bimetalicznych a także uzupełnienie wyposażenia zakładów w niezbędną aparaturę kontrolno-pomiarową.

6. Należy przyspieszyć wydanie zarządzeń wykonawczych do Uchwały Rządu w sprawie premiowania za obniżanie zużycia materiałowego.

7. Należy przystąpić do systematycznego wydawania oficjalnych biuletynów informacyjnych zawierających szczegółowe dane o możliwościach dostaw tworzyw sztucznych z produkcji krajowej i importu, stali zamiennych, stali o podwyższonych własnościach wytrzymałościowych, żeliwa specjalnego, oszczędnościowych stopów i metali nieżelaznych. Równocześnie należy w biuletynach aktualnie informować o stopniu deficytowości poszczególnych materiałów.

8. Należy opracować długofalowy plan oszczędności materiałów obejmujący planowe wprowadzenie nowych tworzyw zastępczych, nowych oszczędnych profili, nowych metod technologicznych, prac naukowo-badawczych, a także generalne skontrolowanie pod kątem oszczędności wszystkich produkowanych maszyn i urządzeń w celu osiągnięcia obniżenia ciężaru produkowanych maszyn i polepszenie wykorzystania materiałów.

9. Należy w pracach kół zakładowych SIMP poświęcić szczególną uwagę i wzmocnić w porozumieniu z Radami Zakładowymi prace propagandowo-techniczną w dziedzinie oszczędności materiałów, pogłębić i rozszerzyć współzawodnictwo i działalność racjonalizatorską w tym zakresie, a także należy organizować specjalne narady załóg fabrycznych i pracowników inżyniersko-technicznych poświęconych ocenie osiągnięć, przenoszeniu i rozszerzeniu przodujących doświadczeń zakładów produkcyjnych, prac instytutów, oraz doświadczeń radzieckich w dziedzinie oszczędności materiałów i obniżenia ciężaru produkowanych maszyn i urządzeń.

10. Należy poświęcić szczególną uwagę szkoleniu konstruktorów i technologów, organizując specjalne wykłady, seminaria, kursy itp. poświęcone nowym metodom obliczeń wytrzymałościowych, zastosowanie nowych tworzyw, postępowych metod technologicznych itd., a także stworzyć przy SIMP redakcję informacji technicznej w celu udostępnienia i rozszerzenia istniejących doświadczeń krajowych i zagranicznych.

11. Należy wnioski sekcyjne szczegółowo przeanalizować przez Komisję Wniosków pod kątem widzenia słuszności i możliwości ich realizacji, po czym przedstawić zainteresowanym jednostkom.

12. Celem realizacji wniosków Narady należy je przedstawić do PKPG dla ustalenia w porozumieniu z zainteresowanymi resortami form i metod jej wykonania.

Minister M. Lesz podkreślił wybitnie konkretny charakter przyjętych wniosków, co ułatwi resortom opracowanie odpowiednich zarządzeń. Wskazane jest, aby wszystkie biura konstrukcyjne organizowały lokalne konferencje w celu omówienia wyników i wniosków Narady.

Nowe budowle Planu 6-letniego

- * 3 października br. uruchomiono pierwszy elektryczny pociąg na linii Warszawa-Lódź.
- * W rejonie Wrocławia prowadzone są prace związane z budową wielkiej elektrowni dolnośląskiej Czechnice.
- * W okręgu kieleckim znajduje się w budowie kopalnia rudy żelaznej. Oddano już do użytku pierwszą sztolnię.
- * W elektrowni szczecińskiej uruchomiono nowy wielki turbozespół.
- * W budującej się wielkiej odlewni Poznańskich Zakładów Metalurgicznych „Pomet” uruchomiono pierwszy piec lukowy.
- * W hucie Florian rozpoczął pracę potężny nowoczesny most przeładunkowy, który usprawni znacznie wyładunek wagonów i załadunek wielkiego pieca.
- * Dnia 20 października uruchomiono pierwszy kocioł elektrociepłowni na Żeraniu.
- * Na terenach przeznaczonych pod budowę 40-tysięcznego miasta Nowa Dąbrowa rozpoczęto roboty budowlane.
- * Zakłady Materiałów Izolacyjnych w Zabrze rozpoczęły po raz pierwszy w kraju produkcję waty szklanej.
- * Już niedługo podejmie pracę pierwszy turbozespół budowanej na Wiśle koło Nowej Huty elektrowni wodnej.

Z ŻAŁOBNEJ KARTY

W chwili oddawania niniejszego zeszytu do druku notujemy z głębokim smutkiem wiadomość o śmierci *Profesora Edmunda Oski* w dniu 31 października b. r.

Ogromna strata, jaką przez śmierć *Profesora Edmunda Oski* poniosła nauka i technika polska, staje się niezmiernie dotkliwa dla Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Mechaników Polskich, którego wieloletnim i szczególnie aktywnym członkiem był do ostatniej niemal chwili przed śmiercią *Profesor Oski*.

Włączając się w szeregi pracowników nauki i techniki polskiej składających hołd wielkim zasługom Zmarłego, Redakcja czasopisma „Mechanik” zamieści w zeszycie 1/55 obszerną analizę działalności i zasług *Profesora Edmunda Oski*.

* * *

Dnia 6 listopada br. zmarł w Gdańsku *Profesor Michał Broszko*.

CZASOPISMA NADESŁANE

„PRZEGLĄD MECHANICZNY” zeszyt 8/54: inż. *Aleksander Tomaszewski* „Pomieszczenie laboratoriów pomiarowych długości i kąta w zakładach przemysłowych” (5), inż. *Edmund Bryjak* „Korund spiekany” (4), inż. *Andrzej Sosiński* „Seryjna produkcja aparatury chemicznej w Polsce” (2), inż. *Jerzy Miracki* „Możliwości i korzyści wprowadzenia normalizacji do opracowań technologicznych w produkcji” (3), inż. *Józef Tabin* „Defektoskopia ultradźwiękowa” (3).

