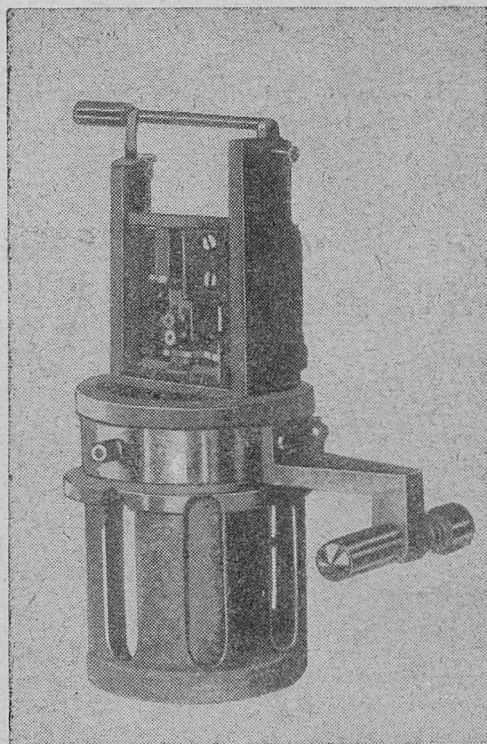


A 1132 II

PRZEGŁĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Profilograf konstrukcji radzieckiej do badania powierzchni cylindra silnika spalinowego.



ROK XII

KWIECIEŃ 1953

ZESZYT 4

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS TREŚCI ZESZYTU 4/53

	Str
J. W. Stalin — Twórca naszej epoki	131

ARTYKUŁY GŁÓWNE

Mgr Klemens Wiśniewski — Statystyczna kontrola odbiorcza	134
Mgr inż. Stanisław Rytwiński — Podstawy oceny gładkości powierzchni	140
Mgr inż. Tadeusz Pietrzkiewicz — Ustalenie programu produkcyjnego zakładu przemysłowego	145
Mgr inż. Zygmunt Bujakowski — Podstawy normalizacji zderzaków suwnicowych	149
Mgr inż. Eugeniusz Miernik — Metody badania zużycia części silnika spalinowego	155
Mgr inż. Andrzej Konorski — Obliczanie optymalnych parametrów konstrukcyjnych wymienników ciepła turbin gazowych	159
Uproszczony sposób obliczania momentów zamachowych mechanizmów maszyn — W. K.	164
Obróbka ciągła płaszczyzn na częściach cylindrycznych — W. K.	165
Do Czytelników i Autorów „Przeglądu Mechanicznego”	166

PRZEGLĄD PRASY TECHNICZNEJ

Przyrząd określający zawartość powietrza w przetaczanej cieczy — L. S.	167
10-wrzecionowa frezarko-kopiarka — J. M.	167
Nowa dokładna wiertarka do małych otworków — J. M.	168
Przyrząd piezoelektryczny do pomiaru sił skrawania przy toczeniu — St. B.	168
Mechanizacja transportu wiórów metalowych — L. S.	169

BIBLIOGRAFIA

Do zeszytu załączone są: Przegląd Dokumentacyjny Mechaniki (str. 4) i Biuletyn Informacyjny Instytutu Obróbki Plastycznej (str. 2). Biuletyn Instytutu Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem ukaże się w nr. 5/53.

W NASTĘPNYM ZESZYCIE

ukazać się m. in. artykuły

Statystyczna kontrola w toku produkcji
Silniki elektryczne w napędach obrabiarek
Napięcia w rurociągach parowych
Kierunki konstrukcyjne napędowych silników morskich
Klasyfikacja kotłowych i zbiornikowych walczaków spawanych
Materiały deficytowe a praca konstruktora przyrządów
Skrećarko-zginarka

WARUNKI PRENUMERATY

Prenumerata normalna		Prenumerata ulgowa (½ ceny prenum. norm.)	
Kwartalna	zł 27.—	Z prenumeraty ulgowej mogą korzystać członkowie stowarzyszeń technicznych NOT, członkowie klubów racjonalizacji i techniki oraz studenci szkół wyższych. Zgłoszenia (tylko zbiorowe) przez oddziały wojewódzkie NOT oraz koła naukowe studentów przyjmuje PPK „Ruch” Warszawa, ul. Srebrna 12, Centralna Ekspedycja, po uprzednim wpłaceniu należności na konta PKO Nr I-14000/110.	
półroczna	„ 54.—		
roczna	„ 108.—		
Zgłoszenia przyjmują wyłącznie urzędy pocztowe oraz listonosze wiejscy i miejscy. Termin zgłoszenia prenumeraty upływa z dniem 15 każdego miesiąca poprzedzającego okre-			
prenumeraty.			

NOT — Naczelna Organizacja Techniczna 1953. Warszawa.

Nakład 5400 egz. Ark. wyd. 10 — druk 6. Papier druk. sat. kl. V, 60 gr, 86×122/16.

Oddano do składania 3.3.1953. Podp. do druku 3.4.1953. Druk ukończono w kwietniu 1953.

Drukarnia im. Rewolucji Październikowej, Warszawa, Mińska 65. Zam. nr 240c/53. 4-B-13919.

Cena 9 zł.

PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY

STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

REDAKCJA: WARSZAWA, CZACKIEGO 3/5, TEL. 8-95-10 w. 48

ADMINISTRACJA: WARSZAWA, MICKIEWICZA 18, TEL. 10-62-26

J. W. Stalin — Twórca nowej epoki

21.XII.1879–5.III.1953

Naród polski wie, że Wielka Socjalistyczna Rewolucja Październikowa, kierowana przez Lenina i Stalina, przyniosła mu wyzwolenie po 150 latach niewoli. Naród polski wie, że zwycięska Armia Radziecka, dowodzona przez największego stratega naszych czasów, Generalissimusa Stalina, wyzwoliła go z najcięższego hitlerowskiego jarzma i po raz wtóry zabezpieczyła jego niepodległość. Naród polski wie, komu zawdzięcza zjednoczenie w państwie polskim prastarych ziem polskich nad Nysą, Odrą i Bałtykiem. Masy pracujące Polski uświadamiają sobie w pełni, że wszystkie ich osiągnięcia na drodze budownictwa socjalizmu byłyby nie do pomyślenia bez braterskiego, przyjaznego poparcia i pomocy narodów radzieckich i ich bohaterskiej partii, bez nieustannej wielkiej troski towarzysza Stalina — naszego najdroższego Ojca i mądrego Nauczyciela.

Bolesław Bierut

Z imieniem *Stalina*, Wodza i Nauczyciela całej postępowej ludzkości, łączy się na wieki epoka, w której żyjemy. Genialny uczeń Lenina i kontynuator Jego dzieła, prowadził masy pracujące całego świata od zwycięstwa do zwycięstwa w walce o wyzwolenie od kapitalistycznego ucisku i wyzysku. Nie ma zakątka ziemi, w którym lud pracujący nie wymawiałby z miłością imienia *Stalina*, łącząc je z ufnością i wiarą w lepsze, szczęśliwsze życie.

Rozwijając naukowy światopogląd *Marksa*, pozwalający poznawać przyrodę i społeczeństwo, ich prawa rozwojowe oraz odkrywający przyczyny zjawisk społecznych i rolę walki klas w dziejach ludzkości, *Stalin* stanął u boku *Lenina* na czele rewolucyjnej walki klasy robotniczej, która w wyniku zwycięskiego Października, na obszarze zamieszkałym niemal przez miliard ludzi, pogrzebała kapitalizm, zbudowała pierwsze na świecie socjalistyczne państwo i wzniosła fundamenty socjalizmu w krajach demokracji ludowej.

Socjalistyczne społeczeństwo radzieckie, prowadzone przez rewolucyjną partię proletariatu, opartą na nauce *Lenina* i *Stalina*, wskazuje drogę całemu światu, jak należy rozwijać kulturę, upowszechniać oświatę, podnosić stopę życiową i dobrobyt oraz zaspokajać stale rosnące potrzeby materialne i kulturalne mas pracujących.

* *

Wielki myśliciel, *Józef Stalin*, rozwijając marksizm-leninizm, pchnął na nowe tory wszystkie gałęzie nauki i techniki. Wiekopomnym pracom *Lenina* i *Stalina* zawdzięcza ludzkość ugruntowanie materializmu dialektycznego i historycznego, jako podstawy rozwoju nauki i techniki w służbie społeczeństwa. *Lenin* i *Stalin* opracowali teorię budowy socjalizmu i teorię tę zreali-

zowali w postaci społeczeństwa radzieckiego i wielonarodowego Związku Rad. Rozwinęli oni marksistowskie tezy o partii i stworzyli partię, która potrafiła zdobyć władzę i utrwalić zdobycze rewolucji. W głębokiej analizie *Lenin* i *Stalin* wykazali, że burzliwy rozwój nauki po śmierci *Marksa* i *Engelsa* we wszystkich dziedzinach potwierdza słuszność i prawidłowość marksistowskich tez. W ostatniej swej pracy pt. „Ekonomiczne problemy socjalizmu w ZSRR” — *Stalin* sformułował naukowo drogi budowy komunizmu oraz zadania stojące przed partią i państwem w tej dziedzinie. Nieśmiertelność i siła idei *Marksa*, *Engelsa*, *Lenina* i *Stalina*, tak jak każdej naukowej prawdy, polega na tym, że nie stoi ona w miejscu, lecz stale się doskonali i rozwija. Miliony ludzi, uzbrojone w marksizm-leninizm, w znajomość praw społecznych i ekonomicznych, przeistaczają świat. „Marksizm pojmuje prawa nauki” — wskazuje *Józef Stalin* — „wszystko jedno, czy chodzi o prawa przyrodoznawstwa, czy też o prawa ekonomii politycznej — jako odbicie obiektywnych procesów dokonujących się niezależnie od woli ludzi. Ludzie mogą odkryć te prawa, poznać je, zbadać, uwzględnić w swoich działaniach, wykorzystać w interesie społeczeństwa; nie mogą jednak zmienić ich ani znieść. Tym bardziej nie mogą oni sformułować lub tworzyć nowych praw nauki. Jeśli wyłączymy astronomiczne, geologiczne i niektóre inne analogiczne procesy, na które ludzie, jeśli nawet poznali prawa ich rozwoju, rzeczywiście nie są w stanie oddziaływać, to w wielu innych przypadkach ludzie bynajmniej nie są bezsilni w sensie możliwości oddziaływania na procesy przyrody. We wszystkich takich przypadkach ludzie, poznawszy prawa przyrody, uwzględniając je i opierając się na nich, umiejętnie je stosując i wykorzystując, mogą ograniczyć sferę ich działania, nadać niszczycielskim siłom przyrody inny kierunek, obró-

cić niszczycielskie siły przyrody na pożytek społeczeństwa¹⁾ „...To samo należy powiedzieć o prawach rozwoju ekonomicznego, o prawach ekonomii politycznej — wszystko jedno, czy chodzi o okres kapitalizmu, czy też o okres socjalizmu”.

„Realizując leninowską formułę „Komunizm — to władza radziecka plus elektryfikacja całego kraju”, naród radziecki pod przewodem *Stalina* podjął wielki plan rozbudowy swej gospodarki narodowej i w kolejnych pięciolatkach rozwinął na nie spotykaną w świecie skalę przemysł, dając pierwszeństwo przemysłowi ciężkiemu, jako wytwarzającemu środki produkcji. Rozwój ten był możliwy tylko w warunkach państwa radzieckiego, po zastąpieniu starej techniki — nową, na bazie osiągnięć nauki i jedności nauki z praktyką. Rozwój przodującej w świecie techniki radzieckiej, rozwój przemysłu wytwarzającego środki produkcji na przestrzeni lat pociągał za sobą rozwój innych gałęzi gospodarki narodowej i uprzemysłowienia kraju, pchnął rolnictwo na nowe tory gospodarki kolchozowej, cementując sojusz mieszkańców miast i wsi, eliminując w Kraju Rad raz na zawsze groźbę kryzysów gospodarczych i bezrobocia, gnębiących masy pracujące krajów kapitalistycznych. Przez forsowną rozbudowę przemysłu w pierwszej i drugiej pięciolatce Związek Radziecki stworzył potężny potencjał obronny, który umożliwił odparcie hitlerowskiego napadu i odniesienie wielkiego zwycięstwa.

Ledwie przebrzmiały echa drugiej wojny światowej, która wyniszczyła olbrzymie połacie świata i miliony ludzi, *Stalin* mówił: „Musimy dojść do tego, aby nasz przemysł mógł wytwarzać rocznie ok. 50 milionów ton surowki, ok. 60 milionów ton stali, ok. 500 milionów ton węgla, ok. 60 milionów ton ropy naftowej. Tylko spełniając ten warunek, możemy być przekonani, że nasza Ojczyzna będzie zabezpieczona przed wszelkimi niespodziankami...”

Stalinowski plan gospodarczego zwycięstwa w wyścigu ze światem kapitalistycznym, plan utrwalenia potęgi ZSRR, jako ostoji krajów demokracji ludowej, przyniósł nowy, potężny krok w mechanizacji rolnictwa, w produkcji zbóż, dalsze podniesienie poziomu życiowego mas, nowy rozkwit nauki i kultury radzieckiej. Dzięki nowej technice i wychowanym w duchu *stalinowskim* nowym kadrom robotników, techników, inżynierów i naukowców, na olbrzymich terenach ludzie radzieccy odwracają kierunek biegu rzek, by zamieniały pustynie w żyzne pola i wytwarzały olbrzymie ilości energii elektrycznej. W walce z posuchą, na południowych stepach Związku Radzieckiego, wprowadza się w życie wielki *stalinowski* plan tworzenia leśnych pasów ochronnych.

W ogniu realizacji *stalinowskich* pięciolatek wyrosli i zahartowali się nowi ludzie, przodownicy pracy, nowatorzy i racjonalizatorzy, a ruch współzawodnictwa pracy stał się dźwignią postępu technicznego i likwidacji przeciwności interesów między pracą fizyczną i umysłową. „Pracownicy fizyczni i personel kierowniczy nie są wrogami, lecz towarzyszami, przyjaciółmi, członkami jednolitego zespołu wytwórczego, głęboko zainteresowanymi w sukcesach produkcji i w jej ulepszeniu” (... mówi *Stalin*).

Przemysł swój, służący wszechstronną pomocą krajom demokracji ludowej, Związek Radziecki wybudował własnymi siłami, z wewnętrznych zasobów swej gospodarki narodowej. Źródłem tych zasobów jest praca robotników, chłopów i inteligencji pracującej, oszczędna gospodarka, walka z marnotrawstwem i sprowadzenie do niezbędnego minimum kosztów nie związanych bezpośrednio z produkcją.

Stalin uczy, że twórcza aktywność mas pracujących stanowi nieoceniony wkład w produkcję i źródło tempa jej rozwoju.

Wskazana przez *Stalina* droga od socjalizmu do komunizmu prowadzi przez potężny wzrost produkcji i przez taki postęp nowoczesnej techniki i wydajności pracy, że

wysoki dobrobyt, wiedza i kultura stają się ogólnym dobrem.

*
*
*

Józef *Stalin* spełniał nadzieje całej ludzkości, czyniąc z walki o pokój nieodzowny składnik polityki klasy robotniczej i jej rewolucyjnej partii, w przeciwieństwie do polityki państw imperialistycznych, polityki wzniecania wojen. Od zarania pierwszego państwa socjalistycznego — Związku Radzieckiego partia *Lenina* i *Stalina* stanowi potężny bastion obrony pokoju, gruntując wiarę narodów w nadejście ery pokoju.

Pod genialnym przewodnictwem *Stalina* w okresie między dwiema światowymi wojnami, Związek Radziecki stał się jedynym mocarstwem niezłomnie i konsekwentnie działającym na arenie międzynarodowej na rzecz pokoju i zbiorowego bezpieczeństwa. Ostrzegał on imperialistyczne-faszystowskie rządy, że nowa wojna obróci się przeciwko jej sprawcom i że zmiecie w szeregu kraje Europy i Azji burżuazyjno-obszarnicze rządy.

Wyniki drugiej wojny światowej potwierdziły ścisłość przewidywań *Stalina*. Obóz państw ludowych, budujących socjalizm, objął olbrzymie obszary wokół Związku Radzieckiego, który jako pogromca hitlerizmu i wyzwoliciel narodów wzmocnił swój autorytet polityczny i moralny wśród narodów świata.

Wskazania *Stalina*, który wiedział, że mimo poniesionej klęski obóz imperialistyczny nie zaprzestął swoich zbrodniczych knoan, stanowiły podstawę i natchnienie ruchu obrońców pokoju. Ruch ten objął swą ideą wolę milionów ludzi wszystkich ras, wyznań, narodowości i światopoglądów. *Stalin*, niezłomny Choraży Pokoju, zespolił ludzi prostych we wszystkich krajach, dążących jego słowa i myśli bezgranicznym zaufaniem, słowa będące zawsze wyrazem głębokiej prawdy i konsekwentnej polityki popierania przez Związek Radziecki wszelkich szczerych wysiłków w kierunku zabezpieczenia pokoju. Zaufania zrodzonego na podstawie faktów przeżytych przez narody we wspólnej i ciężkiej walce z imperializmem i faszyzmem, ze wspaniałych zwycięstw nauki i *stalinowskiego* czynu, nie są i nie będą zdolne naruszyć wrogie obozowi pokoju elementy, które usiłują przygotować nowe nieszczęście dla ludzkości.

„Pogłębiający się ogólny kryzys kapitalizmu” — uczy *Bolesław Bierut* — „jest nieodłączny od samego systemu gospodarczego, który wciąż rodzi nowe przeciwieństwa i zaostża stare. Wijąc się w przeciwnościach, imperializm szuka nieprzytomnie ratunku w przygotowaniach wojennych, w intrygach, koalicjach, nie cofa się przed zbrodniczymi planami podżegaczy wojennych, dla których zagrożenie ludzkości w nową katastrofę występuje tylko jako miarą nowych grabieży. Ale agresywnym i szaleńczym dążeniem imperializmu przeciwstawia się dziś nie tylko zorganizowana część proletariatu międzynarodowego. Przeciwdziałają się im setki milionów ludzi we wszystkich krajach świata. Rośnie i wzrasta się walka o pokój. Imię *Stalina* jest matchnieniem i sztandarem w walce o pokój dla setek milionów ludzi...”

*
*
*

Nieśmiertelne imię wielkiego *Stalina* będzie zawsze drogą narodowi polskiemu, gdyż łączy się ze sprawą niepodległości i wyzwolenia naszej Ojczyzny. Po półtorawiekowej niewoli Rewolucja Październikowa przywróciła nam niepodległość i jedność.

Jeden z pierwszych aktów władzy radzieckiej, Deklaracja Praw Narodów Rosji, podpisana przez *Lenina* i *Stalina*, głosił prawo wszystkich narodów, a z nimi narodu polskiego, do samostanowienia, do samodzielnego bytu państwowego. W niewiele lat później Armia Czerwona i naród radziecki pod wodzą *Stalina* uratował naród polski z hitlerowskiej okupacji, przywracając mu wolność narodową i przynosząc wyzwolenie społeczne.

Kierując się zasadą poszanowania praw małych i dużych narodów, polityką pokojowego współżycia między narodami, rząd radziecki pod kierownictwem Józefa *Stalina* nie szczędził swej bezinteresownej pomocy narodowi polskiemu w ciężkich latach drugiej wojny światowej.

¹⁾ J. W. *Stalin* — „Ekonomiczne problemy socjalizmu w ZSRR”.

wej. Z ust *Stalina* na cały świat rozlegały się słowa otuchy „...Celem tej powszechnej wojny narodowej przeciwko ciemierzcom faszystowskim jest nie tylko usunięcie niebezpieczeństwa, które zawisło nad naszym krajem, ale również udzielenie pomocy narodom Europy, jęczącym pod jarzmem faszyzmu niemieckiego“.

Przyjaźń między narodami polskim i radzieckim, która zrodziła się we wspólnej wyzwolenczej walce rosyjskiego i polskiego ruchu rewolucyjnego, która wbrew burżuazyjnemu terrorowi ożywała w latach międzywojennych serca ludu polskiego, przyjaźń ta stała się fundamentem braterstwa broni Armii Czerwonej i odrodzonego, ludowego Wojska Polskiego. Związany braterskim sojuszem żołnierz polski u boku żołnierza radzieckiego mścił krzywdy i klęski, wypisawszy na swych sztandarach hasła Rewolucji Październikowej, hasła wyzwolenia narodu polskiego z niewoli obszarniczo-kapitalistycznego ucisku. Scementowana wspólnie przelaną krwią i zwycięstwami na polach bitew przyjaźń znalazła pełny wyraz w przywróceniu Polsce jej prastarych ziem nad Odrą i Nysą, granicy na Bałtyku, w przyjaznej pomocy w budowie nowego ustroju. Kierując się nauką *Lenina* i *Stalina*, doznając braterskiej pomocy ZSRR, naród polski pod kierownictwem klasy robotniczej i jej Partii, Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej, przekształca swą Ojczyznę w ciągu krótkich lat powojennych z kraju ekonomicznie zacofanego w silne, uprzemysłowione państwo.

Czerpiąc bogato z wieloletnich doświadczeń narodu radzieckiego, idąc za wskazaniem wiernego ucznia *Stalina*, Pierwszego Budowniczego Polski Ludowej — *Bolesława Bierut*a, naród polski realizuje swe narodowe plany krocząc nieugięcie do socjalizmu. Niezliczone są przykłady przyjaźni i pomocy narodu radzieckiego i *Stalina* dla odrodzonej Polski Ludowej. Nie sposób je tu wymienić. Obejmuje ona wszystkie dziedziny życia odbudowującego się ze zniszczeń wojennych i rozbudowującego swą gospodarkę kraju. Stanowi ona przykład i wyraz nowego typu współpracy między narodami, współpracy opartej na solidarności mas pracujących całego świata.