Zeszyt 9/54: prof. dr *M. Arefiew* „O niektórych zadaniach w dziedzinie organizacji procesów produkcyjnych w zakładach” (2), inż. *Edmund Góral* i inż. *Stanisław Gebhard* „Turbina parowa TC25” (5), inż.-mech. *Władysław Kawecki* „Badania wytrzymałości połączeń gwintowych w Związku Radzieckim” (6), inż.-mech. *Andrzej Antkiewicz* „Nowoczesne oszczędnościowe metody konstrukcji narzędzi” (4,5), „Wpływ materiału, obróbki cieplnej i konstrukcji przewodnic na dokładność pracy obrabianek” (5), inż. *Jan Latour* „Radziecka administracja miar” (2,5), inż. *Kazimierz Markiewicz* „Kierunki kształcenia kadr specjalistów dla przemysłu w ZSRR” (1,5).

„PRZEGLĄD ODLEWNICTWA” zeszyt 9/54: dr *Ignacy Bursztyn*, dr *Jan Buciewicz*, mgr *Tadeusz Rzepa* „Żywyce syntetyczne jako spoiwa dla rdzeni odlewniczych” (10,5), inż. *Kazimierz Korecki*, inż. *Tadeusz Welkens* „Wpływ żelaza i cynku na własności technologiczne odlewów ciśnieniowych ze stopów Al” (3,5), inż. *Antoni Bargiel* „Zastosowanie nieczynnego żeliwiaka jako odciaгу dymów magnezowych przy produkcji przemysłowej żeliwa sferoidalnego” (1,5), A. *Blondel* „Pomiar temperatur w odlewniach stopów miedzi” (8).

„PRZEGLĄD SPAWALNICTWA” zeszyt 8/54: „Elektrody i inne materiały spawalnicze” (2), inż. *Józef Pilarczyk* „Kierunki rozwojowe produkcji materiałów dodatkowych dla potrzeb spawalnictwa” (3), inż. *Julian Pilsch* „Elektrody zasadowe” (9,5), inż. *Jan Węgrzyn* „Nowe gatunki elektrod opracowanych w Instytucie Spawalnictwa” (2), inż. *Edward Chuchro* „Proszki i druty do automatycznego spawania łukiem krytym” (2), inż. *Stanisław Bryś* „Elektrody, druty i topniki do spawania metali nieżelaznych” (5), inż. *Jan Węgrzyn* „Elektrody głęboko wtapiają-

Krajowa narada mistrzów oszczędzania i jakości

W Łodzi odbyła się dnia 27. IX. 54 pierwsza ogólnokrajowa narada mistrzów oszczędzania i wysokiej jakości, na której omówiono dotychczasowe osiągnięcia zakładów produkcyjnych i wytyczono zadania na przyszłość.

Historia techniki polskiej

Dnia 5. X. 54 w ramach prac Komitetu Historii Nauki PAN dr *J. Pazdura* wygłosił referat pt. „Rola Przeglądu Technicznego w rozwoju techniki w Polsce”.

Sesja naukowa poświęcona Marii Skłodowskiej-Curie

Dnia 7 i 8. X. br w 20 rocznicę zgonu Marii Skłodowskiej-Curie odbyła się sesja naukowa poświęcona omówieniu działalności naukowej naszej wielkiej rodaczki. W obradach wzięło udział wielu uczonych z zagranicy oraz córka uczonej prof. Irena Joliot-Curie.

Spotkanie przodujących nowatorów stosujących radzieckie metody pracy

Dnia 7 października br. odbyło się wielkie zebranie nowatorów stosujących radzieckie metody pracy wprowadzone przez Stachanowa, Borkiewicza, Bykova, Kolesowa, Zandarow, Korabielnikową, Kowalewa i innych. Obradom przewodniczył kol. Gabrylewicz (SIMP), podstawowy referat wygłosił kol. Misiulowicz (SIMP), a w dyskusji zabrali głos wybitni nowatorzy jak tokarz Urbański, inż. Laskowski, mistrz Klaja.

ce” (6), „Program produkcyjny dodatkowych materiałów spawalniczych” (7,5).

Zeszyt 9/54: inż. *Władysław Pac* „Charakterystyka prób wytrzymałościowych spoin pachwinowych” (4,5), inż. *Józef Biernacki* „Normowanie czasu spawania” (5,5), inż. *Tadeusz Drążkiewicz* „Wpływ odległości i kąta matryskiwania na przyczepność warstw” (5).

„PRZEGLĄD TECHNICZNY” zeszyt 8/54: prof. inż. *Janusz Tymowski* „Osiągnięcia i zadania normalizacji polskiej” (6), prof. *Ludwik Uzarowicz* „Zarys prac naukowo-badawczych w gospodarce remontowej” (3,5), dr inż. *E. Foltin* „Maszyny rolnicze i ich rozwój w NRD” (3,5).

Zeszyt 9/54: *Eugeniusz Szyr* „Przodująca technika — dzwignią dobrobytu i kultury narodu” (4), mgr *Tadeusz Topolnicki* „Wystawa wynalazczości i postępu technicznego we Wrocławiu” (5,5), inż. *S. Rużycki* „Jak dążyć do ekonomiczności konstrukcji” (1,5), dr *Jan Pazdur* „W sprawie Muzeum Techniki” (1,5).

„TECHNIKA MOTORYZACYJNA” zeszyt 8/54: inż. *Witold Leśniak* „Promieniowe naciski pierścieni tłokowych” (4,5), inż. *Aleksander Dbraczyński* „Tworzywa sztuczne jako materiał konstrukcyjny” (4,5), „Tulejowanie cylindrów” (5), inż.-mech. *Mieczysław Olszewski* „Technologia produkcji mieszków sprężystych do termostatów” (2,5).

Zeszyt 9/54: „Radzieckie osiągnięcia w automatyzacji pomiarów przy szlifowaniu” (6), inż. *Zbigniew Hołubowicz* „Wylewanie panewek metodą odśrodkową” (2), „Aluminiowe dwumetalowe wkładki łożyskowe i ich zastosowanie w przemyśle motoryzacyjnym” (3), inż. *Andrzej Józefik* „Narzędzia napawane” (4), „Technologia obróbki hartowanych tulei cylindrowych” (3), inż. *Lesław Łowczyński* „Kilka nowych metod łączenia metali” (2), inż. *Stanisław Grudziecki* „Techniczne warunki odbioru kół zębatych w produkcji seryjnej w przemyśle motoryzacyjnym” (1,5).

„OCHRONA PRACY” zeszyt 9/54: *Józef Biernacki* „Działanie i obsługa wytwornic acetylenowych wysokiego ciśnienia” (2), *Stanisław Marciniak* „Stosowanie barw w przemyśle” (3,5), *B. Lachmajer* „Zabezpieczenia przeciwburzowe na żurawicach” (2), *Albin Kamer* „Pyłomierz osadowy typu Owsena” (cz. II-2).

OPRACOWANIE TECHNOLOGII WYTWARZANIA SPIEKÓW CERAMICZNYCH¹⁾

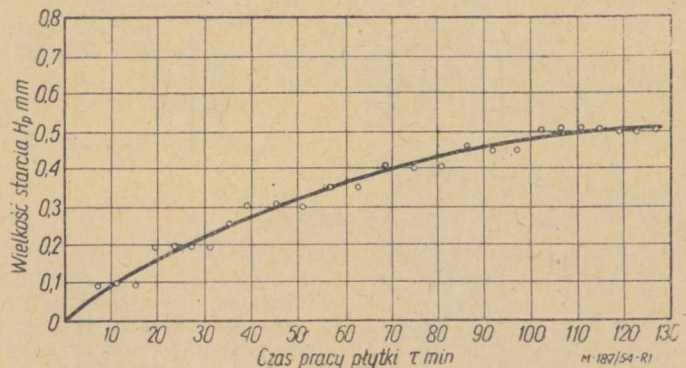
Do najcenniejszych osiągnięć w pracach naukowo-badawczych Instytutu Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem, mających poważne znaczenie dla gospodarki narodowej, jest opracowanie technologii wytwarzania spieków ceramicznych, nowego tworzywa na ostrza narzędzi do obróbki skrawaniem.

Praca ta, prowadzona w IOOS od r. 1953 z inicjatywy i pod kierunkiem dyrektora IOOS prof. dr inż. W. Biernawskiego, została uwieńczona w maju br. sukcesem, mianowicie wytworzono w IOOS spieki ceramiczne gatunek T nadające się do skrawania żeliwa.

Badania zdolności skrawnych tych płytek przeprowadzono w dniu 5.VI.54 r., przy czym zastosowano następujące warunki skrawania:

- materiał skrawany: żeliwo o twardości $H_B \approx 98$ kG/mm²
- głębokość skrawania: $g = 1$ mm
- posuw: $p = 0,2$ mm/obr
- prędkość skrawania: $v = 185 \div 136$ m/min

Po 130 minutach nieprzerwanej pracy płytki, stopienie mierzone wielkością starcia na powierzchni przyłożenia wynosiło zaledwie $h_p = 0,5$ mm, przy braku jakichkolwiek wykruszeń. Na rys. 1 przedstawiony jest przebieg krzywej stopienia w zależności od czasu skrawania.



Rys. 1. Krzywa stopienia płytki gatunku T przy toczeniu żeliwa.

Wprowadzone pewne zmiany do technologii wytwarzania spieków ceramicznych dały w wyniku, w niecały miesiąc później, płytki gatunku G o znacznie lepszej zdolności skrawnej tak, że w dniu 26.VI.54 r. podczas przeprowadzonej próby skrawania w obecności przedstawicieli KW PZPR oraz aktywistów ZZ Met. skrawano nie tylko żeliwo, ale i stal. Warunki w jakich przeprowadzono próbę podaje tabl. I.

Pomyślnie wyniki prób laboratoryjnych pozwoliły na zawarcie umów socjalistycznych z zakładami przemysłowymi, któ-

TABLICA I

Materiał skrawany	Stal $R_r = 73$ kG/mm ²	Żeliwo $H_B = 140$ kG/mm ²
głębokość skrawania	3 mm	4 mm
posuw	0,13 mm/obr	0,2 mm/obr
prędkość skrawania	140 m/min	180 m/min

rych celem jest jak najszybsze wprowadzenie spieków ceramicznych produkcji IOOS do przemysłu oraz ścisła współpraca nauki i przemysłu nad polskimi spiekami ceramicznymi. Umowy socjalistyczne zawarto na razie z trzema zakładami: obiektem nr 64 Huty im. Lenina w Nowej Hucie, Zakładami Budowy Maszyn i Aparatury im. Szadkowskiego w Krakowie oraz Fabryką Lokomotyw im. Dzierżyńskiego w Chrzanowie. W zakładach tych powstały brygady robotniczo-inżynierskie, które będą stosować w produkcji płytki ze spieków ceramicznych wytworzonych w IOOS, przeprowadzać obserwację ich zużycia, notować warunki obróbki, a wyniki i wszelkie uwagi przekazywać będą do IOOS, gdzie będą one analizowane i wykorzystane w dalszej pracy nad spiekami ceramicznymi.

Wprowadzenie do przemysłu spieków ceramicznych na ostrza narzędzi skrawających pozwoli na częściowe zastąpienie drogich, deficytowych materiałów narzędziowych, a więc przede wszystkim spiekanych węglików metali, zawierających drogie, importowane z zagranicy składniki jak wolfram, kobalt i tytan. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że spieki ceramiczne wytworzone w IOOS oparte są na bazie surowców pochodzenia krajowego, gdyż materiałem podstawowym jest produkowany w kraju tlenek glinu Al_2O_3 , który po dodaniu niewielkiej ilości innych składników prasuje się, a następnie spieka w wysokiej temperaturze. Właśnie dobranie odpowiednich dodatków, warunków prasowania płytek i temperatur spiekania, decyduje o właściwościach spieków ceramicznych. Oczywiście jest więc rzeczą, że wytworzone w IOOS spieki ceramiczne gatunku G, nadające się do skrawania żeliw i stali, należy uważać za pierwszy krok na drodze do opracowania technologii wytwarzania spieków ceramicznych. Prace nad tym zagadnieniem są w dalszym ciągu prowadzone w IOOS, przy czym idą w następujących kierunkach:

- uzyskania spieków ceramicznych o jak najlepszych właściwościach i opracowanie technologii wytwarzania spieków ceramicznych na skalę półprzemysłową,
- badań zdolności skrawnych spieków ceramicznych i opracowania na tej podstawie zasad doboru warunków skrawania przy toczeniu i frezowaniu oraz użytkowaniu spieków ceramicznych,
- opracowanie technologii ostrzenia i łączenia płytek ze spieków ceramicznych z oprawkami nożowymi.