Naród polski, wraz z narodami Związku Radzieckiego i wszystkimi narodami walczącymi o pokój, z głębokim bólem przeżył smutne dni choroby i zgonu Wodza i Nauczyciela — Wielkiego *Stalina*.

Przestały tętnić w jego mózgu genialne myśli. Odszedł człowiek, z którego imieniem nierozzerwalnie łączy się nasza epoka, jej twórca i budowniczy. Jego nauki i wskazania były i na zawsze pozostaną drogowskazem dla wszystkich ludzi naszego stulecia. *Józef Stalin* był jedynym współczesnym mężem stanu, który posiadał ogromny i decydujący autorytet. Jego nauki zapewniły niezawodny oręż klasie robotniczej i masom pracującym całego świata w walce o sprawiedliwość społeczną.

Jego słowa wyznaczały kierunek naszym czasem. Słowa *Stalina* i czyny Partii, którą wraz z *Leninem* zbudował, kształtowały rozwój świata na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat.

Czcząc wielkie imię *Stalina* i oddając hołd Jego pamięci, cały naród nasz łączy się w braterskiej przyjaźni i solidaryzuje z narodem radzieckim, z narodami krajów demokracji ludowej i siłami postępowymi całego świata zwiera szeregi u boku Związku Radzieckiego i zahartowanej w bojach zwycięskiej Partii *Lenina* i *Stalina*.

Wyrazami czci dla nieśmiertelnego *Stalina*, którego nauka pozostaje na zawsze żywa, jest głęboki patriotyzm i internacjonalizm polskiego ludu pracującego, jego oddanie i wierność Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej, swemu nauczycielowi *Bolesławowi Bierutowi*. Wzmoczoną pracą, dodatkowymi zobowiązaniami produkcyjnymi, podejmowanymi przez robotników, chłopów i inteligencję pracującą, wzmocnionym wysiłkiem dla realizacji planu budownictwa socjalistycznego, naszego Planu 6-letniego, dajemy wyraz bojowej gotowości w walce i pracy o realizację nieśmiertelnych idei *Lenina* i *Stalina*. Z imieniem *Stalina* będziemy trwali w pracy dla utrwalenia niepodległości naszej Ojczyzny, dla wzmocnienia jej sił obronnych oraz w walce o pokój i szczęście ludzkości, o socjalizm.

Klement Gottwald—Prezydent Republiki Czechosłowackiej i Przewodniczący Komunistycznej Partii Czechosłowacji 23.XI.1896 – 14.III.1953

Bratnie narody Czechosłowacji poniosły niepowetowaną stratę. Umarł *Klement Gottwald*, najlepszy syn i wódz swojej Ojczyzny.

Wybitny działacz międzynarodowego ruchu robotniczego, przez całe swe życie walczył o prawa ludu pracującego, o jego wyzwolenie z jarzma niewoli i wyzysku. *Klement Gottwald* od początku stanął w szeregach Partii Komunistycznej, powstałej w Czechosłowacji po Rewolucji Październikowej, w której toczył zaciętą walkę o pełne zwycięstwo marksizmu. Na czele skrzydła Partii, wiernego naukom *Lenina* i *Stalina*, rozbija oportunizm i na V Zjeździe Komunistycznej Partii Czechosłowacji zostaje sekretarzem generalnym Komitetu Centralnego.

W smutnych i ciężkich dla Czechosłowacji chwilach monachijskiej zdrady klasa robotnicza Czechosłowacji pod wodzą *Klementa Gottwalda* organizuje naród do walk z faszyzmem, do obrony niepodległości. Gnębione przez okupację hitlerowską narody Czechosłowacji widziały w *Gottwaldzie* swego obrońcę i organizatora frontu wyzwolenia narodowego i społecznego. KPCz kieruje ruchem zbrojnym, organizuje na terenie ZSRR czechosłowackie oddziały zbrojne, którymi opiekuje się *Gottwald*, przygotowując jednocześnie fundamenty do objęcia władzy w Czechosłowacji przez klasę robotniczą po wyzwoleniu kraju z hitlerowskiej niewoli.

W wyniku wyborów w 1946 roku, które przynoszą zwycięstwo KPCz, *Gottwald* zostaje premierem rządu Frontu Narodowego.

W lutym 1948 roku pod wodzą *Gottwalda* klasa robotnicza gromi partie burżuazyjne, usiłujące dokonać kontrrewolucyjnego przewrotu. Nowe zwycięstwo ludu pracującego pozwala przyspieszyć tempo socjalistycznego budownictwa. Pod kierownictwem *Klementa Gottwalda*, wybranego Prezydentem Republiki Czechosłowackiej następuje zjednoczenie ruchu robotniczego na platformie marksizmu-leninizmu i rozgromienie grup zdrajców konspiracyjnych wewnątrz partii.

Narody Czechosłowacji, uwolniwszy się od wewnętrznych i zewnętrznych wrogów, realizują zwycięsko *gottwaldowskie* plany rozbudowy gospodarki narodowej, osiągając wspaniałe rezultaty w budowie socjalizmu. Czechosłowacja, wraz z innymi krajami demokracji ludowej, staje się mocnym oparciem w światowym froncie obrońców pokoju, któremu przewodzi potężny Związek Radziecki.

Śmierć *Klementa Gottwalda* okryła żałobą bratnie narody, a wśród nich i naród polski, związany z Czechosłowacją więzami szczerej przyjaźni i sąsiedztwa.

W sercach naszych zachowa się na zawsze pamięć wielkiego bojownika patriotyzmu i internacjonalizmu, wiernego syna swej Ojczyzny, promiennego i nieugiętego wodza narodu czechosłowackiego w walce o wolność, pokój i socjalizm — *Klementa Gottwalda*.

Statystyczna kontrola odbiorcza*)

621-229.85:519.22

Mgr KLEMENS WIŚNIEWSKI

Dla zapewnienia wysokiej jakości produkcji według stawianych jej wymagań: projektuje się sposób produkcji, ustala wymagania dla surowca i planuje system kontroli produkcji i ostatecznych badań. Metody statystycznej kontroli jakości mają szerokie zastosowanie we wszystkich wyżej wymienionych fazach.

W niniejszym artykule będą omawiane niektóre metody statystycznego odbioru gotowych towarów sztucznych.

Wstęp

Przy stosowaniu metod statystycznych nie mamy nigdy pełnej gwarancji, że skontrolowany towar spełnia wszystkie wymagania; nie mielibyśmy również tej pewności gdybyśmy stosowali kontrolę stuprocentową, ze względu na dość częste pomyłki brakarzy przy kontrolowaniu produkcji masowej. Prócz kontroli w czasie produkcji zachodzi często potrzeba przeprowadzania kontroli odbiorczej. Unikamy, rzecz jasna, kontroli odbiorczej gdy to jest tylko możliwe, ze względu na związane z nią koszty, jednakże do przeprowadzania kontroli gotowych partii towaru zmuszają nas warunki stawiane produkcji.

Omówimy dwa przypadki kontroli towarów sztucznych, gdy sztuki mogą być klasyfikowane alternatywnie jako dobre lub jako niedobre i gdy sztuki są oceniane liczbowo według właściwości ciągłej jak np. przez podanie wagi w gramach, długości w centymetrach itp.

W wyniku przeprowadzonej kontroli odbiorczej uznajemy partię za zgodną lub niezgodną z wymaganiami. Partię uznaną za dobrą — przyjmujemy. W przypadku uznania partii za niedobłą możemy ją przesortować, przyjąć po niższej cenie, odrzucić — zostawiając do dyspozycji dostawcy, lub też w wyjątkowych przypadkach zażądać jej zniszczenia, jeśli użycie złego towaru jest szkodliwe dla zdrowia lub może spowodować duże straty gospodarcze.

Badanie odbiorcze wymaga na ogół sprawdzania kilku, kilkunastu lub kilkudziesięciu właściwości towaru. Tak na przykład odkuwki bada się na: wymiary, rysy po wytrawieniu powierzchni, zginanie, wytrzymałości na rozciąganie oraz twardość po hartowaniu paska wyciętego z próbki.

Warunki techniczne powinny zawierać wymagania i sposób ich sprawdzenia. Tak np. powinno być powiedziane, że oględzin dokonuje się nieuzbrojonym okiem, że wymiary sprawdza się mikrometrem, że próby twardości dokonuje się metodą *Brinella* itp. Niezależnie od tego analiza zespołu właściwości pozwala nam na wyodrębnienie z nich pewnych grup, właściwości, które będzie można przebadать na tej samej sztuce. Dla takich grup będzie pobierana tylko jedna próbka, co pozwala na obniżenie kosztów związanych z jej pobieraniem.

Rzadko się zdarza, żeby wszystkie właściwości trzeba było badać, kontrolując całą partię. Jedne z właściwości wymagają rzeczywiście kontrolowania całej partii w stu procentach, inne jak np. próby wytrzymałości produktu powstałego z jednego wytopu, wymagają krańcowo badania tylko jednej sztuki, ponieważ wszystkie przedmioty w partii mają te same własności wytrzymałościowe. Pewne właściwości mogą być badane statystycznie według alternatywnej oceny sztuk w próbce jako dobrych

lub niedobrych. dla innych sprawdzanie właściwości może być jeszcze statystyczne, ale właściwość sztuki może być oceniona liczbowo; wreszcie, pewnych właściwości nie można badać, o ile kontrolowane one były w czasie produkcji statystycznie i pochodzą z procesu produkcyjnego, będącego pod kontrolą, z wyłączeniem tych części partii, przy których wytwarzaniu występowały sygnały ostrzegawcze.

Ułożenie warunków odbioru wymaga przede wszystkim znajomości:

- a) celu, któremu ma służyć przedstawiony do kontroli produkt;
- b) właściwości, którym ma odpowiadać;
- c) metod sprawdzania poszczególnych właściwości;
- d) warunków technicznych dla poszczególnej właściwości, w szczególności dopuszczalnego procentu braków;
- e) metod statystycznych pozwalających na najekonomiczniejsze przeprowadzenie kontroli;
- f) metod postępowania po decyzji uznającej partię za niezgodną z wymaganiami.

Przy omawianiu metod kontroli odbiorczej omówimy na początku odbiór stuprocentowy dla uwypuklenia stawianych wymagań, co ułatwi Czytelnikowi zrozumienie metod statystycznych. Metody statystyczne nie wynikły, jak to się często mniema, z teorii, wynikły one z praktyki przemysłowej posługującej się w tym przypadku intuicją i zdrowym rozsądkiem. Dzięki statystyce matematycznej dotychczasowe mętne i nic nie mówiące przepisy odbiorcze stają się dokładne w stopniu wystarczającym w praktyce.

Celem wprowadzenia metod statystycznej kontroli jakości jest usunięcie dogmatycznych przepisów o nieznanym konsekwencjach i zastosowanie takich, które opierają się na podstawach naukowych. W tym więc sensie, metody statystycznej kontroli jakości stanowią daleko idący postęp w dziedzinie świadomego polepszania jakości produkcji.

Projektowanie warunków odbiorczych

Przyjmijmy, że jest ustalony zespół właściwości, którym ma odpowiadać sztuka towaru przeznaczonego do odbioru.

Na przykład pełna próba dla pustaków stropowych *Akermana* obejmuje:

- a) badanie cech zewnętrznych,
- b) badanie przełomu,
- c) badanie odporności na zgniatanie,
- d) badanie nasiąkliwości,
- e) badanie odporności na działanie mrozu.

Najprymitywniejszy sposób polegałby na przeprowadzeniu badania osobno na każdą właściwość. Zwróćmy jednak uwagę, że np. badanie cech zewnętrznych w niczym nie zmienia własności pustaka, i że po obejrzeniu może on być badany na każdą z pozostałych właściwości.

*) Z cyklu „Zastosowanie rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej do zagadnień technicznych” (patrz PM nr 7—8, 10/52, 1, 2, 3/53).

Taką właściwość, której sprawdzanie nie powoduje zniszczenia sztuki ani żadnej zmiany jej własności nazywamy *właściwością łatwą* w stosunku do pozostałych właściwości. Gdy nie jest ona łatwa na żadną inną właściwość, nazywamy ją *właściwością trudną*. Taką właściwością trudną jest np. badanie przełomu. Do zbadania przełomu trzeba pustak przełamać. W ten sposób zostaje on zniszczony i nie nadaje się do przeprowadzenia żadnego z pozostałych badań. Z badań, którym poddajemy pustaki jedynie pierwsze jest właściwością łatwą, pozostałe są właściwościami trudnymi.

Właściwość łatwą można połączyć z każdą właściwością. Np. można pustaki badać na cechy zewnętrzne i te same pustaki przeznaczyć do badania nasiąkliwości wodą.

Właściwości, które można badać na tych samych sztukach stanowią *grupę właściwości*. W grupie może być tylko jedna właściwość trudna i tę bada się na końcu. Do badania grupy właściwości pobiera się tylko jedną próbkę. Jest to uproszczenie kontroli w szczególności jeśli zespół właściwości można podzielić na kilka grup zawierających czasami po kilku lub po kilkanaście właściwości łatwych ze względu na pozostałe w grupie.

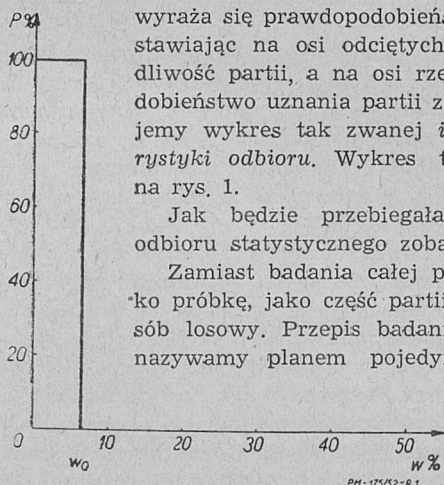
W zakresie grupy może nam zależeć na spełnieniu wymagań ze względu na każdą właściwość z osobna, tak jak to ma miejsce dla pustaków w przypadku badania cech zewnętrznych i nasiąkliwości. Klasyfikacja sztuk jest osobna ze względu na cechy zewnętrzne i badania nasiąkliwości i tak samo osobne wymagania co do dopuszczalnej liczby braków. Wobec tego na podstawie wykonanych badań, będziemy klasyfikowali partię osobno ze względu na cechy zewnętrzne i ze względu na nasiąkliwość.

Plany pojedyncze

Wyobraźmy sobie kontrolę stuprocentową i żądanie odbiorcy, żeby w partii było co najwyżej $w_0\%$ sztuk niedobrych. Tę wadliwość w_0 nazywamy po prostu *wadliwością dopuszczalną*. Jeżeli warunki przewidują badanie stuprocentowe, to gdy partia ma wadliwość mniejszą od w_0 uznanie jej za dobrą jest pewne, co wyraża się prawdopodobieństwem 100% (wyłączamy oczywiście możliwości pomyłki). Gdy partia ma wadliwość równą lub większą od w_0 uznanie jej za dobrą jest niemożliwe, co wyraża się prawdopodobieństwem 0%. Przedstawiając na osi odciętych rzeczywistą wadliwość partii, a na osi rzędnych prawdopodobieństwo uznania partii za dobrą, otrzymujemy wykres tak zwanej *idealnej charakterystyki odbioru*. Wykres taki podany jest na rys. 1.

Jak będzie przebiegała charakterystyka odbioru statystycznego zobaczymy za chwilę.

Zamiast badania całej partii badamy tylko próbkę, jako część partii wybraną w sposób losowy. Przepis badania jednej próbki nazywamy *planem pojedynczym*. Ponieważ



Rys 1 Idealna charakterystyka odbioru.

sztuki są oceniane alternatywnie jako dobre lub niedobre powstaje pełna nazwa *alternatywne plany pojedyncze*.

Każdy plan pojedynczy charakteryzują dwie wielkości: licznosc próbek n i maksymalna liczba sztuk niedobrych m , przy której należy jeszcze uznać partię za dobrą. Jeśli liczba sztuk niedobrych będzie większa od m należy uznać partię za niedobłą. Plan zatem można oznaczać symbolem, w którym będą litery m i n ; zwykle używa się symbolu m/n .

Niech w oznacza prawdziwą wadliwość partii, to jest stosunek liczby sztuk niedobrych w partii do wszystkich sztuk w partii. Liczba w jest jednocześnie prawdopodobieństwem wyciągnięcia sztuki niedobrej z partii w jednym ciągnięciu.

Postawiliśmy sobie za zadanie wyznaczenie charakterystyki odbioru statystycznego na podstawie próby. Charakterystyka taka przedstawia zależność między rzeczywistą wadliwością partii a prawdopodobieństwem uznania jej za dobrą.

Dla małych partii dla wyznaczania charakterystyki korzystamy z wzoru hypergeometrycznego*, który uwzględnia fakt, że skład partii ulega w czasie pobierania próbek zmianie.

Jeżeli w partii jest N sztuk, a wśród nich M niedobrych to $w = \frac{M}{N}$, prawdopodobieństwo pojawienia się w próbie z n sztuk co najwyżej m sztuk niedobrych jest:

$$P(\leq m, n; \frac{M}{N}) = \sum_{k=0}^m \frac{\binom{M}{k} \binom{N-M}{n-k}}{\binom{N}{n}}$$

Oczywiście z wzoru tego można korzystać w praktyce tylko dla małych partii, ponieważ dla dużych partii obliczenia byłyby bardzo żmudne. Dla partii dużych i dla małych próbek stosujemy analogiczny wzór dwumianowy:

$$P(\leq m, n; w) = \sum_{k=0}^m \binom{n}{k} w^k (1-w)^{n-k}$$

We wzorze tym nie figuruje wielkość partii. Prawdopodobieństwo podane tym wzorem jest tylko funkcją prawdziwej wadliwości partii dla danego planu m/n .

Dla próbek o większych licznosciach począwszy od $n = 20$ i dla wadliwości nie przekraczającej 20% korzystamy z wzoru Poissona:

$$P(\leq m, n; w) = \sum_{k=0}^m \frac{(nw)^k}{k!} e^{-(nw)}$$

Ponieważ funkcja Poissona jest tablicowana, obliczenie charakterystyk sprowadza się do odczytów z tablic. **P r z y k ł a d**

Obliczmy dla alternatywnego pojedynczego planu badania 1/5 jego charakterystykę, korzystając z wzoru dwumianowego:

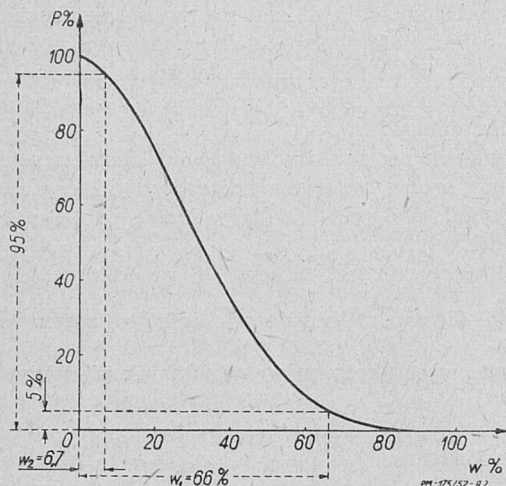
$$\begin{aligned} P(\leq 1, 5, w) &= \sum_{k=0}^1 \binom{5}{k} w^k (1-w)^{5-k} \\ &= \binom{5}{0} w^0 (1-w)^5 + \binom{5}{1} w^1 (1-w)^4 \\ &= (1-w)^5 + 5w(1-w)^4 \\ &= (1-w)^4 (1+4w) \end{aligned}$$

Wystarczy teraz podstawić do otrzymanego wzoru różne wartości na w , żeby otrzymać odpowiadające im wartości P .

*) Przegląd Mechaniczny, zeszyt 9, 1952 r. str. 347,8,9.

Przebieg tej zależności podaje rys. 2.

Dostawca powinien choćby w przybliżeniu znać prawdziwą wadliwość swojej produkcji. przeto z charakterystyki planu badania będzie mógł w każdej chwili odczytać jakie jest prawdopodobieństwo, że towar jego zostanie uznany za dobry. Dla określenia planu badania podaje się zwykle co najmniej dwa umowne punkty, np. w Polskich Normach podane są współrzędne dwu punktów (w_2 , 95%) i (w_1 , 5%). Wadliwość w_2 jest taką wadliwością, przy której jest prawdopodobieństwo 95%, że towar zostanie uznany za dobry, a w_1 wadliwością, przy której jest prawdopodobieństwo 5%, że towar zostanie uznany za dobry.



Rys. 2. Charakterystyka alternatywnego pojedynczego planu badania 1/5.

Np. dla planu 1/5 $w_2 = 7,6\%$, $w_1 = 66\%$, co oznaczono na rys. 2.

Wartości prawdopodobieństw 95% i 5% są umowne. Dla dopuszczalnej wadliwości w_0 dobiera się taki plan badania, żeby w_2 w tym planie było w sąsiedztwie w_0 .

Porównując rys. 1 z rys. 2 widzimy, że dostawca dostarczając towar dobry (o wadliwości mniejszej od w_0) będzie jednak ponosił ryzyko odrzucenia mu partii, jeśli badania przeprowadzi się według planu pojedynczego, czego nie było przy kontroli stuprocentowej. Ryzyko jest tym mniejsze (jest ono dopełnieniem do jedności prawdopodobieństwa uznania partii za dobrą), im wadliwość jest mniejsza. W większości przypadków z ryzykiem 5% możemy się zgodzić tym bardziej, że przy kontroli stuprocentowej, jak wykazało doświadczenie, pomyłki są nierzadkie. Stąd więc dla uproszczenia możemy mówić o wadliwości dopuszczalnej mając na myśli okolice wadliwości w_2 . To nam również daje kryterium wyboru planu badania jeśli dla danego planu dana jest wadliwość w_2 .