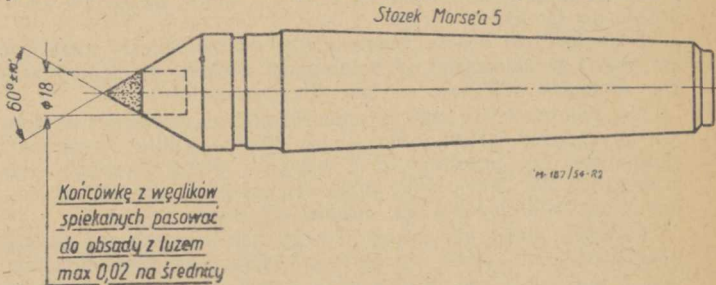
mgr inż. K. Zaleski

TECHNOLOGIA PRODUKCJI KŁÓW TOKARSKICH Z KOŃCÓWKAMI Z WĘGLIKÓW, SPIEKANYCH

Przy produkcji kłków tokarskich z końcówkami z węglików spiekanych występują trudności w uzyskaniu jednakowych średnic na częściach walcowych końcówek oraz w uzyskaniu gładkiej powierzchni, warunkującej dobre lutowanie tych końcówek w gniazdach kłków. Wytwarzane dotąd końcówki ze spieków wykazują różnice w średnicach dochodzące do 0,5 mm. Zbieżności na częściach walcowych końcówek dochodzą do 0,2 mm, a powierzchnie pokryte są tlenkami. Warunki techniczne dla kłków tokarskich z końcówkami z węglików spiekanych przewidują luz między średnicą gniazda w kle, a średnicą części walcowej końcówki 0,02 mm (rys. 2).

Niezbędny warunek produkcji wielkoseryjnej — zamienność części, w danym przypadku była niemożliwa na skutek różnic kształtowo-wymiarowych poszczególnych końcówek ze spieków.

Zadaniem instytutu było opracowanie takiej technologii produkcji kłków tokarskich z końcówkami z węglików spiekanych, któ-



Rys. 2. Kiel tokarski z końcówką z węglików spiekanych.

¹⁾ W literaturze polskiej terminologia nie jest jeszcze ustalona, obok nazwy spieki ceramiczne napotyka się nazwy: korund spiekany, termokorund, tlenki spiekane.

ra by pozwoliła zakładowi produkować te kły bez dodatkowych inwestycji, przy pełnej zamienności części i przy zwiększonej wydajności i obniżonych kosztach produkcji.

Przeprowadzono obróbkę końcówek ze spieków w trzech wariantach:

a) Zastosowano docieranie powierzchni walcowych końcówek ze spieków przy użyciu tarcz żeliwnych o twardości $H_B = 160 \text{ kg/mm}^2$ pastą z węgla białego o ziarnistości 200. Tarcze żeliwne posiadały ruch obrotowy ω do kierunku oraz różną szybkość obrotową. Docierano równocześnie kilka końcówek umieszczonych w separatorze. Ten rodzaj obróbki dał pozytywne wyniki przy mniejszych wymiarach końcówek do średnicy 8 mm.

b) Dla końcówek ze spieków o większych wymiarach około 18 mm zastosowano szlifowanie bezkłowe na szlifierce kłowej do wałków, po jej uprzednim przystosowaniu do tej metody obróbki.

c) Dla całego zakresu średnic końcówek z węglików spiekanych zastosowano szlifowanie chemiczno-mechaniczne, dając dwie ściernice karborundowe drobnoziarniste w zakresie 80 — 120, o twardości M-P. Obie ściernice umieszczone w wannie

z wodnym roztworem siarczynu miedzi ($20 \div 25\%$). Jedna ściernica posiadała szybkość obrotową $v = 1,0 - 1,5 \text{ m/sek}$, natomiast druga ściernica obracała się w przeciwnym kierunku do pierwszej z szybkością $v = 0,5 \div 0,75 \text{ m/sek}$. Końcówki umieszczone były w separatorze obracającym się na mimosroźnie, zapewniając w ten sposób ruch obrotowy końcówek po całej powierzchni roboczej ściernicy.

Przy tej metodzie obróbki uzyskano również pozytywne wyniki przy równoczesnym skróceniu czasu obróbki, dzięki możliwości zwiększenia ilości końcówek ze spieków równocześnie obrabianych.

Do lutowania końcówek ze spieków w gniazdach kłów zastosowano generator wysokiej częstotliwości, wyposażony w przyrząd dociskający końcówkę ze spieków do gniazda kła w czasie lutowania.

Jak wykazuje analiza wydajności i kosztów — zastosowanie metody chemiczno-mechanicznej do obróbki końcówek oraz lutowania prądem wielkiej częstotliwości, pozwoli na znaczne zwiększenie jakości i wydajności produkcji oraz zmniejszenie kosztów wytwarzania i zapobieganie powstawaniu braków.

inż. B. Keller i inż. S. Markowski

MOMENTOMIERZ DO POMIARU SIŁ OBWODOWYCH PRZY TOCZENIU

Przyczyny dla których podjęto pracę nad opracowaniem nowego przyrządu do pomiaru oporów skrawania były następujące:

1) konieczność uniezależnienia działania aparatu od ustawienia noża tokarskiego oraz warunków skrawania (głównie głębokości skrawania, ważnej dla dynamometrów pracujących na zasadzie ugięcia trzonka noża);

2) zwiększenie operatywności dokonywania pomiarów;

3) zabezpieczenie aparatu przed działaniem wibracji, co jest konieczne dla dynamometrów, mocowanych na suporcie tokarki;

4) wyeliminowanie konieczności każdorazowego cechowania aparatu przy zmianie noża lub warunków obróbki;

5) zwiększenie dokładności pomiarów.