Zbiór takich planów jest zawarty między innymi w normie N/N-03001 skąd zrobiono wyciąg, zamieszczając go w tabelicy I.

W tabelicy tej w drugim wierszu podane są granice klas wadliwości przez co rozumie się, że jeżeli ustalono przez strony wadliwość dopuszczalną w_0 , to chcąc dobrać plan trzeba go poszukiwać w tej kolumnie, w której mieści się ta wadliwość. Wartości znamionowe są to przybliżone średnie geometryczne z granic klas.

Skoro uzgodniliśmy pewną wadliwość dopuszczalną w_0 , mamy do dyspozycji całą kolumnę planów z podanej tabelicy. Wybór planu z obranej kolumny zależy od warunków ekonomicznych, które narzucają zależność między wielkością partii a wielkością próbki. Zagadnienie to jest

TABLICA I. Alternatywne plany pojedyncze

Wartość znamionowa (%)	2,5			4,0			6,3		
Granice klas wadliwości (%)	2,00			3,15			5,00		
Dozwolone ilości sztuk niedobrych	m			m			m		
Graniczne wadliwości (%)	w_2			w_1			w_2		
Liczność próbek									
15	2,2	1	28				5,6	2	36
25				3,3	2	23	5,6	3	28
40	2,1	2	15	3,5	3	18	6,7	5	25
60	2,3	3	13	3,3	4	15	5,5	6	20
100	2,6	5	11	4,0	7	13	6,2	10	17

w stadium badań, lecz z pewnością już dziś można powiedzieć, że zależność ta nie jest liniowa. W normalizacji posługujemy się praktyczną tabelicą do ustalenia liczności próbki w zależności od liczności partii, jednakże tylko w tym przypadku, gdy znana jest na podstawie doświadczenia najwłaściwsza wielkość próbki dla jednej partii. Dla partii tego samego towaru o innych licznosciach, licznosc próbki można odczytać z tabelicy II, która jest wyciągiem z PN/N-03001.

TABLICA II. Zależność między licznoscią partii a licznoscią próbki

Zakres licznosci partii	Liczności próbek				
powyżej 400 do 1000	60	40	25	15	10
powyżej 1000 do 2500	100	60	40	25	15
powyżej 2500 do 6300	150	100	60	40	25
powyżej 6300 do 16000	250	150	100	60	40
powyżej 16000 do 400000	400	250	150	100	60

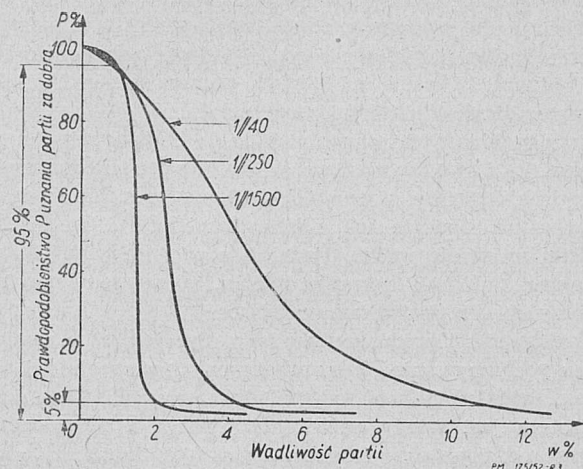
Tak na przykład, jeśli z praktyki wiadomo, że partię o licznosci 3000 sztuk najekonomiczniej jest badać za pomocą próbki 40 sztuk, to dla partii o innych licznosciach, zawartych w zakresach podanych w pierwszej kolumnie przyporządkowuje się próbki podane w przedostatniej kolumnie.

Gdy dostarczono partię takiego samego towaru ustalając dopuszczalną wadliwość na około 4% i partia liczy 24000 sztuk, to korzystając z tabelicy II odczytujemy, że należy pobrać próbkę o licznosci 100 sztuk, a z tabelicy I, że maksymalna liczba sztuk niedobrych, przy których partię należy jeszcze uznać za dobrą jest $m = 7$ i że $w_2 = 4,0\%$, a $w_1 = 13\%$.

Może się ktoś obawiać liczby $w_1 = 13\%$, ale pozwolimy sobie przypomnieć, że jest to wadliwość, przy której jest prawdopodobieństwo 95%, że partia uznana zostanie za niedobrą. Rozsądny dostawca nie będzie ryzykował dostarczania partii o takich wadliwościach, a raczej będzie się starał utrzymać ryzyko w granicach 5%, a zatem będzie się starał dostarczać towar o wadliwościach w okolicy w_2 , a nawet mniejszych. Gdyby nawet dostawca zaryzykował dostarczenie partii o wadliwości w_1 , to przeciętnie tylko raz na dwadzieścia odbiorów mogłaby taka partia być uznana za dobrą.

Jeśli takie zabezpieczenie nie zadowala odbiorcy, może on żądać planu o większej licznosci próbki, w którym

w_1 jest mniejsze. Charakterystyka wtedy jest bardziej stroma, jak wskazuje porównanie na rys. 3.



Rys. 3. Porównanie stromości charakterystyk planów z tej samej kolumny lecz o różnych licznosciach próbki 40, 250 i 1500 sztuk.

Decydując się na kontrolę wyrwykową, w miejsce kontroli stuprocentowej, ułatwimy odbiór nie powiększając ryzyka pomyłki. Wybór dopuszczalnej wadliwości ułatwia wyrysowanie na tym samym rysunku charakterystyk kilku planów o tej samej licznosci, lecz wziętych z sąsiednich kolumn tablicy I. Dla celów praktycznych uzyskuje się przy tym wystarczającą dokładność, rysując poszczególne charakterystyki przez pięć punktów, z których dwa podane są w tablicy I, dwa wynikają z bezpośredniego rozumowania, a piąty oblicza się zupełnie elementarnie. Cztery z tych punktów mają współrzędne $(w_2, 95)$, $(w_1, 5)$, $(0, 100)$ i $(100, 0)$. Punkt piąty oblicza się z wzoru

$$w_{50} = \frac{m + 0,67}{n}$$

dla $m \geq 2$ i $n \geq 50$, przy tym w_{50} jest to wadliwość, dla której jest prawdopodobieństwo 50%, że partia zostanie uznana za dobrą. Piąty punkt ma więc współrzędne $(w_{50}, 50)$.

Przy analizie charakterystyki planu interesującym jest jej punkt przecięcia występujący dla planów o licznosci

próbki do 50 sztuk w punkcie o wadliwości $w_p = \frac{m}{n-1}$

a dla planów powyżej 50 sztuk obliczanych w sposób przybliżony z wzoru Poissona, w punkcie o wadliwości

$w_p = \frac{m}{n}$. Jest on o tyle niebezpieczny, że zbliżenie się

do niego powoduje najszybszy spadek prawdopodobieństwa uznania partii za dobrą, zatem dostawca powinien baczyć, żeby nie doprowadzić wadliwości swojej produkcji do tego krytycznego punktu, żeby nie powiększyć zbytnio ryzyka.

Na uwagę zasługuje możliwość skrócenia badań w szczególności, gdy wadliwość towaru znacznie odbiega od wadliwości dopuszczalnej.

W planie np. 7/100 badanie możemy ukończyć po zbadaniu 93 sztuk, gdy wszystkie zbadane sztuki okazały się dobre, gdyby bowiem w najgorszym przypadku wszystkie niezbadane sztuki były niedobre to i tak uznalibyśmy partię za dobrą, więc poco badać ostatnich 7 sztuk. Analogicznie, gdy przed zbadaniem wszystkich 100 sztuk pojawi się 8 sztuk niedobrych, to można przerwać badanie,

uznając partię za niedobłą, bo wynik zbadania dalszych sztuk i tak już nie zmieni tej decyzji.

Stałe odbiory z tym samym dostawcą dają się ująć osobną metodą bardziej ekonomiczną ponieważ uwzględnia ona wyniki ubiegłych odbiorów. Ta metoda nosi nazwę systemu kątownego, lecz omawianie jej wymaga osobnego artykułu.

Plany dwustopniowe, wielostopniowe i sekwencyjne

Plany pojedyncze są bardzo łatwe w użyciu, lecz mają pewne wady a mianowicie wymagają badania dość dużej próbki dając w efekcie jedną z dwóch nieodwołalnych decyzji. Chcąc uzyskać tak zwaną popularnie „drugą szansę”, można zbudować plany dwustopniowe. Zasada planów dwustopniowych jest taka, że badanie polega na zbadaniu jednej bądź dwu próbek, na ogół o tych samych licznosciach i obliczania dla pierwszej stopnia badania liczby sztuk niedobrych m_1 , która pozwala na uznanie partii za dobrą i liczby sztuk niedobrych m_2 , która pozwala na uznanie partii za niedobłą. Dla rzeczywistej liczby sztuk niedobrych zawartej między m_1 a m_2 następuje odwołanie się do następnego stopnia badania. Uwzględniając teraz łączną próbkę pobraną dla pierwszego i drugiego stopnia badania oblicza się nowe wartości m_1 i m_2 takie jednak, że $m_2 = m_1 + 1$, co oznacza, że w drugim stopniu musi zapaść decyzja rozstrzygająca. Porównanie rzeczywistej liczby sztuk niedobrych znalezionych w próbce pobranej do pierwszego i drugiego stopnia liczbami m_1 i m_2 stopnia drugiego daje rozstrzygnięcie. Rachunkowo obliczenie charakterystyki planu dwustopniowego jest trudniejsze niż obliczenie charakterystyki planu pojedynczego. Zwykle dobiera się plany dwustopniowe tak, żeby ich charakterystyki były bardzo bliskie znanym charakterystykom planów pojedynczych. Zaletą planu dwustopniowego w porównaniu z planem pojedynczym o tej samej charakterystyce, jest przeciętnie krótsze badanie, aczkolwiek liczba sztuk pobranych w dwóch stopniach jest większa od licznosci próbki w planie pojedynczym. Dzieje się tak dlatego, ponieważ prawdopodobieństwo uzyskania rozstrzygnięcia w pierwszym stopniu badania jest bardzo duże w stosunku do prawdopodobieństwa uzyskania rozstrzygnięcia dopiero w drugim stopniu badania.

Przykład

Planowi 2/40 zamieszczonemu w tablicy I odpowiada następujący plan dwustopniowy:

n	m_1	m_2
25	1	4
50	3	4

Gdy po zbadaniu $n = 25$ sztuk liczba sztuk niedobrych będzie zero lub 1, to już w pierwszym stopniu badania uznamy partię za dobrą; gdy będzie 2, lub 3, będziemy musieli badać jeszcze 25 sztuk, a gdy liczba sztuk niedobrych będzie 4 lub więcej, uznamy partię za niedobłą.

W przypadku przejścia do drugiego stopnia badania, łączna liczba sztuk niedobrych zawsze rozstrzyga, ponieważ przy 3 sztukach niedobrych lub mniej partię uznaje się za dobrą, a przy 4 sztukach lub więcej partię uznaje się za niedobłą.

Znaczniejsze skrócenie badania uzyskuje się konstruując plany wielostopniowe. Oparte są one na tej samej zasadzie co plany dwustopniowe, lecz liczba stopni jest od 5 do 8. Plany wielostopniowe buduje się tak, żeby ich charakterystyki były zbliżone do charakterystyk

planów pojedynczych. Osiąga się dzięki temu możliwość zastępowania jednych planów drugimi w zależności od tego, czy wygodniej jest stosować plan pojedynczy czy wielostopniowy.

Stosowanie planów wielostopniowych zaleca się ze względów ekonomicznych, często jednak względy praktyczne, np. słabo wyszkolony personel lub długotrwałe badania, zmuszają do stosowania planów pojedynczych. Plany wielostopniowe dają oszczędność tym większą, im wadliwość partii silniej odbiega od wadliwości dopuszczalnej.

Przykład

Odpowiednikiem planu pojedynczego 2//40 jest następujący plan wielostopniowy:

n	m_1	m_2
10	*	2
20	*	3
30	1	3
40	*	4
50	2	5
60	3	6
70	5	6

Gwiazdki w kolumnie m_1 w pierwszym i drugim stopniu oznaczają, że nawet niepojawienie się sztuki niedobrej nie upoważnia do uznania partii za dobrą. Gwiazdka w stopniu czwartym oznacza, że nie ma praktycznej możliwości uznania partii za dobrą w stopniu czwartym¹⁾.

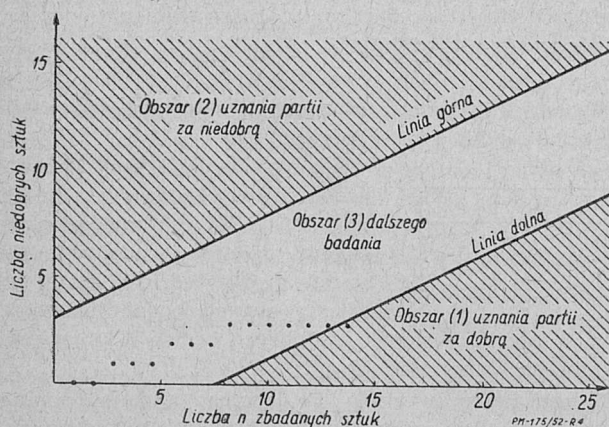
Wreszcie, najekonomiczniejsze są plany sekwencyjne, polegające na badaniu sztuka po sztuce z możliwością powzięcia decyzji po zbadaniu każdej sztuki.

Decyzje są trzy:

- (1) uznać partię za dobrą
- (2) uznać partię za niedobłą
- (3) prowadzić badanie dalej

Po decyzji (3) pobiera się jedną sztukę, bada ją, sumuje liczbę sztuk już zbadanych i liczbę znalezionych sztuk niedobrych. Badanie prowadzi się aż do uzyskania decyzji (1) lub (2). Wtedy badanie kończy się.

Kryteria dla powzięcia decyzji określa się przez ustalenie dopuszczalnej wadliwości w_0 i maksymalnego ryzyka pomyłki, przyjętego np. w Polskich Normach na 5%. Kryterium to wyraża się graficznie przez dwie proste równoległe, górną i dolną, rozdzielające trzy obszary jak pokazano na rys. 4.



Rys. 4 Schemat planu sekwencyjnego.

Każdemu wynikowi badania odpowiada punkt. Na przykład, jeśli po zbadaniu pięciu sztuk znaleziono jedną sztukę niedobłą, to odpowiada to punktowi o współrzed-

¹⁾ Na przykład, w tym planie do stopnia czwartego przechodzi się, gdy w stopniu trzecim pojawiło się łącznie dwie sztuki niedobre. Natomiast w kolumnie m_1 w stopniu czwartym powinna być liczba 1 która już była w stopniu trzecim. W momencie przejścia do stopnia czwartego mamy już dwie sztuki niedobre więc liczba traci realne podstawy do wykorzystania jej kiedykolwiek, dlatego zamiast niej umieszczono gwiazdkę.

nych (5,1). Każdy wynik badania notuje się na wykresie w postaci punktu. W ten sposób powstaje ciąg punktów w obszarze (3). Jeżeli jeden punkt znajduje się w obszarze (1) lub (2), następuje odpowiednia decyzja i badanie kończy się. Na przykład na rys. 4 badanie zakończyło się po zbadaniu 15 sztuk, w których pojawiają się 3 sztuki niedobre, decyzją uznania partii za dobrą.

Przy tych samych warunkach co do dopuszczalnej wadliwości w_0 i ryzyka, w stosunku do planów pojedynczych plany sekwencyjne wymagają badania przeciętnie 50% mniej sztuk. Jest to ich zaleta, lecz mają i wady. Ze względu na swoje wady: trudniejsze w stosowaniu i wymagające zmiennej liczności próbki, plany sekwencyjne nie przyjęły się dotychczas w Polsce.

Postępowanie przedstawione na wykresie można zamienić na porównywanie liczb umieszczonych w specjalnej tabliczce, bądź zbudować odpowiedni przyrząd. Zadaniem kontrolera jest wtedy naciskanie jednego z przycisków, zależnie od tego czy pojawiła się sztuka dobra czy niedobra, a maszyna sama w odpowiedniej chwili poda sygnał.

Plany badania na właściwość liczbową

Jeśli chodzi o kontrolę odbiorczą towarów sztukowych, to opisane metody łącznie z planami badania na właściwość liczbową są w olbrzymiej większości przypadków wystarczające do poprawnego ułożenia warunków odbioru.

Sprawdzane właściwości z natury swojej mają albo charakter ciągły, albo skokowy, lub też wreszcie alternatywny.

Właściwości takie jak długość, ciężar, wytrzymałość itp. są właściwościami, które teoretycznie mogą przyjmować wszystkie bez wyjątku wartości pewnego przedziału. W praktyce jednak nie mamy takich dokładnych narzędzi pomiarowych, żebyśmy mogli odróżnić znikomo małe różnice między jedną wartością a drugą. Zresztą jest to nam nawet nie bardzo potrzebne.

Przyjmujemy taką dokładność, jaka jest w danych warunkach wystarczająca. Np. długość gwoźdźcia może przyjmować wszystkie wartości przedziału $25 \div 26$ mm. Gdy mamy do dyspozycji podziałkę milimetrową, którą możemy mierzyć długość z dokładnością do 0,1 mm, to możliwych wartości tego przedziału będzie 10, mianowicie: 25 mm, 25,1 mm, 25,2 mm itd.

Te właściwości wyrażające się pewną ograniczoną liczbą wartości, które mogą przybierać, nazywamy właściwościami liczbowymi.

Właściwość skokowa może być również często podciągnięta pod pojęcie właściwości liczbowej, jak to jest np. w przypadku, gdy sztuka może mieć pewną liczbę wad. Właściwość alternatywna występuje np. przy użyciu dwugranicznych sprawdzianów.

Jeśli pewną liczbę sztuk klasyfikujemy na podstawie ich właściwości liczbowych, to uzyskujemy dokładniejszą informację o badanych właściwościach od tej, jaką byśmy otrzymali klasyfikując je alternatywnie, jako dobre lub niedobre. Jest jednakże wiele względów praktycznych, które zmuszają nas do zrezygnowania z korzyści wynikających z kontroli za pomocą oceny liczbowej i korzystania z oceny alternatywnej.

Każda właściwość musi być analizowana oddzielnie i dla niej dobrana metoda.

Rozpatrując ogólnie właściwość liczbową mamy możliwe przypadki:

- a) wymagane jest nieprzekroczenie pewnej granicy liczbowej G
 b) wymagane jest przekroczenie pewnej granicy liczbowej D .
 c) wymagane jest zawieranie się między dwiema granicami.

Przypadek b) z punktu widzenia rozważań teoretycznych nieczym się różni od przypadku a), natomiast przypadek c) stanowi osobne zagadnienie, którego rozwiązanie nie uzyskało jeszcze ostatecznej formy.

Rozpatrzmy więc tylko przypadek a).

Będziemy uważali sztukę towaru za dobrą, jeżeli jej właściwość nie przekracza z góry ustalonej granicy G , a za niedobłą, jeśli ją przekracza. Np. te gwoździe do skrzynek będziemy uważali za dobre, których długość nie przekracza 4 cm, a za niedobre te, których średnia przekracza 4 cm. Gdybyśmy zbadali całą partię gwoździ, to stwierdzilibyśmy pewien procent gwoździ dobrych i niedobrych. Procent niedobrych sztuk w partii będziemy jak poprzednio nazywali wadliwością partii. Z wyników badania próbki musimy ocenić z prawdopodobieństwem danym z góry czy całą partię należy uznać za zgodną z wymaganiami, czy nie.

Badając całą partię, moglibyśmy otrzymać doświadczalny rozkład interesującej nas właściwości. Dla rozkładu tego moglibyśmy określić z wyników pomiarów średnią, a i odchylenie średnie tych wyników. Jeżeli wadliwość tej partii (to jest procent sztuk, które przekraczają liczbę G) byłaby mniejsza od wadliwości dopuszczalnej, partię uznalibyśmy za zgodną z wymaganiami. Zamiast jednak obliczać procent sztuk niedobrych przy znanym rozkładzie badanej właściwości, moglibyśmy ustalić inny równoważny warunek analityczny, żeby średnia powiększona o t -krotne odchylenie średnie nie przekraczała liczby G . Warunek ten byłby następujący:

$$\bar{x} + t\sigma \leq G$$

Tą analityczną formą posługujemy się przy kontroli za pomocą próbki, zakładając, że rozkład badanej właściwości jest normalny, bądź zbliżony do normalnego.

Wartości a i σ nie są nam znane, a oceniamy je za pomocą wyników zbadanej próbki.

Kryterium oceny jest następujące: jeżeli w próbce z n sztuk wartości liczbowe badanej właściwości będą takie, że zajdzie nierówność

$$\bar{x} + kS_p \leq G$$

to całą partię uznamy za dobrą, jeśli zajdzie nierówność przeciwna to za niedobłą.

W nierówności tej $\bar{x}$ jest wartością średnią właściwości liczbowej wszystkich sztuk zbadanych w próbce, S_p jest odchyleniem przeciętnym obliczonym od średniej a k jest współczynnikiem gwarantującym, że partia o wadliwości w_2 będzie uznana za dobrą z prawdopodobieństwem 95%, a partia o wadliwości w_1 z prawdopodobieństwem 5%.