Opracowany został momentomierz zwierciadłowy typu WB7 — pomysłu dyrektora IOOS, prof. dr inż. W. Biernawskiego w ramach prac z zakresu teorii skrawania, prowadzonych w Polskiej Akademii Nauk.

Budowa i zasada działania momentomierza WB7 jest następująca (rys. 3): Na tarczy zabierakowej T znajduje się przykręcona do niej i ustalona kołkami podstawa stalowa P , w którą została wprasowana hartowana i odpuszczana beleczka stalowa B o przekroju prostokątnym.

Beleczka ta spełnia rolę „palca” tarczy zabierakowej, obracającego wałek obrabiany W za pośrednictwem ramienia jarzma Z zamocowanego na wale obrabianym. Siła P_T z jaką działa beleczka na ramię jarzma (przenoszona za pośrednictwem kulki stalowej hartowanej K) jest uzależniona od głównej siły (obwodowej) skrawania P_z (siły tarcia w łożysku tocznym dla kła obrotowego nie bierzemy pod uwagę), oraz od stosunku średnicy toczonego wałka do promienia koła zataczanego przez punkt styku kulki K z ramieniem jarzma Z dokoła osi obrotu wałka:

$$P_T = P_z \cdot \frac{D_1 + D_2}{4r} \quad \text{kG} \quad [1]$$

gdzie P_z kG — siła główna (obwodowa) skrawania,

D_1 mm — średnica wałka przed toceniem,

D_2 mm — średnica wałka po toczeniu,

r mm — odległość punktu styku kulki K z ramieniem jarzma Z od osi toczenia.

Pod działaniem siły P_T beleczka B odkształca się sprężysto powodując przesunięcie igliczki I i obrót zwierciadła L dokoła osi $O-O$.

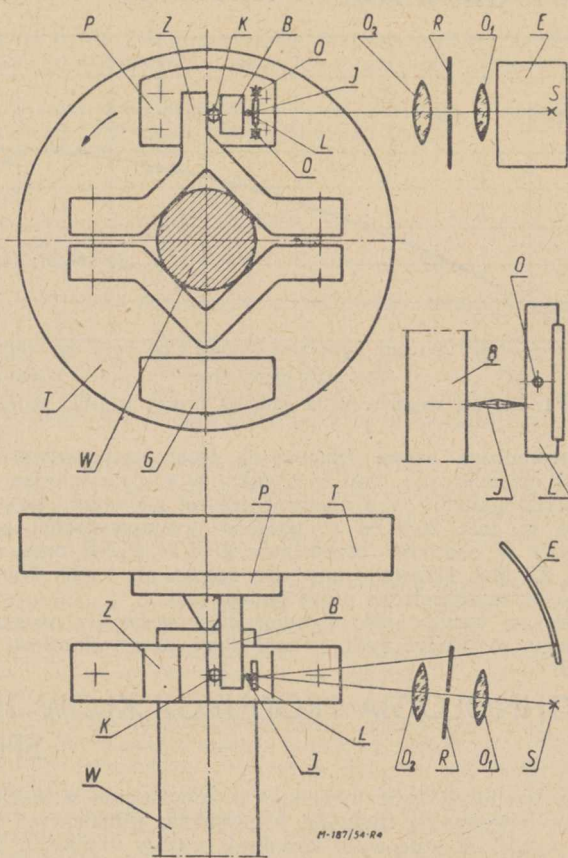
Odległość osi obrotu zwierciadła od osi igliczki może być zmieniana w zależności od wymaganej czułości momentomierza (im mniejsza odległość — tym większa czułość).

Na zwierciadło pada strumień promieni wysłanych z układu optycznego, składającego się ze źródła światła S , soczewki skupiającej O_1 , przesłony R z wąską i długą szczeliną oraz z soczewki O_2 , która daje obraz tej szczeliny po odbiciu promieni od zwierciadła na ekranie półprzezroczystym E .

Podczas ruchu obrotowego tarczy zabierakowej na ekranie momentomierza pojawia się okresowo obraz szczeliny świetlnej. Obraz ten jest łatwo dostrzegalny nawet przy małej prędkości obrotowej wrzeciona obrabiarki dzięki temu, że na ekranie po-

wstaje okresowo obraz nie punktu świetlnego, a wąskiej długiej szczeliny świetlnej.

Zatem wszelkie zmiany położenia zwierciadła L wywołane odkształcaniem beleczki B są widoczne na ekranie momentomierza E , na którym obraz szczeliny odsuwa się od punktu zerowego tym dalej, im większa siła działa podczas skrawania.



Rys. 3. Zasada działania momentomierza WB7.

Na podstawie krzywej cechowania oraz na podstawie zmierzonych na ekranie przesunięcia obrazu szczeliny świetlnej można określić moment M_s , a mając zmierzone wartości D_1 i D_2 można obliczyć główną (obwodową) siłę skrawania ze wzoru:

$$P_z = \frac{4000 \cdot M_s}{D_1 + D_2} \quad \text{kG} \quad [2]$$

Wykonany prototyp momentomierza spełnił wszystkie wymagania stawiane mu w założeniach. Pewność i szybkość dokonywania nim pomiarów czynią go przyrządem bardzo pożytecznym w badaniach obwodowej składowej oporu skrawania.

Mgr inż. A. Józefik

KSIAŻKI NADESŁANE

Mgr Roman Garlicki „ORGANIZACJA I DZIAŁALNOŚĆ SŁUŻB BHP”. Format B6, stron 51. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 2,50.