Obliczenie współczynnika k pomijamy, zatrzymując się szerzej na praktycznym aspekcie tej metody.

W ostatnim wzorze użyto odchylenia przeciętnego, podczas gdy w poprzednim odchylenia średniego. Zrobiono to celowo, ponieważ odchylenie przeciętne w praktyce łatwiej się oblicza a z odchyleniem średnim jest ono związane znaną zależnością.

W praktyce korzysta się z gotowych planów, z których kilka podano w tablicy III.

TABLICA III. Plany badania na właściwość liczbową

Wartości znamionowe (%)	2,5			4,0		
	2,00			3,15		
	Granicz klas wadliwości (%)			5,0		
Porównawcza liczność próbek w alternatywnym pojedynczym planie badania	n	k	w ₁	n	k	w ₁
	15	6	1,39	40	6	1,18
	25	9	1,55	31	9	1,33
	40	14	1,70	23	14	1,48
	60	22	1,83	17	22	1,60
	100	32	1,93	13	32	1,69

Dla wybrania planu należy np. ustalić wartość znamionową równą wartości w_2 i licznosc próbek n . W kolumnie odpowiadającej wybranej wartości znamionowej i liczności próbki znajduje się ponadto wartość współczynnika k i wadliwość w_1 . Np. dla $w_2 = 2,5\%$, $n = 14$ znajduje się $k = 1,70$, $w_1 = 23\%$. Bada się próbkę z 14 sztuk, znajduje wartość liczbową każdej sztuki, oblicza średnią $\bar{x}$ i odchylenie przeciętne S_p , po czym oblicza wyrażenie $\bar{x} + kS_p$. Jeżeli to wyrażenie jest $\leq G$, to całą partię z której pobrano próbkę, uznaje się za dobrą; jeśli jest większe od G — za niedobłą.

Analogicznie jak plany wielostopniowe, tak samo plany badania na właściwość liczbową zostały dobrane tak, żeby ich charakterystyki były zbliżone do charakterystyk planów pojedynczych. Na uwagę zasługuje bardzo istotne zmniejszenie liczności próbki w stosunku do planów pojedynczych. Fakt ten można było przewidzieć z góry, gdyż uzyskujemy z próbki więcej informacji przy ocenie liczbowej, niż przy alternatywnej.

Technikę przeprowadzania badania ilustruje poniższy przykład.

Przykład

Przedstawiono do badania partię żarówek. Główną właściwością jest liczba godzin świecenia się żarówki.

TABLICA IV. Wyniki pomiaru liczby godzin świecenia się żarówek i obliczenie odchylenia przeciętnego

Kolejny numer sztuki i	Liczba godzin świecenia x_i	$(\bar{x} - x_i)$
1	415	103
2	506	12
3	431	87
4	645	127
5	438	80
6	492	26
7	613	95
8	502	16
9	446	72
10	549	31
11	504	14
12	375	143
13	627	109
14	711	193
Σ	7254	1108
	$\bar{x} = 518$	$S_p = 79,1$

Ustalono jako dolną granicę $G = 350$ godzin. Przyjęto ponadto, że dopuszczalna wadliwość jest około 4% i według planu pojedynczego należałoby badać 40 sztuk. Plan badania na właściwość liczbowa wymaga badania tylko 14 sztuk, ponadto współczynnik k tego planu (zamieszczonego w tabl. III) wynosi 1,48. Wyniki pomiarów i obliczenie odchylenia przeciętnego podano w tablicy IV.

Ponieważ jest to przypadek dolnej granicy, więc partię należy uznać za dobrą, gdy zachodzi nierówność

$$\bar{x} - k S_p \geq D.$$

Istotnie w naszym przykładzie nierówność ta zachodzi
 $518 - 1,48 \cdot 79,1 = 401 > 350$

zatem całą partię żarówek należy uznać za dobrą.

Jeśli się zważy, że towar przechodzi przez kontrolę — począwszy od sprawdzania surowca — przez kontrolę bieżącą i ostateczną, to szanse, że towar niedobry znajdzie się u odbiorcy są znikomo małe.

Jak wykazała praktyka wielu krajów, stosowanie metod statystycznych daje ogromne oszczędności, pozwala na czas uniknąć marnotrawstwa materiałów i cennych pracogodzin, dając podstawy do racjonalnego współzawodnicstwa i podnosząc tym samym ogólną kulturę przemysłową.

Podstawy oceny gładkości powierzchni

620.191.392:53.08

Mgr inż. STANISŁAW RYTWIŃSKI

Niedostateczne podstawy dotychczasowych norm gładkości. Kryteria oceny. Elementy warstwy podpowierzchniowej, jednostki miary, parametry chropowatości. Parametr, opracowany przez autora: odległość 50% linii nośnej profilu od linii podstaw „h₅₀”.

Współczynniki kształtu profilów powierzchni. Zalety proponowanego podstawowego parametru chropowatości. Czynniki technologiczne. Powiązanie z normą dokładności wykonania powierzchni skrobanych. Wytyczne normy gładkości (projekt 1935/38).

Współzależność układów klas gładkości z układem klas pasowań i układem podstawowych odchylek kątowych.

Sposoby pomiaru „h₅₀”. Wnioski.

1. Wstęp

Zagadnienie jednoznacznej oceny dobroci wykończenia warstwy napowierzchniowej elementów maszynowych dojrzało od kilku lat do uporządkowania w postaci norm. W związku z opóźnionym wydrukowaniem projektu polskiej normy gładkości powierzchni zamieściły Wiadomości PKN, nr 5/52, szereg artykułów wprowadzających zagadnienie [11, 12, 13] oraz krytyczną ocenę [14] projektu normy terminologii struktury powierzchni i normy gładkości na tle norm zagranicznych. Również w literaturze ZSRR i krajów zachodnich spotyka się liczne prace o tym zagadnieniu.

Niemniej samo ujęcie w normach oceny jakości powierzchni, zdaniem autora, posiada luki, błędy teoretyczne, pomijanie podstaw fizycznych i potrzeb warsztatowych. Stąd geneza niniejszego artykułu, napisanego w większości jeszcze w grudniu 1950 r., następnie uzupełnionego i częściowo skorygowanego pod wpływem mgr inż. A. Sadowskiego [16], [16a], oraz nowych publikacji [15, 16, 17 i 18].

Wymogi stawiane budownictwu maszynowemu wpłynęły najbardziej decydująco na ustalenie szeregu kryteriów oceny jakości powierzchni. Jako podstawowe należy wymienić:

a) odporność na działanie czynników mechanicznych, jak nacisk powierzchniowy, wytrzymałość statyczną i zmęczeniową, wpływ wielkości karbu.

b) Odporność na ścieranie powierzchni współpracujących przesuwnie, suwliwie, tocznie.

c) Odporność na działanie erozji powierzchniowej.

d) Odporność na działanie korozji podpowierzchniowej.

e) Wygodę używania, zmniejszenie szorstkości w dotyku.

f) Łatwość usuwania zanieczyszczeń.

g) Podatność na podniesienie sprawności technicznej, w szczególności przez regulowanie wielkości oporów tarcia.

h) Przydatność dla wzmożenia estetyki wyglądu, w szczególności przez nakładanie warstwy ochronnej, jak galwaniczne, lakiery bezbarwne, utlenianie dekoracyjne i ochronne.

Wśród elementów powierzchniowych, od których zależy osiąganie żądanej jakości, uważa się za podstawowe:

1) głębokość powierzchniowych żłobków fal;

2) kształt powierzchniowych żłobków fal;

3) długość linii styku oraz wielkość powierzchni przylegania.

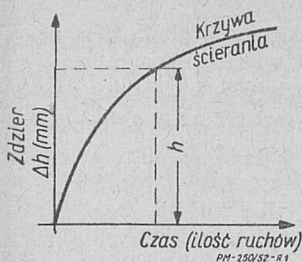
Dokładność przylegania powierzchni współpracujących wzrasta w zależności od ilości punktów przylegania, tzw. linii lub *powierzchni nośnej*.

Strukturę powierzchni przyjęto ogólnie badać na przekrojach prostopadłych i skośnych utrwalanych zazwyczaj na wykresach lub fotografiach — *p r o f i l a c h* powierzchni.

Zagadnieniem i techniką otrzymywania dokładnych profilogramów powierzchni zajęło się wielu badaczy i konstruktorów instrumentów pomiarowych. Wśród pracowników polskiej nauki i techniki warsztatowej znaczny sukces osiągnął prof. dr inż. W. Biernawski (optyczny gładkościomierz W. B. 4).

Czynniki fizyczne, powodujące dążenie do osiągania wysokiej gładkości i powierzchni maszynowych elementów były wielokrotnie omawiane w cytowanej literaturze (zob. spis). Przytoczymy niektóre, bliżej związane z dalszymi rozważaniami. Na rys. 1 podano przebieg ścierania się powierzchni metali współpracujących suwliwie.

Wśród zjawisk powierzchniowych, zmniejszających wytrzymałość i odporność tworzywa, czołowe miejsce przypisuje się procesom wywołującym rozluźnianie się struktury kryształów, zanikanie spoiwa. Szczególnie głębsze rysy ułatwiają korozję anodową powierzchni oraz w podwyższonych temperaturach korozję tlenową i penetrację gazów.



Rys. 1. Krzywa ścierania powierzchni metali współpracujących suwliwie.

Towarzyszące tym procesom fizyko-chemicznym zjawisko karbu powierzchniowego, skupiającego przyrosty naprężeń mechanicznych przy jednoczesnym zmniejszeniu przekrojów prowadzi zbyt często do zniszczenia kosztownych maszyn.

Nierówności, obserwowane na powierzchni, posiadają podwójny charakter:

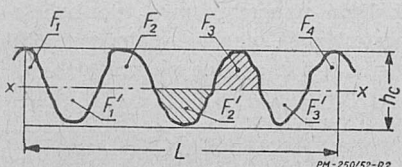
1. Odchylenia od założonego kształtu geometrycznego, nazywane *falistością*;
2. Brak gładkości fali, mikronierówność, nazywana *chropowatością* powierzchni.

Odchylenia od zamierzonego kształtu są przeważnie wynikiem niedoskonałości urządzeń wytwórczych, w szczególności obrabiarek (uginanie się wrzecion i łożysk, prowadnic, imaków narzędziowych).

Chropowatość, wchodząca w zakres mikrostruktury powierzchni, jest wynikiem metody obróbki i stanu ostrza oraz wpływu czynników zewnętrznych w czasie użytkowania.

2. Jednostki miary, parametry chropowatości powierzchni

Prawidłową ocenę jakości powierzchni, właściwe uszeregowanie klas i stopni gładkości nie można należycie rozwiązać bez prawidłowego doboru jednostki pomiarowej oraz podstawowego parametru gładkości. W wyniku wieloletnich badań profilogramów powierzchni obrabianych wiórowo znormalizowano w państwach przodujących technicznie metody oceny i pomiaru chropowatości powierzchni i falistości.



Rys. 2. Wyznaczenie linii środkowej profilu. Suma splanimetrowanych pól na założonej długości profilu L .

Za podstawę przyjętych już norm gładkości powierzchni w ZSRR, w USA, W. Brytanii posłużyły rozważania natury geometrycznej. Profil zostaje podzielony linią, nazywaną *linią środkową profilu powierzchni*, w ten sposób, aby zachodziła równość pól powierzchni nad i pod tą linią odniesienia (rys. 2).

$F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = F'_1 + F'_2 + F'_3 + \dots + F'_m$
czyli

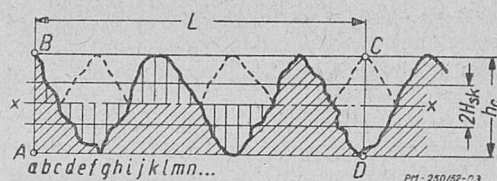
$$\Sigma F = \Sigma F' \quad [1]$$

Na podstawie wypośrodkowanej wg wzoru [1] środkowej linii profilu wyznacza się poszukiwaną wielkość chropowatości powierzchni (rys. 3).

Za podstawowy parametr chropowatości normy USA oraz ZSRR (Gost-2789/45)¹⁾ przyjęły *średnią kwadratową wysokość profilu*:

$$H_{sk} = \sqrt{\frac{a^2 + b^2 + c^2 + \dots + m^2 + n^2}{n}} = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l y^2 \cdot dl} \quad [2]$$

¹⁾ Nowa norma G.O.S.T. 2789—51 wprowadza obok dotychczasowego parametru podstawowego H_{sk} — parametr H_{gr} — średniej wysokości mikronierówności, [16].



Rys. 3. Wyznaczenie przeciętnej i średniej kwadratowej wysokości profilu powierzchni

Również używa się (Anglia) średniej arytmetycznej wysokości profilu tzw. *przeciętnej wysokości profilu* H_p

$$H_p = \frac{|a| + |b| + |c| + \dots + |n| + |m|}{n} = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l |y| \cdot dl} \quad [3]$$

gdzie n oznacza ilość rzędnych.

Przyjmuje się, że $H_p \approx H_{sk}$.

Obok parametru H_{sk} , ew. H_p znajduje powszechne zastosowanie łatwiejszy do wyznaczenia parametr chropowatości

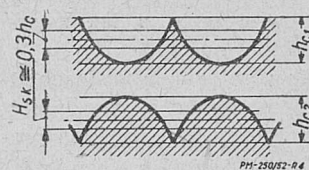
$$H = h_c = AB \text{ (rys. 5),}$$

nazywany *wysokością profilu*.

Całkowita wysokość profilu powierzchni „H” w większości norm nosiła charakter pomocniczy. Dla powierzchni po obróbce wiórowej przyjmuje się [3].

$$H_{sk} = (0,25 \div 0,35) \cdot H$$

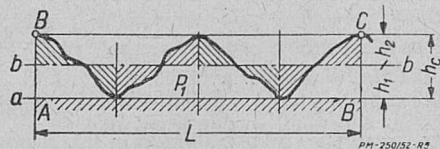
Ścisłość oceny jakości powierzchni parametrem średniej wysokości profilu słusznie kwestionuje prof. W. Biernawski i inż. A. Sadowski [2] w ich projekcie polskiej normy gładkości powierzchni, zestawiając dwa profile powierzchni o równych średnich i całkowitych wysokościach profilu (rys. 4).



Rys. 4. Porównanie jakości powierzchni o równych parametrach geometrycznych [3]; [2] $h_{c1} = h_{c2}$

Wydaje się bezsporne, że przytoczone profile przedstawiają zupełnie inną jakość z punktu widzenia działania „karbu”, odporności na ścieranie, zdolności przenoszenia nacisków, zdolności do antykorozyjnej pasywacji powierzchniowej, działania szorstkości w użytkowaniu, możliwości wyprowadzenia połysku.

Na podstawie powyższego staje się zrozumiała tendencja różnych badaczy wprowadzenia dodatkowych „współczynników kształtu” powierzchni dla scharakteryzowania różnic charakteru struktury powierzchni.



Rys. 5. Wyznaczenie średnich wysokości h_1 i h_2

Za dodatkową miarę gładkości mogą służyć stosunki $H_{sk} : H$ lub $H_p : H$. Na rys. 5 przedstawiono odmienną metodę określenia charakteru i jakości powierzchni w oparciu o tzw. *współczynnik kształtu*.

Oznaczenia: pole prostokąta opisanego ABCD — P , pole prostokąta równoważnego polu odcinka profilu — P_1 ,

linia aa — styczna do dolin profilu.

Po splanimetrowaniu pola powierzchni czynnej P_1 na założonym odcinku L profilu otrzymuje się średnią wysokość h_1

$$h_1 = h_c \cdot \frac{P_1}{P} \quad [4]$$

oraz parametr profilu G . Schmaltza (stopień wypełnienia profilu)

$$F_1 = \frac{h_1}{h_c},$$

ewentualnie parametr kształtu profilu Nicolau (gdy BC równoległa do linii podstaw AD).

$$F_2 = \frac{h_2}{h_c}.$$

Metoda wyznaczenia parametrów kształtu profilu G . Schmaltza odpowiada technologicznie procesowi zagładzania nierówności powierzchniowych drogą wtłoczenia w puste pola części wierzchołkowych profilu.

Za „bazę” pomiarową służy linia $a-a$, którą nazwiemy linią podstawową.

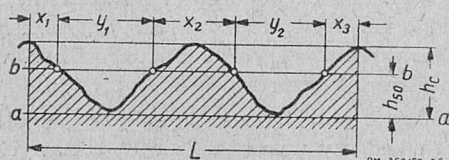
Autorowi niniejszych rozważań powierzono w latach 1934/35 opracowanie projektu normy gładkości powierzchni po obróbce skrawaniem dla potrzeb wytwórni zespołu Pwu [10].

W trakcie badań chropowatości i faliści typowych powierzchni, otrzymywanych przeciętnie drogą obróbki skrawaniem ($h_c = 100$ do 1 mikrona) na podstawie pomiarów profilografem mechanicznym inż. Głotza i zdjęć metalograficznych, skrytykowała się idea jednostki miary chropowatości powierzchni w oparciu o tak zwaną 50%-procentową linię (powierzchnię) nośną.

Na badanym odcinku profilu zostaje wprowadzona linia równoległa do linii podstawowej $a-a$ w ten sposób, aby uzyskać równość odcinków „nośnych” i wolnych profilu (rys. 6).

$$X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n \quad [5]$$

Linia $b-b$ została nazwana linią 50% powierzchni nośnej, a następnie „50% linią nośną”.



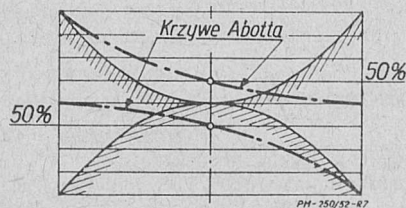
Rys. 6. Wyznaczenie 50% linii nośnej oraz wysokości nośnej profilu h_{50}

Do rozwinięcia rozważań na temat wysokości nośnej profilu „ h_{50} ” powrócę po omówieniu projektu normy gładkości powierzchni opracowanego pod kierunkiem prof. W. Biernawskiego w r. 1949 na terenie JON przez inż. A. Sadowskiego [2].

Autorzy projektu w poszukiwaniu za właściwą jednostką oceny chropowatości proponują, aby dla „powierzchni swobodnych” parametrem była wysokość maksymalna nierówności H , zaś dla powierzchni współpracujących dowolna wielkość, charakteryzująca funkcję Abotta. Na rysunku 7 podają sposób wykreślenia krzywej Abotta dla profilu wklęsłego i wypukłego wg pracy wymienionej [2].

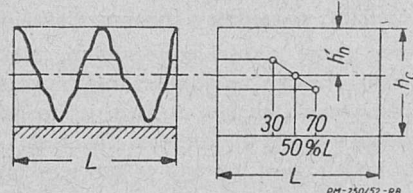
Przytaczam dosłowny tekst definicji wysokości nośnej profilu w oparciu o funkcję Abotta:

„Na wielkość tę proponujemy odległość 50% powierzchni nośnej profilu od linii wierzchołkowej, przyjmując dla niej oznaczenie h_n . Wartość h_n określimy z dostateczną dokładnością w sposób podany na rys. 3 — [2].



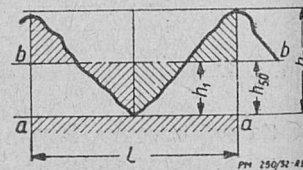
Rys. 7. Krzywe nośności profilu wg Abotta.

Po ustaleniu prostej wierzchołkowej, wyznaczonej dwoma najwyższymi punktami profilu przecinamy go 2 liniami równoległymi tak dobranymi, by suma odcinków nośnych profilu, wyznaczonych prostą wyższą, leżała w granicach 0,3 do 0,5 L , a suma odcinków nośnych, wyznaczonych prostą niższą, leżała w granicach 0,5 do 0,7 L . Po naniesieniu na wykres sumy odcinków nośnych dla obu odciętych, wyznaczamy interpolacyjnie położenie prostej warstwicowej, odpowiadającej 50% powierzchni nośnej i mierzymy jej odległość od prostej wierzchołkowej, określając w ten sposób przybliżoną wartość h'_n (rys. 8).



Rys. 8. Wyznaczenie h'_n dla 50% linii nośnej profilu

Nasze definicje położenia 50% powierzchni nośnej są różne, gdyż linia wierzchołkowa nie będzie równoległa do linii podstawowej, chociaż położenie 50% linii nośnej praktycznie będzie zgodne na krótkich odcinkach profilu.



Rys. 9. Zgodność średniej wysokości h_n i wysokości nośnej h_{50} dla profilu trójkątnego równoramienne.

Zgodnie z rys. 9 średnie wysokości profilu h'_n oraz wysokości nośnej profilu h_{50} dają wyniki równoważne w przypadkach szczególnych równości (nad i pod linią $b-b$) — pół czynnych i wolnych.

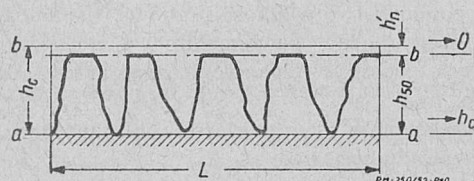
Na wybór h_{50} jako podstawowego parametru oceny jakości pow. wpłynęły obok kryteriów fizyko-chemicznych następujące obserwacje warsztatowe:

- 1) szybki wzrost powierzchni nośnej w początkowym okresie docierania powierzchni współpracujących (rys. 1).
- 2) Zanikanie wierzchołków fal przy wykańczaniu, docieraniu spasowanych części, wciskaniu.
- 3) Główne zainteresowanie częścią dolną profilu ze względu na rysy i szczeliny, skupienie naprężeń u dna „karbu”, korozję.