W broszurze omówiono na podstawie Uchwały Prezydium Rządu z 1. VIII. 1953 obowiązki personelu kierowniczego zakładów pracy i zakres działania inżynierów technicznych służby bhp. W powiązaniu z działalnością służby bhp w zakładzie pracy omówiono jej zadania w jednostkach nadrzędnych administracji gospodarczej, zadania związków zawodowych, przemysłowej służby zdrowia i państwowej inspekcji pracy.

Broszura przeznaczona jest dla wykładowców kursów szkoleniowych bhp, personelu służby bhp oraz personelu inżynierów technicznych. Może być również pomocna dla słuchaczy kursów szkoleniowych bhp.

Mgr inż. Jerzy Lutosławski „PROCES WYPEŁNIENIA FORMY I KRZEPNIĘCIA METALU”. Format A5, stron 84, rysunków 7, tablic 12. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 6,00.

W pracy omówiono procesy zachodzące podczas wypełniania formy odlewniczej ciekłym metalem oraz podczas krzepnięcia i stygnięcia odlewu. Usystematyzowano i podano w streszczeniu wyniki dotychczas przeprowadzonych ważniejszych badań i prac naukowych, zmierzających do wykrycia zależności określających przebieg tych procesów. Ponadto wskazano możliwości wykorzystania wykrytych zależności.

Praca przeznaczona jest dla inżynierów-odlewników zajmujących się zagadnieniami technologii formy.

„ELEMENTY MECHANIZMÓW”. Praca zbiorowa. Z rosyjskiego tłumaczył mgr inż. Tadeusz Gnoiński. Format B5, str. 544, rysunków 2512. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 59,00.

Książka zawiera opisy i wzory obliczeń ponad 2500 mechanizmów stosowanych we wszystkich dziedzinach techniki. Praca przeznaczona jest dla konstruktorów, może jednak służyć również jako pomoc do nauki dla studentów wydziałów mechanicznych wyższych uczelni technicznych.

Mgr inż. Jerzy Folfasiński „ZASTOSOWANIE MAS PLASTYCZNYCH I DREWNA W URZĄDZENIACH HUTNICZYCH”. Format A5, stron 122, rysunków 95, tablic 19. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze, Stalinogród, 1954. Cena zł 9,00.

W książce tej omówiono własności drewna i mas plastycznych najczęściej stosowanych w urządzeniach hutniczych, sposoby wytwarzania tych mas oraz zasady obliczania, konstruowania i wyrobu z nich niektórych części maszyn, a głównie łożysk walcowniczych.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników zatrudnionych w hutnictwie, lub przemyśle tworzyw sztucznych i może stanowić pomoc dla studentów wyższych uczelni technicznych.

Prof. dr inż. Tadeusz Pelczyński i mgr inż. Roman Sypniewski „METALOZNAWSTWO”. Wydanie III. Format A5, stron 207, rys. 120, tablic 6. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 9,00.

Praca zawiera w pierwszej części ogólne wiadomości z zakresu metaloznawstwa, a mianowicie omawia własności fizyczne, mechaniczne i technologiczne metali, przeróbkę plastyczną, korozję metali oraz krystalizację metali i stopów. W części drugiej zawarte jest otrzymywanie i zastosowanie stali i żeliwa, w trzeciej zaś — metali i stopów nieżelaznych jak np. glin, miedź, nikiel itp.

Książka przeznaczona jest dla techników wszystkich specjalizacji i może służyć jako książka pomocnicza dla uczniów szkół technicznych na poziomie technikum.

A. Pochwisniew, W. Abramow, N. Krasawcew, N. Leonidow „WIELKOPIECOWNICTWO”. Z rosyjskiego tłumaczyli: mgr inż. St. Wróblewski, mgr inż. Z. Corradini, mgr inż. A. Kunz. Format B5, stron 657, rysunków 319, tablic 88. Wydawnictwo górniczo-hutnicze, Stalinogród, 1954. Cena zł 50,00.

Książka zawiera zasady nowoczesnego wytapiania surowki wielkopipecowej, wiadomości o materiałach surowych i ich przygotowaniu, o konstrukcjach i rozmieszczeniu wielkich pieców i ich urządzeń pomocniczych, o obsłudze wielkiego pieca i kierowaniu jego biegiem na podstawie doświadczeń praktycznych zdobytych przez przodujących mistrzów-stachanowców oraz doświadczeń badaczy radzieckich.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników wielkopipecowników. Mogą z niej również korzystać studenci wyższych technicznych zakładów naukowych przy studiach metalurgii surowki.

Inż. Stefan Kreczmar „POMYSŁY RACJONALIZATORSKIE HUTNIKA”. Format A5, stron 47, rysunków 20. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze, Stalinogród, 1954. Cena zł 1,80.

Autor książeczki na tle osobistych przeżyć opisuje pomysły usprawnień, które dokonał podczas swej pracy zawodowej; zdobywając doświadczenia praktyczne uświadomił sobie brak wiadomości teoretycznych, które postanowił nabyć w wyższej uczelni technicznej. Nabyta wiedza teoretyczna w połączeniu z wiedzą

fachową umożliwiły mu dokonywanie usprawnień o większym znaczeniu technicznym i gospodarczym.

Książeczka przeznaczona jest dla robotników rozpoczynających pracę w przemyśle hutniczym, którzy znajdą w niej wiele cennych wskazówek w zakresie racjonalizacji i nowatorstwa.

Michał Musiał „JAK WALCUJE SIĘ SZYNY”. Format A5, stron 45, rysunków 22. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze, Stalinogród, 1954. Cena zł 2,50.

W książce opisano cały cykl produkcyjny normalnotorowych szyn kolejowych począwszy od stalowni przez walcownię-zgniatacz, walcownię szyn i wykończalnię. Ponadto opisano w niej współzawodnictwo pracy, racjonalizację i wynalazczość oraz bezpieczeństwo i higienę pracy w walcowniach.

Książka przeznaczona jest dla niewykwalifikowanych i początkujących pracowników walcowni oraz wykończalni szyn i zgniatacza.

Praca zbiorowa „BEZPIECZEŃSTWO PRACY PRZY URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH”. Format B5, stron 178, rysunków 67, tablic 13. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 17,00.