Poza często mniejszą uchwytnością linii wierzchołkowej na profilogramach (rozproszenie światła, wierzchołki ścięte igłą pomiarową) zachodziły często trudności pow-

tórzenia pomiaru po przekazaniu przedmiotu na operacje wykańczające.

- 4) Przeciwno przyjęciu h_n' , jako podstawy pomiarowej i oceny chropowatości powierzchni przemawia istnienie znacznej liczby profilów, dla których h_n' jest bliskie zera, choć jakość tych powierzchni pozostawia bardzo wiele do życzenia (rys. 10). Profil powierzchni obrabianych „czołowo“, docierająco z głębokimi bruzdami od wykruszonego ziarna ścierniwa lub utwardzonego wióra.



Rys. 10. Porównanie wysokości nośnych profilu h_n' i h_{50}

Malejący wymiar wysokości nośnej profilu h_{50} jest równoznaczny ze wzrostem wielkości powierzchni nośnej, zmniejszeniem ścieralności powierzchni współpracujących, zmniejszeniem korozji anodowej oraz działania karbu.

Dla powierzchni dogładzonych po toczeniu, frezowaniu frezem walcowym itp. o płaskim profilu — h_{50} mało różni się od H : $h_{50} \approx H$.

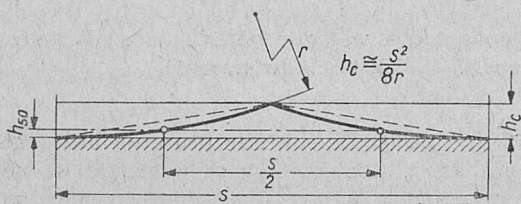
Współczynniki kształtu

$$F_k = h_{50} : h_c, \quad h_c \geq H^2)$$

w przybliżeniu wynoszą:

- a) dla powierzchni toczonej o promieniu ostrza r i posuwie s

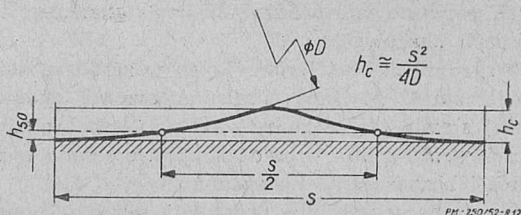
$$F_k = 0,3 - 0,4 \quad (s = r; \quad r = 10 s), \quad (\text{rys. 11}).$$



Rys. 11. Dla powierzchni toczonej o promieniu ostrza r i posuwie s :
 $F_k = 0,3 - 0,4 \quad (s = r; \quad r = 10 s).$

- b) dla pow. frezowanych walcowo średnią D i posuwem s mm $F_k \approx 0,35$ (rys. 12).

Reasumując powyższe rozważania należałoby wnioskować, że odległość 50% linii nośnej profilu od linii podstawowej nazwana wysokością nośną profilu, symbol h_{50} , odpowiada najlepiej warunkom podstawowego parametru (jednostki oceny) chropowatości powierzchni.



Rys. 12. Dla pow. frezowanych walcowo średnią D i posuwem s mm
 $F_k \approx 0,35.$

Poza podstawowym parametrem h_{50} należy przyjąć pomocniczy parametr H odpowiadający przeciętnej całkowitej wysokości profilu, przy czym H różni się od $(H)_{max}$ odpowiadającego wyjątkowym wychyleniom — wyrwom na powierzchni.

²⁾ h_c — całkowita teoretyczna wysokość profilu obliczana z wzorów.

3. Współczynniki kształtu profilów powierzchni

Dla porównania chropowatości różnych powierzchni otrzymywanych nawet różnymi metodami obróbkowymi, trzeba wprowadzić poza parametrem podstawowym współczynniki kształtu, posługując się dodatkowo całkowitą wysokością profilu.

Założenie: Różne powierzchnie są tej samej jakości, jeżeli posiadają równe parametry podstawowe i równe współczynniki kształtu.

$$a) \quad h'_{50} = h''_{50} = \dots = h^n_{50} \quad [5]$$

$$b) \quad \frac{h'_{50}}{h'_c} = \frac{h''_{50}}{h''_c} = \dots = \frac{h^n_{50}}{h^n_c} = F_k \quad [6]$$

Dla wykazania skuteczności oceny chropowatości przy pomocy wysokości nośnej profilu h_{50} w tabeli I zestawiono wyniki dla wyżej omawianych parametrów i współczynników kształtu, i typowych geometrycznych profilów o tej samej całkowitej wysokości $h_c = H$.

Profile o niskiej wysokości nośnej profilu h_{50} traktujemy jako łatwe dla wstępnego dotarcia ewentualnie wygładzenia.

TABELA I

Współczynniki kształtu				profil	Ocena jakości pow. na podstawie wzoru [5] i [6]
$\frac{h_{50}}{h_c}$	$\frac{h'_i}{h'_c}$	$\frac{h_n}{h_c}$	$\frac{h_{50}}{h_c}$		
0,3	0,215	0,75	0,25		dobra
0,3	0,785	0,25	0,75		zła
0,35	0,5	5	0,5		średnia (+)
0,29	0,5	0,5	0,5		średnia (—)
0,5	0,5	0,0	1,0		zła

Z tabeli I widzimy, że przyjęty w normach USA i Anglii oraz w ZSRR podstawowy parametr chropowatości — średnia kwadratowa wysokość profilu H (lub przeciętna wysokość profilu H) daje dla profilów powierzchni o zupełnie różnym charakterze i jakości prawie te same współczynniki kształtu.

Stąd powierzchnie o zupełnie odmiennych wytrzymałościach na nacisk, ścieranie, działanie karbu, erozji i korozji powierzchniowej oraz podatności na dogładzanie są na podstawie tych norm fałszywie określane jako identyczne.

4. Czynniki technologiczne

Rozważania teoretyczne, wskazujące na ujemne oddziaływanie części wierzchołkowej profilu, wzmocniły obserwowane w praktyce warsztatowej tendencje do zaczyszczania szczególnie powierzchni toczonej.

Z reguły powierzchnie spod „noża“ są gładzone pilnikiem lub szmerglem na płótnie; powierzchnie gładze — drewnem bukowym i pastą szmerglową (gwinty).

W produkcji zautomatyzowanej stosuje się dogładzanie części drobnych „bębnowaniem“, zaś części większych i nieforemnych — piaskowaniem, przycieraniem ręcznym i mechanicznym (szlifierki — polerki ręczne). Również dogładzanie powierzchni osiągane są w racjonalnych metodach kucia, walcowania, wytłaczania przez staranne polerowanie powierzchni narzędzi.

Metody szybkościowego skrawania metali dają powierzchnie gładze w wyniku ścinania kryształów two-

rzywa zamiast wyrywania z powierzchni, obserwowanego na profilach po obróbce małymi szybkościami. Niewielki dodatek ołowiu ułatwia zacieranie wyrw powierzchniowych, dając powierzchnie błyszczące po obróbce³⁾.

Szlifowanie połączone z wypadaniem ziarn ścierniwa musi prowadzić, mimo dużej gładkości przeciętnej, do miejscowych wyrw i znacznie głębszych bruzd (karby). Znałe metody równania i utwardzania powierzchni rolowaniem, wywołujące spęczanie materiału i zawijanie „fal“ do części dolnych profilu, w wyniku powodują często łuszczenie powierzchni po wstępnym okresie docierania.

Odpowiedniejsze wydaje się wgniatanie i utwardzanie powierzchniowe metodą „śrutowania“ — uderzania śrutem kulistym o znacznej energii kinetycznej (uprzednim doglądaniem wstępnym wierzchołków).

Należy podkreślić znaczenie praktyczne spostrzeżeń [8], że usiłowania zmniejszenia chropowatości powierzchni współpracujących wtedy prowadzą do wyników dodatnich, jeśli jednocześnie zostaje osiągnięta wyższa dokładność kształtu geometrycznego.

5. Norma dokładności wykonania powierzchni skrobanych

Istniejąca norma dokładności wykonania powierzchni skrobanych (PN/M-04250) określa klasę dokładności wykonania powierzchni ilością plamek w polu kwadratu 25×25 mm. Zakłada się, że miernikiem gładkości jest wielkość powierzchni przylegania (— nośnej) na polu $F = 6,25 \text{ mm}^2$ (rys. 13).

Staje się widoczne, że dokładniejszy obraz dokładności wykonania powierzchni

skrobanych można osiągnąć przez wyznaczenie obok ilości „pól“ — punktów przylegania wysokości nośnej profilu w przekrojach prostokątnych, $x-x$ oraz $y-y$ (rys. 13).

Przez docieranie i jednocześnie skrobanie parametry h_{x-50} , h_{y-50} lub ich średnia

$$h_{50} = \frac{h_x + h_y}{2}, \quad [7]$$

maleją, wzrasta ilość punktów przylegania, a zatem klasa dokładności wykończenia. Niemniej dopiero pomiar wysokości nośnej profilu h_{50} precyzuje wielkość wyżłobień i stopień gładkości warstwy powierzchniowej.

Do pomiaru wielkości powierzchni przylegania został zbudowany jeszcze przed rokiem 1939 aparat *Dreyhaupt-Mechau*. Pole styku pryzmy pomiarowej w odbitej wiązce świetlnej występuje w mikroskopie *Dreyhaupta* jako plama przyciemniona.

Do pomiaru wysokości nośnej profilu h_{50} nadają się tak gładkościomierze optyczne (WB 4, *Linnik*), jak i profilografy igielkowe, odwzorowujące stykowo profil po-

wierzchni przesuwaną igłą (stal, szafir, diament) o promieniu zaokrąglenia ostrza $r_1 = 10 \mu$ (przrządy warsztatowe); $r_2 = 2 \mu$ (przrz. labor.).

6. Normalizacja gładkości powierzchni (wytyczne projektu autora 1935/38)

Klasyfikację gładkości powierzchni w projekcie autora normy PWU — 1935/38⁴⁾ oparto na następujących wytycznych:

1) jednostką miary — parametrem gładkości (chropowatości) powinna być wielkość liczbowa, fizykalna, przydatna do oceny każdej powierzchni w świetle wymogów doskonalenia procesów technologicznych, łatwa do mierzenia (np. h_{50}).

2) Uszeregowanie grup i klas — tolerancyjne, analogiczne do układu pasowań.

3) Rozróżnianie obecnie stosowanych procesów obróbkowych w normie nie jest potrzebne.

4) Powierzchnie są tej samej jakości, jeżeli posiadają równe parametry podstawowe i stosunki kształtu:

$$h'_{50} = h''_{50} \\ h'_{50} : h'_c = h''_{50} : h''_c$$

5) Ze względu na ówczesne potrzeby i zwięzłość układu przyjęto sześć grup gładkości wykończenia powierzchni:

nazwa	surowe	zgrubne	półgładkie	gładkie	b. gładkie	lustrzane
symbol	~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽	▲
$h_{50} (\mu)$	$100 \div 20$	$100 \div 20$	$20 \div 1,5$	$1,5 \div 0,1$	$0,1 \div 0,01$	$< 0,01$

6) Dopuszczalna wielkość odchylenia od kształtu geometrycznego, tj. falistość powierzchni.

$$H_f \leq 5 h_{50}$$

7) Wzorce gładkości powinny oznaczać dolną granicę grupy ew. klasy. Konieczne są ze względów na wygodę porównywania dwa wzorce dla każdego stopnia: wzorce o liniach równoległych prostych oraz o liniach krzywych (łuki, np. frezowane, szlifowane „czołem“).

Wzorce grupy zgrubnej, półgładkiej i gładkiej muszą być zabezpieczone od korozji (galwanicznie).

8) Symbole klas gładkości należy na rysunkach umieszczać umownie [symbole p. 5].

Przechodząc do zastosowań fabrycznych normy gładkości należy przestrzegać następujących wytycznych:

1) Na rysunkach konstrukcyjnych o wymiarach tolerowanych powinno wprowadzać się znak gładkości tylko w miejscach „bazowych“.

2) Na rysunkach beztolerancyjnych w zasadzie wszystkie powierzchnie powinny posiadać symbol gładkości. Zazwyczaj stawia się w rogu rysunku symbol gładkości większości powierzchni, oznaczając powierzchnie o wyższej jakości bezpośrednio na rysunku.

3) Plany operacyjne dla produkcji seryjnej powinny zawierać wszystkie wymiary tolerowane, zaś powierzchnie ocechowane symbolem gładkości w zasadzie prostopadle do przebiegu fal powierzchniowych.

4) Wykończenie krawędzi tnącej narzędzi o 1 klasę wyższe niż klasa gładkości obrabianego przedmiotu (założono 6 klas gładkości powierzchni).

(c. d. n.)

³⁾ Nowe metody skrawania w podwyższonych temperaturach pozwalają również osiągać znacznie wygładzone ($H_{sr} \ll h_c$), błyszczące powierzchnie przy dotychczasowych parametrach skrawania (zobacz Prz. Mch. Nr. 5/1952, str. 133; *Mgr inż. Rytwiński* — Skrawanie metali w temperaturach podwyższonych).

⁴⁾ Wykonano komplet wzorców [10] dla dolnych granic klas gładkości.

Ustalenie programu produkcyjnego zakładu przemysłowego

658.51

Mgr inż. TADEUSZ PIETRZKIEWICZ

Program produkcyjny zakładu przemysłowego wynika z państwowych planów gospodarczych, które precyzują zapotrzebowanie wyrobu. Plany te określają zwykle łączne zapotrzebowanie danego wyrobu stanowiące bilans potrzeb gospodarczych kraju w tej dziedzinie. Tak ustalony program produkcyjny stanowi podstawę, na której opracowywane są dokładniej plany produkcyjne poszczególnych zakładów przemysłowych wykonujących dany wyrób lub jego części.

Artykuł niniejszy omawia podstawowe zagadnienie, jakim jest program produkcyjny projektowanego zakładu. Omówiono: 1) Program szczegółowy oraz jego poszczególne czynniki, jak rodzaj wyrobu i jego konstrukcja, roczna ilość wyrobu, przebieg produkcji, kooperacja; 2) program zastępczy; 3) program wskaźnikowy.

Tok opracowania programu produkcyjnego zależy od charakteru produkcji, jej wielkości oraz stanu danej gałęzi przemysłu krajowego. Przy gospodarce planowej każdy zakład przemysłowy powinien mieć program harmonijnie łączący się z zadaniami produkcyjnymi współpracujących z nim zakładów danej gałęzi przemysłu. Z tego względu opracowanie programu produkcyjnego dużego zakładu przemysłowego łączy się zwykle z koniecznością przeprowadzenia analizy całej gałęzi przemysłu współpracującego.

Tego rodzaju analizę wykonuje się zwykle na szczeblu ministerstwa lub centralnego zarządu, ponieważ instytucje te dysponują danymi dla całej gałęzi przemysłu. Prócz tego najczęściej konieczne jest uzgodnienie zagadnień materiałowych, oraz kooperacji z innymi gałęziami przemysłu. Prace nad ustaleniem programu produkcyjnego odbywają się zwykle z udziałem biura projektów, szczególnie jeżeli chodzi o nowy zakład przemysłowy.

Przy analizie programu produkcyjnego, jako kryterium stosuje się względy ekonomiczne, tj. dążenie do uzyskania minimalnego kosztu jednostkowego wyrobu.

Ostateczny program produkcyjny nie „rodzi się” od razu, lecz powstaje stopniowo w trakcie opracowania projektu. Ostateczną swoją postać uzyskuje zwykle w projekcie technicznym. Należy jednak podkreślić, że ta ostateczna forma nie jest zawsze identyczna.

W projektowaniu procesu produkcyjnego rozróżniamy następujące formy programu:

- I. Program szczegółowy
- II. Program zastępczy
- III. Program wskaźnikowy.

Omówimy pokrótce każdą z tych form.

I. Program szczegółowy

Program produkcyjny jest w tym przypadku dokładnie określony pod względem asortymentu oraz ilości dla każdego wyrobu i jego części wykonywanych przez zakład, jak również znany jest dokładnie przebieg wykonania wyrobu i części przez poszczególne wydziały zakładu. Ścisłe określone są również części dostarczane w ramach kooperacji. Tego rodzaju program pozwala na dokładne określenie ilości i rodzaju urządzeń oraz sposobu ich rozplanowania. Z tego względu przy projektowaniu produkcji wielkoseryjnej i masowej, której racjonalne wykonanie jest niemożliwe bez odpowiedniego ugrupowania stanowisk pracy, konieczne jest ustalenie szczegółowego programu.

Projektowanie w oparciu o program szczegółowy stosuje się w następujących przypadkach:

- a) przy produkcji o niewielkim lub średnim asorty-

mentie. Do tej grupy należy również zwykle produkcja wielkoseryjna i masowa.

- b) przy projektowaniu dużych zakładów, których roczna pracochłonność i koszt własny produkcji jest duży. Wynika to z dążenia do utrzymania ekonomicznej proporcji między kosztem prac projektowych, a kosztem własnym rocznej produkcji zakładu.

- c) Na szczeblu projektu technicznego, gdy konieczne jest ścisłe ustalenie specyfikacji urządzeń i wynikających z tego innych części projektu.

Omówimy tutaj bliżej sposób ustalenia programu szczegółowego, który posiada największe znaczenie w projektowaniu.

Jako program szczegółowy rozumiemy zespół wszystkich czynników jakie charakteryzują następujące pojęcia:

- 1) rodzaj wyrobu i jego konstrukcja
- 2) roczna ilość wyrobu
- 3) przebieg wykonania części przez wydziały zakładu
- 4) kooperacja.

Każde z tych pojęć wymaga bliższego omówienia.

1. Rodzaj wyrobu i jego konstrukcja

Punktem wyjścia przy określaniu programu produkcyjnego są szczegółowe dane o konstrukcji wyrobu. Pełny pogląd o tym dają:

- a) rysunki konstrukcyjne zespołów i części,
- b) specyfikacja materiałowa,
- c) warunki techniczne wykonania i odbioru.

Rysunki konstrukcyjne określają jednoznacznie kształt przedmiotu, jego wymiary, wymaganą dokładność, niektóre szczegóły określające sposób wykonania (np. wykończenie powierzchni) oraz dane materiałowe. W szczególnych przypadkach, gdy nie wystarczają wymienione dane stosuje się dodatkowo wzorce części lub ich fotografie.

Specyfikacja materiałowa podaje bliższe dane o rodzaju materiału, półfabrykatu, wymiarach materiału wyjściowego, których nie można umieścić w tabliczce rysunkowej ze względu na brak miejsca. Specyfikację uzupełnia się poza tym często rysunkami uproszczonymi, zespołów lub części, wykonanymi w mniejszej skali. Ułatwia to posługiwanie się specyfikacją w celu wyszukania żądanych części w przypadku dużego asortymentu, który nie pozwala na zapamiętanie części jedynie na podstawie nazwy lub symbolu.

Warunki techniczne produkcji oraz odbioru mogą zawierać opis wymaganych właściwości, działania lub kontroli wyrobu. Często warunki techniczne narzucają nawet określoną metodę produkcji na podstawie doświadczenia.

Asortyment produkcji może być określony z góry programem produkcji lub może być pozostawiony w pewnym stopniu do decyzji opracowującego proces produkcyjny zakładu przemysłowego. Zagadnienie to jest rozwiązywane przy opracowywaniu zakresu kooperacji pod kątem widzenia ekonomiczności produkcji części we własnym zakresie w projektowanym zakładzie.

2. Ilość wyrobu

Jednym z zasadniczych czynników wpływających na wybór metod produkcyjnych oraz decydujących o ilości potrzebnych maszyn, jest ilość wyrobu, jaką wg założeń programowych ma wykonać zakład w ciągu określonego czasokresu (np.: rocznego lub dziennego).

Aby uzyskać dokładne dane o ilości wyrobu należy zestawzić następujące dane w formie tablic:

1. wykaz wyrobów produkowanych przez projektowany wydział lub zakład. Wykaz ten możemy zestawzić w tablicy, podając zasadnicze dane charakteryzujące program, a więc l.p., nazwę wyrobu, symbol wyrobu, ilość kompletów rocznie, dostawcę, uwagi.

2. Specyfikacja zespołów, podzespołów i części, oraz dane o materiale z jakiego są wykonane poszczególne części. Specyfikację łączymy zwykle z wykazem przebiegu części przez wydziały zakładu. Przykład takiej specyfikacji pokazany jest w postaci tablicy I.

Tablica I stanowi podstawowy dokument do obliczenia programu produkcyjnego zakładu i poszczególnych jego wydziałów. Wzór w postaci tablicy I jest jedynie jednym z przykładów systemu, jakim można podać wymagane informacje. W poszczególnych przypadkach tablica wymaga uzupełnienia dodatkowymi rubrykami lub skreślenia niewykorzystanych. Np. gdy opracowujemy technologię wyrobu bardziej złożonego o większej liczbie zespołów montażowych, okazało się celowe rozbudowanie rubryki „Nr zespołu” na kilka grup (np. grupa montażowa, podgrupa, zespół, podzespół itd.). Specyfikacja zestawiona w ten sposób jest również podstawą dla obliczeń dotyczących magazynów oraz transportu wewnętrznego.

Na tej specyfikacji podajemy również dane o częściach lub zespołach przewidywanych do kooperacji. Obliczenie ilości sztuk poszczególnych części lub zespołów wymaga uwzględnienia:

a) ilości sztuk wchodzących w skład jednego kompletnego wyrobu,

Tablica I. Przykład specyfikacji części i zespołów wyrobu

Wykonat		Data		Sprawdził		Data		Materiał															Zakład		Wydział		Budynek		Ark.		Ark.		Uwagi													
Specyfikacja		Ilość sztuk		Nazwa		Rodzaj		Gabaryt w mm		Ciężar w kg		Rocznie t		Magazyń główny		Olewnia żeliwa		Olewnia aluminium		Kuznia		Wydział mechan. A		Wydział mechan. B		Wydział mechan. C		Wydział mechan. D		Tłocznia		Obróbka cieplna		Montaż I		Montaż II		Stacja prób		Magazyń części gotowych		Eksperymenty		Magazyń wyrob. gotowych		
Grupa	Podgrupa	Zespół	Podzespół	Część	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45		
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	4						

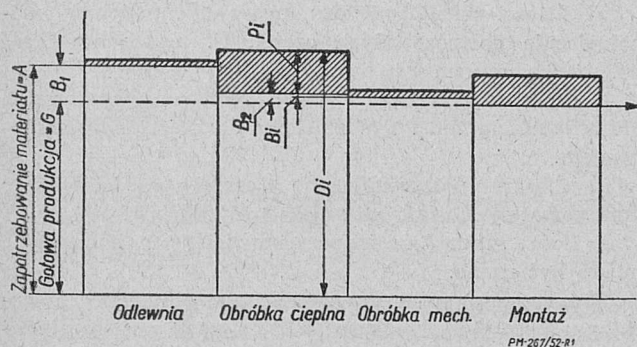
b) ilości wyrobów produkowanej w określonym czasie, np. jednego roku z uwzględnieniem części zamiennych.

c) ilości braków i poprawek.

Pierwsze dwa rodzaje danych są zwykle określone z góry przez założenia programowe. W pewnych przypadkach projektujący proces technologiczny może proponować zmianę ilości produkowanych części z punktu widzenia ekonomiczności wyrobu i obniżenia jednostkowego kosztu wyrobu. Wnioski te wynikają zwykle z analizy obciążenia stanowisk pracy.

Braki występują w dobrze zorganizowanej produkcji głównie przy wykonywaniu półfabrykatów (np. odlewy i odkuwki), gdzie przyczyna powstawania braków jest w małym jedynie stopniu zależna od pracownika. W wydziałach mechanicznych lub montażu % braków jest nieznaczny.

Poprawką nazywamy operację, której wykonanie pozwala na przywrócenie wymaganych wymiarów lub właściwości przedmiotu.



Rys. 1.

Aby obliczyć program produkcyjny, należy uwzględnić zarówno braki jak i poprawki. Na rys. 1 podajemy schemat zależności programu produkcyjnego poszczególnych wydziałów zakładu zależnie od ilości braków i poprawek.

Oznaczając przez:

G — ilość gotowej produkcji zakładu w odniesieniu do danej części;

A — zapotrzebowanie ilości sztuk materiału wyjściowego (przed pierwszym wydziałem produkcyjnym);

B_1 — łączny procent braków dla wszystkich wydziałów zakładu;

D_1 — całkowitą liczbę operacji jaka musi być wykonana na danym wydziale nad danym przedmiotem w ciągu ustalonego czasu;

B_i — ilość braków występujących na danym wydziale;

B_2 — ilość braków jakie występują na innych wydziałach wykonujących obróbkę po analizowanym;

P_i — ilość poprawek jakie są konieczne na danym wydziale

program danego wydziału produkcyjnego obliczamy (np. obróbki cieplnej) ze wzoru:

$$D_i = G + B_i + B_2 + P_i \quad [1]$$

Wzór [1] jest uproszczony, ponieważ w rzeczywistości liczba przedmiotów obrabianych na danym wydziale w miarę wykonywania ulega stopniowemu zmniejszaniu się na skutek braków. Z tego względu przy produkcji wielkoseryjnej lub masowej, szczególnie jeżeli mamy do czynienia z produkcją potokową należy uwzględnić rze-

czywiste ilości części podlegające obróbce. Zwykle przyjmuje się, że liczby te ulegają zmniejszaniu się po każdym punkcie kontrolnym.

Powyższe rozumowanie dotyczące obliczenia programu ma zastosowanie przy projektowaniu wydziałów związanych z produkcją półfabrykatów, natomiast dla obliczenia wydziałów mechanicznych zwykle przyjmujemy, że procent braków mieści się w błędzie popełnianym przy kalkulacji czasu i wobec tego wpływ ilości braków można w pierwszym przybliżeniu tutaj pominąć.

Ilość materiału wyjściowego, jaką należy wydać na pierwszy z wydziałów produkcyjnych z uwzględnieniem ogólnego procentu braków obliczamy ze wzoru:

$$A = G + B_1.$$

Ilość ta jest również podstawą dla obliczenia transportu materiału wyjściowego.

3. Schemat przebiegu wykonania części przez zakład

Na początku opracowania programu produkcyjnego zakładu przemysłowego należy zdecydować jego organizację, a przede wszystkim podział wykonania poszczególnych części i zespołów między wydziały produkcyjne. O ile produkcja opracowywana przez projektującego jest znana, to taki podział może być wykonany dokładnie i ostatecznie. Przy projektowaniu natomiast nowej, nieopanowanej w kraju produkcji jest niekiedy konieczne przeprowadzenie korekty przydziału części do wydziałów wykonujących po przeprowadzeniu wstępnej kalkulacji i stwierdzeniu błędów w pierwotnie założonym schemacie przebiegu części.

Przy ustalaniu schematu przebiegu przedmiotu przez poszczególne wydziały można się kierować następującymi względami:

a) dokonywać przydziału części do wydziałów produkcyjnych kierując się typem maszyn, na których mają być wykonywane.

b) Przydzielić części do gniazd lub wydziałów wg tzw. „podobieństwa technologicznego”. Przez podobieństwo technologiczne rozumiemy, że dla wykonania kilku części potrzebne są zbliżone co do asortymentu i wielkości obrabiarki i maszyny.

c) Wykonywać w gniazdach lub na wydziałach produkcyjnych części stanowiące część jednego zespołu konstrukcyjnego, lub wyrobu.

Każdy z wymienionych tutaj sposobów organizacji ma swoje zalety i wady, których tutaj nie będziemy omawiać ze względu na brak miejsca; należy jednak stwierdzić, że każdy z nich ma prawo obywatelstwa w określonych warunkach seryjności i asortymentu produkcji. Najczęściej nawet w tym samym zakładzie występują równocześnie wszystkie wymienione formy organizacyjne.

Po zdecydowaniu wydziałów produkcyjnych i po ew. dokonaniu przydziału części do poszczególnych gniazd lub linii, wykonujemy zestawienie przebiegu części przez zakład posługując się w tym celu specjalnym arkuszem (np. tablica I). Na arkuszu tym każdy z wydziałów uzyskuje swoje umowne oznaczenie.

Przebieg odnośnej części określamy przy pomocy kolejnych numerów, co odpowiada kolejnym położeniom obrabianej części na zakładzie w miarę wykonywania procesu produkcyjnego.

Zestawiony w ten sposób program produkcyjny jest podstawą dla określenia zadania dla wydziałów produk-

cyjnych oraz dla gospodarki magazynowo-transportowych. Równocześnie uzyskuje się potrzebne dane dla obliczenia ilości odpadków powstających na poszczególnych działach. Jedną z rubryk wykazu rezerwuje się dla wskazania części lub półfabrykatów dostarczanych w ramach kooperacji.

4. Kooperacja

Przy ustalaniu programu produkcyjnego zakładu przemysłowego należy zwrócić specjalnie uwagę na zagadnienie samowystarczalności.

Z punktu widzenia terminowości wykonania produkcji samowystarczalność zakładu przemysłowego jest na ogół korzystna. Jeżeli jednak analizujemy ekonomiczność produkcji, to często okazuje się celowe zrezygnować z wykonywania niektórych części lub zespołów we własnym zakresie, zakupując je z zakładów specjalizujących się w danym typie produkcji.

Przy dokonywaniu wyboru części do kooperacji staramy się spełnić następujące warunki:

a) koszt jednostkowy części lub wyrobu powinien być najniższy,

b) wykorzystanie maszyn i urządzeń produkcyjnych jak również wykwalifikowanego personelu najlepsze,

c) koszt transportu nie powinien powodować zbytńiego podrożenia wyrobu.

Aby uzyskać najniższy jednostkowy koszt wyrobu należy dążyć do koncentrowania obróbki podobnych części dla możliwego powiększenia ich ilości. Jeżeli więc przewidujemy potaniecie produkcji danej części przez wykonanie jej w zakładzie specjalizującym się, to należy zdecydować się na kooperację. Inną przyczyną może być posiadanie przez kooperujący zakład drogich lub unikalnych i niedostatecznie wykorzystanych maszyn, które są potrzebne dla wykonania danych części.

Jako zasadę należy również przyjąć, że należy dążyć do najlepszego wykorzystania wykwalifikowanego personelu oraz wszelkich urządzeń pomocniczych przystosowanych do danej lub podobnej produkcji.

Nie jest natomiast wskazane przeznaczanie dla kooperacji części, lub zespołów, które mogą być wykonane we własnym zakresie, a nie są zbliżone konstrukcją do innych części produkowanych przez ew. zakład kooperujący. W takim bowiem przypadku nie uzyskuje się zwiększenia seryjności produkcji, a zatem nie potania się jej. Pogarsza się natomiast terminowość dostawy, jak również zwiększa się koszt transportu i wszelkich czynności z tym związanych. Przy typowaniu części do kooperacji należy zwrócić szczególną uwagę na wymagania odbioru i materiałowe.

Kilka powyższych uwag nie wyczerpuje oczywiście obszernego zadania jakim jest kooperacja. Należy przy tym podkreślić, że zagadnienie kooperacji nie zawsze jest należycie docenione w naszych pracach projektowych, a na tej drodze jest możliwe osiągnięcie poważnych oszczędności.

W przypadku większych zakładów przemysłowych konieczne jest niekiedy przeprowadzenie analizy całej gałęzi przemysłu celem zbadania możliwości dopełnienia programu produkcyjnego poszczególnych zakładów i zwiększenia zakresu kooperacji. Każdorazowo jednak założenie kooperacji określonych wyrobów wymaga uzgodnienia z właściwą gałęzią przemysłu lub zakładem możliwości ich wykonania i włączenia do planu produkcyjnego.

II. Program zastępczy

Ustalenie programu zastępczego polega na dokonaniu wyboru takiego asortymentu części, który w sposób umowny zastępuje właściwy szczegółowy program produkcyjny zakładu. Taki program zastępczy jest zwykle zbiorem tzw. „części — przedstawicieli”. Dla dokonania wyboru „przedstawicieli” należy podzielić wszystkie wyroby lub części produkowane przez zakład na grupy zbliżone do siebie konstrukcyjnie i technologicznie; z każdej z tych grup należy wybrać po jednym lub kilku „przedstawicieli”, reprezentujących cały program produkcyjny zarówno ilościowo, jak i jakościowo.

Zastąpienie szczegółowego programu zastępczym powoduje oczywiście pewien błąd w obliczeniach projektowych. Aby ten błąd sprowadzić do minimum, konieczne jest, aby części — przedstawiciele — spełniały szereg warunków, spośród których wymienimy główne:

a) konstrukcja części lub wyrobów „przedstawicieli” powinna być możliwie zbliżona do innych z reprezentowanej grupy.

b) „Części-przedstawiciele” muszą być podobne technologicznie do pozostałych części, tj. muszą wymagać podobnych maszyn dla wykonania.

c) Procentowy udział operacji ręcznych, potrzebnych dla wykonania musi być zbliżony do części reprezentowanych.

d) Ciężar poszczególnych „części — przedstawicieli” oraz pozostałych części powinien być zbliżony.

e) Ilość sztuk „części-przedstawicieli” i pozostałych maszek być znane.

Po ustaleniu programu zastępczego obliczamy pracochłonność „części-przedstawicieli”, a następnie przeliczamy łączną pracochłonność wszystkich części danej grupy przy pomocy wskaźnika ilościowego, lub wagowego.

Metody określenia programu produkcji zakładu przy pomocy programu zastępczego stosujemy w następujących przypadkach:

1. Przy projektowaniu zakładów przemysłowych o bliżej nieokreślonym programie produkcyjnym. Taki przypadek ma miejsce przy projektowaniu produkcji jednostkowej lub doświadczałnej o zmiennym asortymencie. Ustalenie programu szczegółowego jest w tym przypadku niemożliwe.

2. Przy projektowaniu zakładów o dokładnie znanym programie, lecz bardzo dużym asortymencie części. Tutaj również wybieramy program zastępczy ponieważ szczegółowe obliczenie pracochłonności wszystkich części jest praktycznie niewykonalne ze względu na b. duży nakład pracy projektowej.

3. Przy projektowaniu zakładu, którego program ulega częstym zmianom, wobec czego duży wkład pracy projektowej w tego rodzaju opracowanie byłby nieuzasadniony. W tym przypadku stosuje się urządzenia produkcyjne typu bardziej uniwersalnego, wobec czego ich przeobrażalność jest łatwa i nie ma potrzeby przeprowadzania dokładnej analizy sposobu rozplanowania.

4. Przy opracowywaniu wstępnych faz projektu, o ile brak jest wskaźników podających pracochłonność danej grupy części, a konieczne jest posiadanie tych danych dla wytypowania przybliżonego parku maszyn.

III. Program wskaźnikowy

Najmniej dokładną formą określenia programu jest ustalenie wskaźnikowe rocznej ilości wyrobu. Stosuje się metodę ciężarową lub pracochłonności.

a. Metoda ciężarowa

Program zakładu przemysłowego lub jednego z jego wydziałów określamy podając roczny tonaż wyrobu z ewentualnym podziałem na rodzaje.

Przykładem będzie np.: ustalenie programu odlewni przez podanie rocznej ilości ton odlewów piaskowych, kokilowych, pod ciśnieniem itp., z rozbiorem na rodzaje materiałów. Innym przykładem będzie określenie tonażu wyrobów podlegających obróbce cieplnej z podaniem zasadniczych typów tej obróbki, oraz przeciętnej wielkości przedmiotu w poszczególnych grupach.

Podobnie postępujemy często przy projektowaniu narzędziowni zakładowych, dla których podajemy roczny program w tonażu poszczególnych wyrobów.

We wszystkich podanych tutaj przykładach obliczenie parku maszynowego jest możliwe jedynie wskaźnikowo przez porównanie ze znanymi zakładami lub danymi z literatury krajowej i radzieckiej.

b. Program określony przez prędkość

Niekiedy roczny program określamy przy pomocy prędkości potrzebnej do jego wykonania. Tego rodzaju

ju sposób stosujemy często przy projektowaniu wydziałów remontowych w oparciu o tzw. „jednostki remontowe” określające czas potrzebny dla przeprowadzenia remontów parku maszynowego. Innym przykładem jest pośrednie określenie prędkości pomocniczych względem produkcyjnych w zakładzie przemysłowym. W założeniu identycznego, rocznego funduszu czasu pracy sprowadza się to do założenia określonej rocznej prędkości projektowanego wydziału pomocniczego. Ostatnio wymienioną metodę stosuje się często przy projektowaniu narzędziowni, lub innych pomocniczych sekcji zakładu, jak np. ostrzarnie, bazy remontowe itp.

*

Obie omówione tutaj metody wskaźnikowego ustalania programu produkcyjnego stosujemy:

- 1) gdy program produkcji jest bliżej nieznanym lub często zmiennym.
- 2) Gdy nie jest wymagana duża dokładność obliczenia parku maszynowego.
- 3) We wstępnych fazach projektu.

Podstawy normalizacji zderzaków suwnicowych

621.875.4:621-237.9

Mgr inż. ZYGMUNT BUJAKOWSKI

Nowoczesne suwnice powinny być zaopatrywane w zderzaki, gdyż zwiększają one bezpieczeństwo ruchu i żywotność samej suwnicy^{1]}. Wymagania, jakie stawia się zderzakom, są trojakiiego rodzaju: co do ilości pochłanianej energii, sztywności i umiejscowienia na suwnicy. Najczęściej stosowanymi zderzakami są zderzaki sprężynowe i tylko one są przedmiotem tej pracy.

Omówiono: budowę zderzaków w świetle przepisów zagranicznych, cechy zderzaków sprężynowych, teorie zderzaków sprężynowych, ustalenie typów zderzaków. W końcu podane są propozycje odnośnie konstrukcji i wysokości umocowania zderzaków.

Całość artykułu jest fragmentem prac konstrukcyjnych nad normalizacją części urządzeń transportowych.

1. Budowa zderzaków w świetle przepisów i prac zagranicznych

Amerykańskie przepisy AISE^{2]} budowy suwnic oraz niektórzy autorzy radzieccy jak np. *Spiwakowski*^{3]}, podają następujące wymagania, którym zderzaki powinny zadość:

Warunek A. Zderzaki powinny być w stanie zatrzymać suwnicę (bez uwzględnienia obciążenia) poruszającą się z prędkością równą 0,4 szybkości nominalnej.

Warunek B. Opóźnienie suwnicy, najeżdżającej na odbojnicę z prędkością równą 0,2 szybkości nominalnej, nie powinno przekraczać 1 m/s².

Warunek C. Oś zderzaków powinna leżeć w płaszczyźnie pionowej ponad osią szyn podsuwnicowych. Zderzaki powinny być tak daleko wysunięte, aby przy ich całkowitym ściśnięciu żadna część suwnicy poza nie nie wystawała.

Inni autorzy radzieccy formułują powyższe warunki w podobny sposób, lecz ze zmianami mającymi na celu zwiększenie bezpieczeństwa ruchu. I tak *Nikolajewski*^{4]} zaleca przy warunku A uwzględniać suwnicę z pełnym obciążeniem i szybkością równą 0,6 nominalnej, przy czym naprężenie w konstrukcji stalowej mostu nie może przekraczać wartości 0,8 granicy plastyczności. Przy warunku B podwyższa on szybkość najazdu na odbojnicę do 0,4

nominalnej, ale za to dopuszcza opóźnienie 2 m/s², przy czym ciężaru podnoszonego nie należy uwzględniać. *Pietuchow*^{5]} posuwa się jeszcze dalej w kierunku zwiększenia bezpieczeństwa ruchu suwnic. Wyraża on pogląd, że całkowita energia kinetyczna, z jaką suwnica może dojechać do obojnic, powinna być pochłaniana przez zderzaki, jednak zaleca aby hamulce mechanizmów jazdy były uruchamiane wyłącznikami krańcowymi w odległości 1 m przed obojnicami, wskutek czego energia suwnicy znacznie zmaleje.

Obecnie brak nam jeszcze doświadczenia, aby móc rozstrzygnąć, które z tych przepisów są najlepsze; na razie możemy tylko przyjąć jedno z nich i na ich bazie wskazać drogi wiodące do normalizacji zderzaków. W dalszym ciągu tego artykułu będziemy się opierać na poprzednio podanych przepisach budowy zderzaków.

2. Cechy zderzaków sprężynowych

Spośród dużej ilości typów zderzaków najbardziej rozpowszechnione są zderzaki sprężynowe, które dzięki prostocie budowy nie wymagają prawie żadnej obsługi i konserwacji. Wadami tych zderzaków są: a) znaczny wzrost siły w końcowym stadium hamowania, b) silny odrzut spowodowany tym, że bardzo mała ilość energii zamienia się w ciepło, c) ciężar sprężyn zderzaka wzrasta proporcjonalnie do ilości pochłanianej energii.

Powyższe wady wskazują, że zakres stosowalności tych zderzaków jest ograniczony przede wszystkim wadą c), gdyż przy budowie zderzaków sprężynowych na dużą ilość pochłanianej energii może wypaść tak ciężka sprężyna, że ze względów ekonomicznych opłaca się raczej budowa bardziej skomplikowanego zderzaka, np. hydraulicznego, ale o mniejszym ciężarze.

Zderzaków innych typów (np. hydraulicznych, pneumatycznych, ciernych) omawiać tu nie będziemy, gdyż ze względu na małe rozpowszechnienie u nas, normalizacja ich byłaby przedwczesna. W związku z tym dalsze rozważania będą dotyczyć tylko zderzaków sprężynowych.

3. Uproszczona teoria zderzaków sprężynowych

3.1. Założenia

Celem uproszczenia rachunkowego ujęcia zjawiska najeżdżania suwnicy na odbojnicę robimy następujące założenia:

a) Odbojnice, suwnica i sztywne części zderzaków są idealnie sztywne, a deformującymi się częściami są jedynie sprężyny.

b) Energia kinetyczna suwnicy zamienia się całkowicie w energię odkształcania sprężyn, co pozwala nam nie uwzględniać zmniejszenia energii suwnicy wskutek oporów jazdy w czasie ściskania zderzaków oraz ciepła, które wywołuje się w sprężynach w czasie ich odkształcania.

c) Pomijamy masy sprężyn i tłoczek zderzakowych, w wyniku czego otrzymujemy naprężenia w całej sprężynie równe i odkształcenia do nich proporcjonalne.

Analizując te założenia możemy stwierdzić, że dwa pierwsze (a i b) idą w kierunku zwiększenia bezpieczeństwa ruchu, gdyż sprężyny wypadną nieco większe, natomiast założenie trzecie (c) bezpieczeństwo to zmniejsza. Zmniejszenie bezpieczeństwa przez to założenie polega na tym, że w trakcie ściskania zderzaków sprężyna będzie drgać wzdłuż swojej osi podłużnej, co wywoła w sprężynie naprężenie oscylujące dokoła wartości średniej, określonej wzorami statycznymi. Tego wzrostu naprężenia nie obawiamy się zbyt, gdyż zderzaki pracują rzadko, a wzrost ten byłby groźny tylko ze zmęczenia punktu widzenia.