Praca jest poświęcona zagadnieniom związanym z techniką ochrony pracy przy urządzeniach elektrycznych. Książka jest przeznaczona dla wykładowców techniki ochrony pracy, dla inżynierów i techników bezpieczeństwa pracy oraz dla inżynierów i techników zatrudnionych przy projektowaniu, budowie i eksploatacji urządzeń elektrycznych.

Mgr inż. Walenty Starczakow „PRZEKŁADNIKI”. Format A5, stron 239, rysunków 230, tablic 12. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 19,00.

W książce omówiono podstawy teoretyczne przekładników prądowych i napięciowych, podano przykłady ich obliczania oraz opisano typowe konstrukcje.

Książka jest przeznaczona dla techników i inżynierów zatrudnionych przy projektowaniu, budowie i eksploatacji urządzeń rozdzielczych oraz w zakładach produkujących przekładniki, a także dla słuchaczy średnich i wyższych szkół technicznych.

Dr inż. Andrzej Myśliński „ZASADY DOBORU PRYZRĄDÓW ROZDZIELCZYCH WYSOKIEGO I NISKIEGO NAPIĘCIA”. Na wstępie określono warunki pracy przyrządów oraz ogólne zasady budowy i badań. Następnie scharakteryzowano zasadnicze wymagania stawiane przyrządom rozdzielczym oraz metody ustalania tych wymagań w konkretnych przypadkach po czym podano bardziej szczegółowe zasady doboru poszczególnych rodzajów przyrządów rozdzielczych w uwzględnieniu wykonan krajowych.

Książka jest przeznaczona dla elektryków zajmujących się eksploatacją i projektowaniem urządzeń rozdzielczych.

Mgr inż. Jan Flattau „OSWIETLENIE”. Format B6, stron 31, rys. 5, tablic 2. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 2,00.

W broszurze opisany jest wpływ oświetlenia na bezpieczeństwo, higienę i wydajność pracy oraz na jakość produkcji. Podane są również sposoby racjonalnego oświetlenia sztucznego i naturalnego.

Broszura przeznaczona jest dla wykładowców kursów szkoleniowych bhp oraz aktywów związkowego. Może być również pomocna dla słuchaczy kursów szkoleniowych bhp.

Mgr inż. Stefan Filipkowski „SZKOLENIE ZAŁÓG”. Format B6, stron 22, PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 1,00.

W broszurze omówiono zasięg, rodzaje i etapy szkolenia załogi w zakładzie pracy w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. Uwzględniono specjalne metody przygotowania do pracy nowych pracowników.

Praca przeznaczona jest dla wykładowców kursów szkoleniowych bhp personelu służby bhp oraz aktywów związkowego. Może być również pomocna dla słuchaczy kursów szkoleniowych bhp.

Mgr inż. Stefan Błażewski „POMIARY TWARDOŚCI METALI”. Format A5, stron 193, rysunków 136, tablic 43. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 17,00.

W książce omówiono metody badania twardości metali stosowane w przemyśle z uwzględnieniem metody badania mikrotwardości. Praca zawiera opisy konstrukcji i działania twardościomierzy, sposoby pomiarów twardości metali oraz liczne tablice pomocnicze i użytkowe.

Książka przeznaczona jest dla pracowników działów kontroli technicznej ze średnim wykształceniem technicznym oraz dla pracowników zakładowych laboratoriów wytrzymałościowych.

Mgr inż. Władysław Pac „PRÓBY MECHANICZNE W SPALNICTWIE”. Format A5, stron 167, rysunków 203, tablic 8. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 14,00.

W książce omówiono zasady spawania, rodzaje i zastosowanie prób mechanicznych w spawalnictwie oraz opisano sposoby wykonywania prób rozciągania, zginania, udarności i łamania złącz spawanych.

Książka przeznaczona jest dla mistrzów i techników.

Warunki prenumeraty czasopism technicznych na rok 1955

Administracja Czasopism Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej, Wydawnictwa Górniczo-Hutnicze, Wydawnictwa Komunikacyjne i Filmowa Agencja Wydawnicza wprowadzają następujące warunki prenumeraty czasopism technicznych na rok 1955:

L. p.	Nazwa czasopisma	A b o n a m e n t					
		Opłata normalna			Opłata ulgowa		
		roczna	półroczna	kwartalna	roczna	półroczna	kwartalna
1	2	3	4	5	6	7	8

CZASOPISMA NAUKOWO-TECHNICZNE

1. Architektura	180,—	90,—	45,—	90,—	45,—	22,50
2. Budownictwo Przemysłowe	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
3. Cement, Wapno, Gips	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
4. Drogownictwo	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
5. Energetyka (dwumies.)	72,—	36,—	—	36,—	18,—	—
6. Energetyka Przemysłowa (Gospodarka Ciepła) (dwumies.)	48,—	24,—	—	24,—	12,—	—
7. Gazeta Cukrownicza	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
8. Gaz, Woda i Technika Sanitarna	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
9. Gospodarka Wodna	96,—	48,—	24,—	54,—	27,—	13,50
10. Hutnik	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
11. Inżyniera i Budownictwo	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
12. Materiały Budowlane	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
13. Nafta	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
14. Odzież	54,—	27,—	13,50	—	—	—
15. Ochrona Pracy	72,—	36,—	18,—	—	—	—
16. Poligrafika (dwumies.)	36,—	18,—	—	18,—	9,—	—
17. Przegląd Budowlany	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
18. Przegląd Elektrotechniczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
19. Przegląd Geodezyjny	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
20. Przegląd Górniczy	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
21. Przegląd Kolejowy	36,—	18,—	9,—	—	—	—
22. Przegląd Mechaniczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
23. Przegląd Odlewnictwa	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
24. Przegląd Papierniczy	60,—	30,—	15,—	36,—	18,—	9,—
25. Przegląd Skórzany	60,—	30,—	15,—	36,—	18,—	9,—
26. Przegląd Spawalnictwa	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
27. Przegląd Techniczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
28. Przegląd Telekomunikacyjny	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
29. Przemysł Chemiczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
30. Przemysł Drzewny	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
31. Przemysł Rolny i Spożywczy	90,—	45,—	22,50	54,—	27,—	13,50
32. Przemysł Włókienniczy	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
33. Szkło i Ceramika	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
34. Technika i Gospodarka Morska	72,—	36,—	18,—	—	—	—
35. Technika Lotnicza (dwumies.)	54,—	27,—	—	36,—	18,—	—
36. Technika Motoryzacyjna	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—

CZASOPISMA POPULARNO-TECHNICZNE

37. Chemik	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
38. Gospodarka Łączności	54,—	27,—	13,50	—	—	—
39. Gospodarka Węglem	36,—	18,—	9,—	—	—	—
40. Horyzonty Techniki	36,—	18,—	9,—	—	—	—
41. Kinotechnik	36,—	18,—	9,—	—	—	—
42. Mechanik	108,—	54,—	27,—	36,—	18,—	9,—
43. Motoryzacja	60,—	30,—	15,—	18,—	9,—	4,50
44. Przegląd Kolejowy Drogowy	36,—	18,—	9,—	—	—	—
45. Przegląd Kolejowy Elektro-techniczny	36,—	18,—	9,—	—	—	—
46. Przegląd Kolejowy Mechaniczny	36,—	18,—	9,—	—	—	—
47. Przegląd Kolejowy Ruchowo-Handlowy	36,—	18,—	9,—	—	—	—
48. Radioamator	48,—	24,—	12,—	—	—	—
49. Technik Przemysłu Spożywczego	36,—	18,—	9,—	—	—	—
50. Transport	72,—	36,—	18,—	—	—	—
51. Wiadomości Elektrotechniczne	36,—	18,—	9,—	18,—	9,—	4,50
52. Wiadomości Telekomunikacyjne	36,—	18,—	9,—	18,—	9,—	4,50
53. Wiadomości Górnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
54. Wiadomości Hutnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
55. Włókiennictwo	36,—	18,—	9,—	—	—	—

Przy czasopismach: „Gospodarka Łączności”, „Odzież”, „Ochrona Pracy”, „Przegląd Kolejowy”, „Technika i Gospodarka Morska”, „Gospodarka Węglem”, „Horyzonty Techniki”, „Kinotechnik”, „Przegląd Kolejowy Drogowy”, „Przegląd Kolejowy Elektrotechniczny”, „Przegląd Kolejowy Mechaniczny”, „Przegląd Kolejowy Ruchowo-Handlowy”, „Radioamator”, „Technik Przemysłu Spożywczego”, „Transport” i „Włókiennictwo” — ze względu na niskie ceny obowiązuje tylko prenumerata normalna.

PRENUMERATA NORMALNA

Zgłoszenia na prenumeratę normalną na rok 1955 przyjmują urzędy pocztowe oraz listonosze miejscy i wiejscy. Ponadto można zamawiać prenumeratę normalną przez wpłacanie należności na odpowiednie konto przekazem PKO.

PRENUMERATA ULGOWA

A. CZASOPISMA NAUKOWO-TECHNICZNE

Z prenumeraty ulgowej czasopism naukowo-technicznych na rok 1955 korzystać mogą jedynie:

- 1) członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych zrzeszonych w NOT,
- 2) członkowie Klubów Techniki i Racjonalizacji,
- 3) studenci szkół wyższych.

B. CZASOPISMA POPULARNO-TECHNICZNE

Z prenumeraty ulgowej czasopism popularno-technicznych na rok 1955 korzystać mogą:

- 1) członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych,
- 2) członkowie Klubów Techniki i Racjonalizacji,
- 3) studenci szkół wyższych,
- 4) uczniowie szkół zawodowych.

Sposób zamawiania prenumeraty ulgowej

Zamówienia na prenumeratę ulgową powinny być sporządzane zbiorowo, imiennie, z podaniem dokładnego adresu oraz okresu prenumeraty, na każdy tytuł oddzielnie.

Zamówienia te, łącznie z należnością, przyjmować będą koła zakładowe, a od członków niezrzeszonych w kołach — oddziały stowarzyszeń naukowo-technicznych, przekazując je w odpowiednich terminach bezpośrednio do PPK „Ruch” w Warszawie, Stalinochódzie lub Łodzi, w zależności od miejsca wychodzenia czasopisma.

Analogiczny tryb postępowania obowiązuje studentów i uczniów szkół zawodowych z tym, iż na uczelniach prenumeratę przyjmować będą koła naukowe uczelni, a w szkołach zawodowych — dyrekcja szkoły.

Terminy składania zgłoszeń na prenumeratę ulgową

Nieprzekraczalny termin przekazania zamówień i należności do PPK „Ruch” na I kwartał 1955 r. przez koła zakładowe, oddziały stowarzyszeń naukowo-technicznych, koła naukowe uczelni i dyrekcje szkół — upływa 1 grudnia 1954 r. (obowiązuje data stempla pocztowego).

Zamówienia na następne kwartały 1955 r. należy zgłaszać w terminach:

II kwartał — do 1 marca 1955 r.

III kwartał — do 1 czerwca 1955 r.

IV kwartał — do 1 września 1955 r.

Należność za wszystkie rodzaje prenumeraty wpłacać należy na następujące konta.

1. 2. 4. 6. 7. 8. 9. 11. 12. 15. 17. 18. 19. 21. 22. 26. 27. 28. 30. 31. 33. 34. 35. 38. 40. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 51. 52.

PPK „Ruch”, Warszawa, Centralna Ekspedycja Srebrna 12, konto PKO Nr I-110/14000

dla czasopism: poz. 14. 25. 32. 55

Oddział PPK „Ruch” w Łodzi, konto PKO VII-579/110

dla czasopism: poz. 3. 5. 10. 13. 20. 23. 37. 39. 53.

Oddział PPK „Ruch”, Stalinochód, konto PKO Nr III-1763/110.

UWAGA: Przy zamawianiu prenumeraty czasopism technicznych prosimy podać dokładnie nazwisko, adres, okres prenumeraty oraz tytuł czasopisma.