Oznaczenie wielkości występujących we wzorach:

- G_s — całkowity ciężar suwnicy (z wózkiem), t
- m — masa połowy suwnicy, kG sek²/m
- G_{spr} — ciężar pracującej części sprężyny, kG
- $G = 850000$ — moduł sprężystości postaciowej, kG/cm²
- $g = 9,81$ — przyspieszenie ziemskie, m/sek²
- c — stała sprężyny, kG/m
- v — nominalna szybkość jazdy suwnicy, m/min
- f — całkowite ugięcie sprężyny, m
- f_0 — wstępne ugięcie sprężyny, m
- f_1 — całkowite ugięcie sprężyny przy szybkości $0,2 v$, m
- f_2 — całkowite ugięcie sprężyny przy szybkości $0,4 v$, m
- $s = f - f_0$ — skok zderzaka, m
- E — energia odkształcenia sprężyny lub połowa energii kinetycznej suwnicy jadącej z szybkością $0,4 v$, kGm
- P — siła działająca na zderzak, kG
- a — opóźnienie suwnicy najeżdżającej zderzakami na odbojnicę, m/sek²
- a_1 — opóźnienie przy ugięciu f_1 , m/sek²
- a_2 — opóźnienie przy ugięciu f_2 , m/sek²
- $a_{max} = 1$ m/sek² — maksymalne dopuszczalne opóźnienie suwnicy najeżdżającej na odbojnicę z szybkością $0,2 v$,

- R — średni promień nawinięcia sprężyny, cm
- τ — połowa średnicy drutu sprężynowego, cm
- J_0 — biegunowy moment bezwładności drutu sprężynowego, cm⁴
- $\gamma = 0,0078$ kG/cm³ — ciężar właściwy drutu sprężynowego,
- n — ilość czynnych zwoi sprężyny,
- k_s — dopuszczalne naprężenie skręcające dla stali sprężynowej, kG/cm²
- r — naprężenie skręcające w sprężynie przy pełnym skoku zderzaka, kG/cm²

3.2. Energia pochłonięta przez sprężynę

Energia pochłonięta przez sprężynę o stałej c przy odkształceniu od 0 do f , wynosi

$$E = \frac{cf^2}{2} \quad [1]$$

Jeżeli sprężyna miała już wstępne napięcie f_0 wtedy

$$E = \frac{c(f^2 - f_0^2)}{2} \quad [2]$$

Stałą sprężyny można określić z wzoru

$$c = \frac{Gr^4}{4nR^3} \cdot 100 \quad [3]$$

Jeżeli do wzoru na energię pochłoniętą przez sprężynę

$$E = \frac{P^2 R^2 n 2 \pi R}{2 G J_0}$$

wstawimy wartości:

$$P_{max} = \frac{\pi k_s r^3}{2 R}, \quad J_0 = \frac{\pi r^4}{2}$$

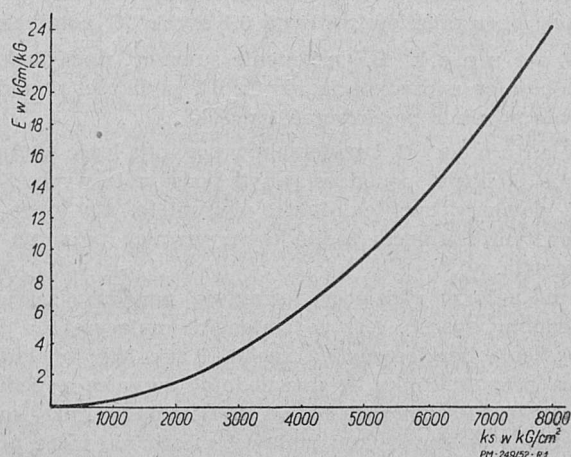
oraz wyodrębnimy wielkości składające się na ciężar pracującej części sprężyny

$$G_{spr} = \pi r^2 2 \pi R n \gamma,$$

otrzymamy ważny wzór na energię, pochłoniętą przez sprężynę,

$$E = \frac{1}{100} k_s^2 \frac{G_{spr}}{4 G \gamma} = \frac{k_s^2 G_{spr}}{2650000} \quad [4]$$

Ze wzoru tego widać, jak ważną jest przy zderzakach sprawa dobrego materiału na sprężyny, gdyż energia pochłonięta przez sprężynę zależy (przy tym samym ciężarze) od drugiej potęgi naprężenia dopuszczalnego. Rys. 1. przedstawia nam tę zależność w postaci wykresu.



Rys. 1. Wykres zależności [4] między energią E pochłanianą przez 1 kG drutu sprężynowego, a dopuszczalnym naprężeniem k_s .

3.3. Zderzak o pełnej długości (bez naprężenia wstępnego)

Warunek A (z punktu 1) da się przedstawić następującym wzorem:

$$\frac{m (0,4 v)^2}{2 \cdot 3600} = \frac{c f_2^2}{2} \quad [5]$$

Siła działająca na suwnicę wyraża się wzorem:

$$P = c f,$$

a opóźnienie suwnicy:

$$a = \frac{c f}{m} \quad [6]$$

Warunek B da się przedstawić następująco:

$$a_1 = \frac{c f_1}{m} \leq a_{max} \quad [7]$$

Ze wzoru [5] i wzoru:

$$\frac{m (0,2 v)^2}{2} = \frac{c f_1^2}{2} \quad \text{wynika, że}$$

$f_2 = 2f_1$, a ze wzoru [6] otrzymamy zależność $a_2 = 2a_1$, a zatem warunek B. przedstawiony wzorem [7] można wyrazić następująco:

$$a_2 = \frac{c f_2}{m} \leq 2a_{max} \quad [8]$$

W ten sposób unikamy rozpatrywania wypadku najeżdżania suwnicy na odbojnicę z prędkością $0,2 v$.

W celu otrzymania zależności między f_2 i v wyrugujemy m ze wzorów [5] i [8] otrzymując:

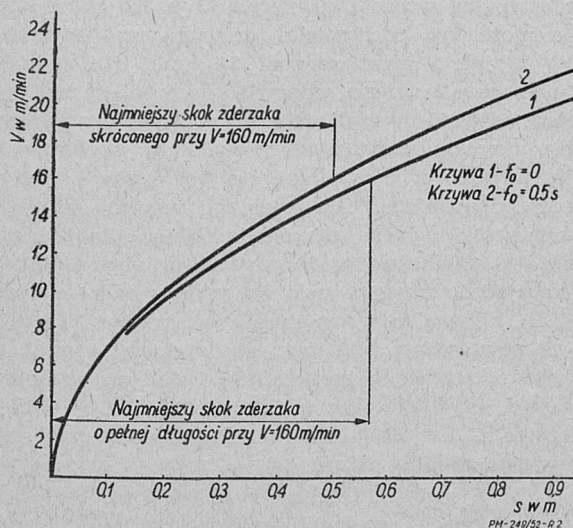
$$\frac{(0,4 v)^2}{3600 f_2} \leq 2a_{max}, \quad \text{skąd mamy}$$

$$v \leq \frac{60}{0,4} \sqrt{2a_{max} f_2},$$

lub, po wstawieniu wartości liczbowej na a_{max} ,

$$v \leq 212 \sqrt{f_2} \quad [9]$$

Z wzoru tego wynika, że dla różnych suwnic o tych samych prędkościach, skok zderzaka musi być większy od pewnej stałej wartości (wynikającej z tego wzoru). Zależność wyrażoną wzorem [9] przedstawia nam krzywa 1 na rys. 2.



Rys. 2. Wykres zależności [9] i [17] między skokiem zderzaka, a prędkością suwnicy. Krzywa 1 dla zderzaka o pełnej długości ($s = f$) i krzywa 2 dla zderzaka skróconego ($s = f - f_0$).

Wzór na stałą c dla zderzaka otrzymujemy z równania [1]:

$$c = \frac{2E}{f^2}, \quad [10]$$

albo też ze wzorów [5] i [8] rugując z nich f_2 :

$$c \leq \frac{4 \cdot 3600}{(0,4 v)^2} a_{max} \cdot m$$

lub:

$$c \leq 90000 \frac{m}{v^2} \quad [11]$$

3.4. Zderzak skrócony (z napięciem wstępnym)

Zastanowimy się teraz jakie korzyści uzyskamy przez zastosowanie zderzaków z wstępnym napięciem. W tym celu wyprowadzimy podobne wzory, jak i dla zderzaka o pełnej długości.

Warunek A (z punktu 1) wyrażamy następującym wzorem:

$$\frac{m (0,4 v)^2}{2 \cdot 3600} = \frac{c (f_2^2 - f_0^2)}{2}, \quad [12]$$

a warunek B wzorem:

$$a_1 = \frac{c f_1}{m} \leq a_{max}, \quad [13]$$

przy czym f_1 spełnia równanie:

$$\frac{m (0,2 v)^2}{2 \cdot 3600} = \frac{c (f_1^2 - f_0^2)}{2} \quad [14]$$

Z wzorów [13] i [14] wyrugujemy c i m i otrzymamy:

$$v \leq \frac{60}{0,2} \sqrt{\frac{a_{max} (f_1^2 - f_0^2)}{f_1}} \quad [15]$$

Z równań [12] i [14] wynika:

$$f_1^2 = \frac{1}{4} f_2^2 + \frac{3}{4} f_0^2$$

Wartość f_1 wstawiamy do wzoru [15] i otrzymujemy:

$$v \leq \frac{60}{0,2} \sqrt{\frac{a_{max} (f_2^2 - f_0^2)}{2 \sqrt{f_2^2 + 3 f_0^2}}}$$

Wprowadzając do tego wzoru skok zderzaka

$$s = f_2 - f_0$$

otrzymamy zależność:

$$v \leq 212 \sqrt{\frac{s^2 + 2 s f_0}{\sqrt{s^2 + 2 s f_0 + 4 f_0^2}}} \quad [16]$$

W ten sposób, podobnie jak i przy zderzaku o pełnej długości, odpadła nam konieczność rozpatrywania przypadku najeżdżania na odbojnicę z prędkością $0,2 v$. Aby stwierdzić, jaki najmniejszy skok zderzaka możemy uzyskać dla danej prędkości, musimy zbadać maksimum prawej strony nierówności [16]. Jak łatwo stwierdzić, maksimum to przypada dla wartości $f_0 = 0,5 s$. Otrzymujemy więc

$$v \leq 212 \sqrt{1,155 s} = 228 \sqrt{s} \quad [17]$$

Z wzoru tego widać, że stosując zderzaki ze wstępnym napięciem, możemy dać im mniejszy skok niż przy zderzakach o pełnej długości o około 15,5%. Zależność ta jest przedstawiona na rys. 2 krzywą 2.

Stałą c dla zderzaka możemy wyznaczyć z wzoru [2]

$$c = \frac{2E}{f^2 - f_0^2}, \quad [18]$$

lub też, po wyrugowaniu f_1 z wzorów [13] i [14] z nierówności

$$f_0^2 c^2 + \frac{m(0,2v)^2}{3600} c - m^2 a_{\max}^2 \leq 0.$$

$$\text{Oznaczmy } A = \frac{m(0,2v)^2}{3600}$$

$$B = m^2 a_{\max}^2,$$

otrzymamy wtedy

$$c \leq \frac{-A + \sqrt{A^2 + 4f_0^2 B}}{2f_0^2}. \quad [19]$$

Energję kinetyczną suwnicy, jaką winien pochłoniąć 1 zderzak, obliczamy ze wzoru

$$E = \frac{1}{2} \frac{G_s (0,4v)^2}{2g \cdot 3,6} = 0,00113 G_s v^2. \quad [20]$$

4. Ustalenie typów zderzaków

4.1. Założenia

Postawmy sobie zadanie ustalenia typów zderzaków sprężynowych dostosowanych (zgodnie z warunkiem A i B w p. 1) do wszystkich normalnych suwnic hakowych w zakresie od 5 do 50 ton. Do obliczeń zderzaków będziemy brać ciężary z projektu normy PN/M-45351, a szybkość z normy GOST 3332-46 dla suwnic na ciężkie warunki pracy. Według tej ostatniej normy, wszystkie suwnice dla ciężkiej pracy od 5 do 30 ton mają, niezależnie od rozpiętości, szybkość jazdy mostu $v = 125$ m/min, a suwnice 50 tonowe szybkość $v = 110$ m/min.

4.2. Typy zderzaków o pełnej długości (bez napięcia wstępnego)

Zderzaków bez napięcia wstępnego nie należy stosować, chociażby ze względu na ich większy skok; przeprowadzony poniżej wywód ma na celu wprowadzenie czytelnika w metodę postępowania przy ustalaniu typów. Przy sposobności wykażemy i inne niedogodności napotykaną przy stosowaniu tych zderzaków.

Dobór zderzaków rozpoczynamy od najlżejszej suwnicy poruszającej się z szybkością 125 m/min. Jest nią suwnica $Q = 5$ t; $L = 11$ m o ciężarze $G_s = 14$ t. Obliczamy stałą sprężyny dla pierwszego zderzaka według wzoru [11]

$$c_1 \leq 90000 \frac{14000}{2 \cdot 9,81 \cdot 125^2} = 4120 \text{ kG/m},$$

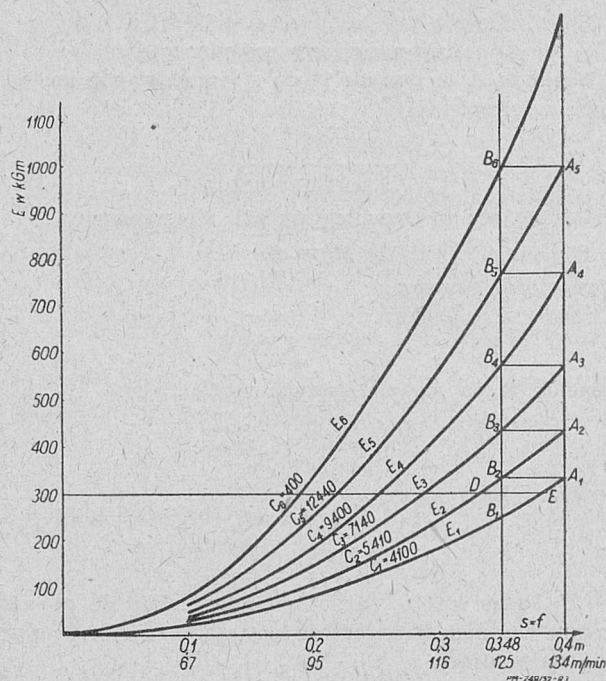
przyjmujemy $c_1 = 4100$. Na rys. 3, w układzie s, E wykreślimy krzywą:

$$E_1 = \frac{c_1 s^2}{2} = 2050 s^2.$$

Na wykresie zaznaczamy graniczną wielkość odpowiadającą prędkości $v = 125$ m/min według wzoru [9]

$$f_2 \geq \left(\frac{125}{212} \right)^2 = 0,348 \text{ m}.$$

Ponieważ zderzak ten musi obsługiwać również i suwnice cięższe, poruszające się z tą samą prędkością 125 m/min, przedłużamy jego skok do 0,4 m, co odpowiada nagromadzonej energii $E = 328$ kG m (punkt A_1).



Rys. 3. Wykres zależności $E = \frac{cs^2}{2}$ dla zderzaków o pełnej długości ($s = f$), przy różnych wartościach c .

Współczynnik c_2 dla drugiego zderzaka dobieramy w ten sposób, aby krzywa E_2 przeszła przez punkt B_2 . W tym przypadku c_2 określimy ze wzoru [10]:

$$c_2 = \frac{2.328}{(0,348)^2} = 5410 \text{ kG/m}.$$

Kreślimy krzywą E_2 według wzoru

$$E_2 = \frac{5410}{2} s^2 = 2705 s^2,$$

i znowu zakładamy ten sam maksymalny skok zderzaka 0,4 m (co w zasadzie nie jest konieczne).

Należy zwrócić uwagę, że jeżeli energia kinetyczna suwnicy (wg [20]) odpowiada wielkości ugięcia zderzaka większej od wartości granicznej, to tym samym stała c tego zderzaka odpowiada warunkowi podanemu we wzorze [11]. Np. suwnica o szybkości nominalnej 125 m/min posiada według wzoru [20] energję $E = 300$ kGm. Energia ta może być pochłonięta zarówno przez zderzak 1 (punkt E) jak i przez zderzak 2 (punkt D). Jednakże przy zderzaku 2 ugięcie, odpowiadające tej energii, jest mniejsze od 0,348 m, czyli, że zderzak 2 jest „za twardy”. Jeżeli natomiast suwnica ta posiadałaby szybkość 100 m/min, a tylko większą masę, to oba zderzaki byłyby dla niej odpowiednie. Dla orientacji wpisano na rys. 3 pod wielkością ugięcia zderzaka szybkość, dla której to ugięcie jest wielkością graniczną według wzoru [9].

Wracając do naszego wykresu, przeprowadzamy przez punkt B_3 krzywą E_3 w ten sposób jak krzywą E_2 i czynność tę powtarzamy tyle razy, aż uzyskamy energję dla najcięższej suwnicy poruszającej się z szybkością 125 m/min, czyli dla suwnicy $Q = 30/5$ t, $L = 31,5$ m o ciężarze $G_s = 61$ t. Energia pochłonięta przez zderzak wynosi według wzoru [20]

$$E = 0,00113 \cdot 61 \cdot 125^2 = 1080 \text{ kG m}.$$

Energję powyższą osiągnęlibyśmy szóstym z kolei zderzakiem. Z wykresu na rys. 3 jasno widać, że przez zwiększenie maksymalnych skoków zderzaków zmniejszyłaby

PRZEGŁĄD DOKUMENTACYJNY MECHANIKI

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODKI DOKUMENTACJI

INSTYTUTU METALOZNAWSTWA I APARATURY NAUKOWO-LABORATORYJNEJ,

DODATEK DO MIESIĘCZNIKA „PRZEGŁĄD MECHANICZNY”

ROZNIK 4

WARSZAWA — KWIECIEŃ 1953

NR 4

A — TECHNOLOGIA METALI

A4 Metaloznawstwo.

52* A4 669.018.13:669.35.74.782: 19
:620.18:621.787/788

DREYER K. L.: Budowa strukturalna i podatność do utwardzenia potrójnych stopów miedziowo-manganowo-krzemowych. „Über den Gefügebau und die Aushärtbarkeit von Kupfer — Mangan — Silizium Legierungen“. Metall, t. 6, Nr 15/16, sierp. 52, s. 440; A4, 4 str., 6 wyk., 5 tabl., 12 poz. bibl. — Omówienie współczesnych badań własności i struktury stopów Cu-Mn-Si zawierających 1 — 2% Mn i 2 — 5% Si. Wpływ obróbki termicznej i plastycznej na własności stopów. Określenie zasięgu fazy.

53* A4 620.17:669.15.26.74.782—194: 19
:669.15.26.782.24

BRAUN M. P.: Podstawowe własności lanej stali chromowo-krzemowo-manganowej, modyfikowanej różnymi pierwiastkami. „Osnownyje svojstva litoj chromokriemniemargancevoj stali, modifizirovannoj razlicznymi elementami“. Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 2, luty 52, s. 40; A4, 4 str., 6 wyk., 6 tabl., 7 poz. bibl. — Modyfikacja niskowęglowej stali Cr-Si-Mn i Cr-Si-Ni tytanem, wanadem, cyrkonem, niobem i selenem. Wpływ modyfikatorów na własności mechaniczne, a w szczególności na udurowienie, twardość i doraźną wytrzymałość na rozciąganie.

54 A4 669.15—194.56:669.15.74: 19
:620.18:620.191.33

ROLL F.: Własności nieobrobionego cieplnie staliwa o zawartości 12% Mn (staliwo Hadfielda). „Eigenschaften von Rohguss mit 12% Mn (Hadfield Stahlguss). Arch. Metallk., t. 3, Nr 1, stycz. 49, s. 18.; A4, 5,5 str., 6 fot., 11 wyk., 5 mikrogr., 2 tabl. — Budowa strukturalna, twardość Brinella i mikrotwardość poszczególnych elementów strukturalnych (karbidów i austenitu stopowego). Wpływ węgla, manganu, krzemu i fosforu na własności staliwa Hadfielda. Zagadnienie pęknięć oraz przyczynę do własności staliwa w podwyższonych temperaturach.

55* A4 535.822.8:621.385.833:620.186 19

Mc LEAN D.: Mikroskopia oparta na kontraście faz w zastosowaniu do badania powierzchni metalu. „Phase contrast microscopy in the study of metal surfaces“. Metal Treatm., t. 18, Nr 65, luty 51, s. 51; A4, 12 str., 2 rys., 19 mikrogr., 8 poz. bibl. — Fizyczne podstawy mikroskopii opartej na kontraście faz, tj. na różnicy poziomów poszczególnych składników strukturalnych. Przykłady zastosowania tego rodzaju mikroskopii do badania szlifów metalograficznych tworzących żelaznych i nieżelaznych. Wpływ odkształceń powierzchniowych oraz sposobu polerowania i trawienia szlifów na otrzymywane wyniki. Zdolność rozdzielcza mikroskopu opartego na zasadzie kontrastu faz i jego porównanie z mikroskopem elektronowym. Omówienie przystosowania mikroskopu optycznego do pracy na zasadzie kontrastu faz.

56* A4 539.531:620.18:533.5:669—152.4 19

GUJCOW N. T., ŁOZIŃSKI M. G.: Współczesny stan i drogi rozwoju metalografii próżniowej. „Sowriemiennoje sostojanie i puti razwitiia wakuumnoj metallografii“. Z. tiechn. Fiz., t. 22, Nr 6, czerw. 52, s. 905; B5, 16 str., 3 fot., 6 rys., 2 wyk., 7 mikrogr., 7 poz. bibl. — Dokładny opis współczesnych aparatów służących do badania metali w podwyższonej temperaturze w próżni. Klasyfikacja aparatów z punktu widzenia celu przeprowadzanych badań. Metody ogrzewania przed-

miotów w próżni. Sposoby obserwacji metalograficznej, pomiaru twardości, badania parowania i deformacji metali oraz stopów podgrzanych do wysokiej temperatury w próżni.

57* A4 545.2:669.14:669.787:669.786:669.788 19

KARASIEW R. A., POLAKOW A. Ju.: Określanie zawartości tlenu, azotu i wodoru w zakrzepłej stali. „Opriedielenje sodierżanija kisloroda, azota i wodoroda w twierdziej stali“. Izw. Akad. Nauk SSSR. Otd. tiechn. Nauk, Nr 9, wrzes. 52, s. 1360; B5, 8,5 str., 3 rys., 1 wyk., 2 tabl. — Dokładny opis konstrukcji i cechowania aparatury pomiarowej, pracującej na zasadzie topienia w próżni. Aparatura wyróżnia się wysoką wydajnością dochodzącą do 15—16 analiz na dzień.

58* A4 669.046.55:669.094.517:669.069.84: 19
:669.884:669.35

THEWS E. R.: Odtlenianie, odsiarczanie i odgazowywanie przetopionych stopów przy pomocy litu. „Zur Desoxydation, Entschwefelung und Entgasung von Umschmelzlegierungen durch Lithium“. Metall, t. 6, Nr 15/16, sierp. 52, s. 431; 3 str., 25 poz. bibl. — Przegląd literatury traktującej o oczyszczających własnościach litu. Szczegółowy opis oczyszczania litem czystej miedzi i stopów miedzi. Podano ilości litu potrzebne do odtleniania i odsiarczania różnych stopów miedzi oraz przytoczono sposoby i formy (stopy Li-Ca, czysty Li w rurkach miedzianych) wprowadzania litu do roztopionych stopów.

59* A4 620.178.311.82:620.172.231:669.14.018.45 19

DOLAN T. J.: Sposoby oceny metali przeznaczonych do pracy w wysokich temperaturach. „How can we appraise metals for high temperature service. Part I“. Metal Progr., t. 61, Nr 3, marz. 52, s. 55; A4, 6 str., 1 fot., 4 wyk., 2 poz. bibl. — Metodyka badań tworzących konstrukcyjnych przeznaczonych do pracy w wysokich temperaturach. Rozważanie wpływu czynników metalurgicznych i warunków pracy na wytrzymałość zmęczeniową i pełzanie w wysokich temperaturach. Wpływ częstotliwości zmiany obciążeń na wytrzymałość zmęczeniową.

60* A4 669.15.27—194:669.054.8 19

Sortowanie złomu stali wolframowej i stali węglowej. „Sorting tungsten steel from carbon steel scraps“. Metallurgia (Manch.), t. 45, Nr 271, maj 52, s. 252; A4, 1 str., 1 fot. — Szybka metoda rozróżnienia złomu stali wolframowej (np. szybkołanej) od złomu stali węglowej przez zwilżenie powierzchni silnym roztworem chlorku amonu i wysuszenie na powietrzu (Stal węglowa silnie rdzewieje). Czas zabiegu ok. 15 minut. Metoda zastosowana przy segregowaniu stali narzędziowych.

A4g Zastosowanie metali w przemyśle

61* A4g 669—11.003:621—144 19

BUKSZTIEJN M. S.: Oszczędna gospodarka metalami w fabryce „Dwigatiel Riewolucji“. „Ekonomija metala na zawodie „Dwigatiel Riewolucji“. Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 4, kw. 52, s. 51; A4, 5 str., 4 rys., 3 tabl. — Opis oszczędności osiągniętych w metalu przy produkcji silników spalinowych dzięki jednoczesnemu: uproszczeniu konstrukcji silnika; zmniejszeniu rozchodu stali stopowych opartemu na krytycznym przeglądzie norm wytrzymałościowych i dopuszczalnych naprężeń; zastąpieniu brązów cynowych brązami befcynowymi, pozostałych metali kolorowych — żeliwami, a żeliw — plastykami; zastąpienie części kutych — toczonymi oraz części lanych — spawanymi; szerokiemu zastosowaniu normalizacji i unifikacji elementów.

A TECHNOLOGIA METALI c.d.

- 62* A4g 669.725.5.3.24:620.17:621.78 19
DESINGER W.: **Stopy berylu w technice.** „Beryllium alloys in engineering“. Metal Ind., t. 81, Nr 11, wrzes. 52, s. 203; A4, 2,5 str., 5 fot., 2 wykr. — Własności mechaniczne i fizyczne stopów berylu z miedzią i niklem. Inne stosowane dodatki stopowe. Obróbka cieplna stopów berylu. Zastosowanie stopów berylu w technice na sprężyny i inne drobne elementy maszynowe, jako doskonałego tworzywa odznaczającego się wysoką wytrzymałością zmęczeniową, elastycznością, odpornością na ścieranie i wielu innymi cennymi zaletami.
- 63* A4g 669.35.4:621.822.5.002.612 19
ANDERS H.: **Brąz ołowiowy jako materiał łożyskowy.** „Bleibronze als Lagerwerkstoff“. Metall, t. 6, Nr 718, kw. 52, s. 193; A4, 1 str. — Ogólne dane odnośnie składów chemicznych, własności łożyskowych, metody produkcji, konstrukcji łożysk i zastosowań przemysłowych brązów ołowiowych.
- 64* A4g 621.822.5:699-492.8:669.12.002.614 19
HÖVEL T.: **Możliwości polepszenia jakości łożysk z proszków spiekanych.** „Verbesserungsmöglichkeiten für Lager aus Sinterwerkstoffen“. Stahl u. Eisen, t. 72, Nr 19, wrzes. 52, s. 1157; A4, 2,5 str., 2 fot., 1 wykr., 3 mikrogr. — Łożyska spiekane z proszków żelaza impregnowane olejem. Samosmarujące żelazne łożyska spiekane, zawierające podwyższone ilości grafitu. Zastosowania łożysk ze spieków żelaza.
- 65* A4 669.018.24:669.715:629.13 19
RUHENBECK A.: **Lekki stop K4 — nowy materiał łożyskowy.** „Das neue Leichtmetall-Lager K4“. Metall, t. 6, Nr 11/12, czerw. 52, s. 291; A4, 7 str., 8 fot., 2 wykr., 3 mikrogr., 7 tabl., 7 poz. bibl. — Własności nowego stopu łożyskowego o bazie aluminiowej, zawierającego ok. 5% Zn 2% Mg i 4 — 6% Cd. Wyniki prób porównawczych przeprowadzonych na maszynie DVL oraz bezpośrednio na silnikach lotniczych. Wyniki przeprowadzonych na szeroką skalę doświadczeń wskazują na to, że stosunkowo b. tani stop K4 może być z powodzeniem używany w miejsce deficytowych brązów ołowiowych.
- 66* A4g 621.822.5:547.914:668.4 19
STRENGE H.: **Zastosowanie łożysk z żywicy sztucznych w praktyce.** „Das Presstofflager in der Praxis“. Technik (Berlin), t. 8, Nr 12, grudz. 52, s. 537; A4, 5 str., 1 rys., 2 tabl., 3 poz. bibl. — Prasowane łożyska z plastyków w świetle norm niemieckich. Dane odnośnie mas wyważających. Rozmiary łożysk, wielkości tolerancji, warunki pracy oraz dopuszczalne naciski powierzchniowo.
- A4h Wady materiałowe
- 67* A4h 620.191.3:620.191.4:620.191.33:669.721.5 19
GEORGE P. F., DIEHL H. A.: **Identyfikacja pęknięć w stopach magnezowych.** „Identification of fractures in cast magnesium alloys“. Metal Progr., t. 62, Nr 4, paźdz. 52, s. 121; A4, 2 str., 6 mikrogr. — Optyczna ocena makro i mikrograficzna pęknięć oraz rozpoznanie przyczyn ich powstawania. Charakterystyka i klasyfikacja pęknięć. Schemat planowego przeprowadzenia badań w celu wykrycia przyczyn powstałego pęknięcia.
- 68* A4h 539.431:621-232.1:621-233.13 19
MOSKATOW K. A.: **Uszkodzenia zmęczeniowe w zespołach o różnym przeznaczeniu.** „Uсталостные разрушения в агрегатах различно назначения“. Wiestn. Maszynostr., t. 32, Nr 1, stycz. 52, s. 34; A4, 1,5 str., 3 fot., 1 rys., 1 mikrogr., 1 tabl. — Ustalenie przyczyn pęknięć zmęczeniowych korbowodu sprężarki i przeciwwagi wału korbowego piły tartacznej.
- 69* A4h 620.192.46:621.181.831:620.18 19
MIELENZ W.: **Pęknięcia w rurach zginanych.** „Risser-scheinungen in gebogenen Rohren“. B W K, t. 4, Nr 10, paźdz. 52, s. 495; A4, 4 str., 12 fot., 2 rys., 6 mikrogr., 3 poz. bibl. — Omówienie problemu pęknięcia rur pracujących pod ciśnieniem i w podwyższonej temperaturze (elementy kotłów parowych, rurociągi). Przykłady za-
- obserwowane w praktyce, mikrostruktury zniszczonych elementów, analiza przyczyn i rozkładu naprężeń.
- 70* A4h 620.18:669.15-194:629.11.014.5: 19
621.791.052.2
- INQUISITOR: **Zagadnienia z dziedziny produkcji—XIII. Spawanie kół kierownicy traktora. Cz. I.** „Production problems — XIII. Welding of tractor steering wheels. Part. I“. Iron & Steel, t. 25, Nr 2, luty 52, s. 46; A4, 3 str., 1 rys., 6 mikrogr., 2 makrogr. — Badania metalograficzne dla ustalenia przyczyny pęknięcia spawanych kół kierownicy traktora wykonanych z niskowęglowej stali (0,12 — 0,25% C) o nieco podwyższonej zawartości manganu (0,5 — 0,90%). Wykazano konieczność wyżarzania kół po spawaniu.
- A5 Obróbka cieplna
- 71* A5 658.5:621.783.002.612(42) 19
Postępy w dziedzinie organizacji zakładów obróbki cieplnej. Nowoczesne urządzenia dla metali żelaznych i nieżelaznych. „Heat treatment plant developments. Recent installations for ferrous and non-ferrous metals“. Metallurgia (Manch.), t. 45, Nr 271, maj 52, s. 231; A4, 15 str., 28 fot., 3 rys. — Przegląd współczesnych konstrukcji pieców do obróbki cieplnej produkowanych w Anglii. Uwzględniono piece do podgrzewania, wyżarzania, hartowania i odpuszczania oraz wyposażenie do nawęglania gazowego i obróbki w solach. Zaznacza się wzrost automatyzacji przebiegu wsadu i cyklu obróbki cieplnej oraz zwiększenie zastosowania grzania prądami wysokiej lub podwyższonej częstotliwości i stosowania atmosfer ochronnych.
- 72* A5 621.785.545.45:669.131.84 19
RUSIN P. I.: **Przemiany zachodzące w ferrytycznym żeliwie ciągliwym przy nagrzewaniu prądami wysokiej częstotliwości.** „Priewraszczenia pri nagriewie ferritno-wo kowkowo czuguna tokami wysoko czastoty“. Wiestn. Maszynostr., t. 32, Nr 9, wrzes. 52, s. 36; A4, 3 str., 1 wykr. 9 mikrogr., 3 poz. bibl. — Przeprowadzone badania wykazują pełną możliwość indukcyjnego hartowania ferrytycznego żeliwa ciągliwego. Przy prawidłowym wyborze procesu nagrzewania (5 — 7 sek.) można otrzymać wystarczające nasycenie austenitu węglem pochodzącym z ośrodków węgla żarzenia. Najlepsze rezultaty otrzymywano przy podgrzewaniu żeliwa do 1050 — 1060°C oraz przy możliwie największej ilości ośrodków węgla żarzenia.
- 73* A5 621.783.231:669-413 19
ISSIERS A. Je., KOŁCA N. T., ANDROSOW A. A.: **Konweytorowy piec do grzania dużych blach stalowych.** „Konweyernaja piecz dla nagriewa tiazelych stalnych listow“. Wiestn. Maszynostr., t. 32, Nr 2, luty 52, s. 58; A4, 3 str., 2 rys., 1 wykr., 1 tabl. — Dokładny opis oraz pełna charakterystyka opalanego mazutem przelotowego konweytorowego pieca do wyżarzania dużych blach stalowych. Przy wymiarach trzona 3364 mm × 8500 mm i temperaturze 1000 — 1100°C otrzymywano wydajność 5000 kg/godz.
- A8 Korozja
- 74* A8 620.191.2:669.131:669.5 19
BASTIEN P., AZOU P.: **Korozja żeliw nieobrabianych powierzchniowo względnie powierzchniowo utlenionych wywołana oddziaływaniem ciekłego cynku.** „Corrosion par le zinc liquide des fontes avec ou sans oxydation préalable“. Fonderie, Nr 74, marz. 52, s. 2831; A4, 15 str., 1 fot., 3 rys., 6 wykr., 12 mikrogr., 1 makrogr., 8 tabl. — Wyniki badań przeprowadzonych na zwykłych żeliwach szarych oraz na żeliwach chromowych, molibdenowych i na żeliwie ciągliwym. Wpływ wstępnego utlenienia powierzchni na odporność korozyjną. Fizyko-chemiczny przebieg procesu korozyjnego. Określenie stopnia odporności poszczególnych żeliw na korozyjne oddziaływanie ciekłego cynku.
- 75 A8 669.15.26:621.791.753:620.196.2 19
SUROWCEWA Je. D., SUCHOBOKOWA N. W., ŁAPIC-KAJA Je. M.: **Badanie korozyjnej odporności stali EŻ-1 i jej połączeń spawanych.** „Issledowanie korrozionnoj stojkosti stali marki EŻ-1 i swarnych sojedinienij iz etoj stali“. Awtožen. Dieło, t. 23, Nr 9, wrzes. 52,

A TECHNOLOGIA METALI c.d.

s. 8; A4, 4,5 str., 3 fot., 1 rys., 6 mikrogr., 9 tabl. — Badania korozyjne połączeń spawanych blach ze stali wysokochromowej (ca 12% Cr) przeprowadzone w warunkach eksploatacyjnych kolumny rektyfikacyjnej ropy naftowej. Długotrwałe badania wykazały, że stal EŻ-1 ulega b. wolno korozji. Z przebadanych dwóch typów spoin — spoiny ze stali 25% Cr i 20% Ni, wykonane elektrodami, wykazały dużą podatność do korozji międzykrystalicznej, spoiny zaś ze stali 18% Cr i 8% Ni z dodatkiem niobu odznaczały się zadawalającymi własnościami antykorozyjnymi.

76* A8 620.193:669.35.24 19

STEWART W. C., La QUE F. L.: **Charakterystyka odporności korozyjnej modyfikowanego żelazem stopu miedź-nikiel (90:10).** „Corrosion resisting characteristics of iron modified 90:10 cupro-nickel alloy“. Corrosion, t. 8, Nr 8, sierp. 52, s. 259; A4, 19 str., 24 fot., 2 rys., 13 wyk., 14 tabl., 23 poz. bibl. — Dokładne omówienie charakterystyki odporności korozyjnej modyfikowanego żelazem (0,01 — 3,52%) stopu miedź-nikiel (90:10). Przeprowadzone próby porównawcze wykazały wyższość stopu miedź-nikiel (90:10) z zawartością żelaza nad stosowanym dotychczas stopem miedź-nikiel (70:30). Próby zastąpienia Fe innymi metalami jak Al, Sn, Mn, Mo, Cr, Si i Nb dały wyniki ujemne. Omówiono zachowanie się stopu w różnych warunkach (obróbka cieplna), jego fizyczne i mechaniczne własności. Badanie przeprowadzono na różnych aparaturach, których opis podano.

77* A8 620.193.41/47:669.294:669.293:669.296: 19
:669.27:669.28

FONTANA M. G.: **Odporność rzadkich metali na korozję.** „Corrosion resistance of rare metals“. Metal Ind., t. 81, Nr 6, sierp. 52, s. 112; A4, 1,5 str., 3 tabl., 1 poz. bibl. — Zestawiona w formie tabel odporność technicznego tantalu, niobu, cyrkonu, wolframu i molibdenu na korozyjne oddziaływanie kwasów: solnego, siarkowego, azotowego, fluorowodorowego, fosforowego, cytrynowego, szczawiowego oraz soli kuchennej, ługu sodowego, roztworu wodnego amoniaku, wody królewskiej, chlorku miedzi i chlorku żelaza.

A10 Różne metody obróbki metali

78* A10 621.793.73:669.866:679:669.018.42 19

Instalacja do proszkowej metalizacji — typ UPN-1. „Ustanowka dla poroszkowo napylenia UPN-1“. Wiestn. Maszynostr., t. 32, Nr 2, luty 52, s. 89; A4, 1 str., 1 rys., 1 tabl. — Opis i techniczna charakterystyka proszkowego pistoletu natryskowego do plastyków i niskotopliwych metali (do 500°C).

79* A10 669.14.018.45:669.268.6 19

KOPEC R.: **Ochrona stali przed oddziaływaniem wysokich temperatur.** „Ochrona oceli proti żaru“. Hutn. Listy, t. 7, Nr 8, sierp. 52, s. 411; A4, 4 str., 2 fot., 1 rys., 1 wyk., 6 mikrogr., 1 tabl., 4 poz. bibl. — W związku z formą podano sposoby zwiększania ogniotrwałości stali. Omówiono wpływ dodatków stopowych oraz dyfuzyjne pokrycia chromem i aluminium. Szerzej potraktowano zagadnienie metalizowania natryskowego.

80* A10 621.785.5:669.268 19

SAMUEL R. L., LOCKINGTON N. A.: **Ochrona powierzchni metalicznych przez chromowanie dyfuzyjne. Część I. Przegląd procesów chromowania.** „The protection of metallic surfaces by chromium diffusion. Part I. Survey of the chromising process“. Metal Treatm., t. 18, Nr 71, sierp. 51, s. 354; A4, 5,5 str., 2 rys., 13 poz. bibl. — Historyczny przegląd zastosowań i sposobów dyfuzyjnego chromowania z bardziej szczegółowym omówieniem chromowania w proszkach, chromowania gazowego oraz przy wyzyskaniu redukcji tlenku chromu. Wykazano przewagę chromowania gazowego wobec stosowania niższej temperatury procesu (1100°C) niż przy chromowaniu w proszkach (1300°C).

81* A10 621.785.5:669.268.001 19

SAMUEL R. L., LOCKINGTON N. A.: **Ochrona powierzchni metalicznych przez chromowanie dyfuzyjne.**

Część II. Wywody teoretyczne. „The protection of metallic surfaces by chromium diffusion“. Part II. Theoretical considerations“. Metal Treatm., t. 18, Nr 72, wrzes. 51, s. 407; A4, 8,5 str., 1 fot., 9 wyk., 13 poz. bibl. — Rozważania teoretyczne nad zjawiskami fizykochemicznymi towarzyszącymi dyfuzji chromu w stali. Czynniki wpływające na stałą dyfuzji. Badania metalograficzne: pomiar grubości warstwy nachromowanej. Zawartość chromu w warstwie nachromowanej. Wpływ temperatury i czasu na grubość warstwy nachromowanej.

82* A10 669.268.7:620.18 19

PLETNIEW D. W., DRUSIENCOWA W. N.: **Przyspieszone chromowanie porowate.** „Uskorieńnoje poristoje chromirowanie“. Wiestn. Maszynostr., t. 32, Nr 2, luty 52, s. 37; A4, 3,5 str., 16 mikrogr., 1 tabl. — Opis struktur powierzchniowo-porowatych powłok chromowych otrzymywanych na żeliwnych pierścieniach przy różnych temperaturach elektrolitu i przy różnych gęstościach prądu. Badania wykazały, że powłoki otrzymywane przyspieszoną metodą chromowania (gęstości prądu 100 i 150 A/dm²) posiadają własności zbliżone do własności powłok zwykłych.

83* A10 620.186:621.794.449:533.5:669.14:669:13 19

OLNEY M. J.: **Ciepne trawienie żeliwa i stali.** „Thermal etching of iron and steel“. Metal Treatm., t. 19, Nr 83, sierp. 52, s. 347; A4, 7,5 str., 1 rys., 13 mikrogr., 50 poz. bibl. — Przegląd literatury traktującej o cieplnym trawieniu żeliwa i stali w próżni. Specjalną uwagę zwrócono na teoretyczną stronę zagadnienia. Przeprowadzono dyskusję wyników osiągniętych na zgładach próbek stalowych poddanych obróbce termicznej w czasie próżniowego trawienia.

84* A10 621.775.6:669.14:621.787.4 19

TARASOW A. M., SWIESZNIKOW D. A.: **Zastosowanie śrutu stalowego do powierzchniowego wzmocnienia części maszyn.** „Primienienie stalnoj drobi dla powierzchnostnowo uprocznienija dietalej“. Wiestn. Maszynostr., t. 32, Nr 8, sierp. 52, s. 34; A4, 3,5 str., 1 fot., 1 wyk., 2 tabl., 3 poz. bibl. — Śrut stalowy jest trwalszy od żeliwnego, mniej niszczy łopatki kulownicy, daje wyższą granicę zmęczenia metalu skulowanego. Sposób otrzymywania śrutu stalowego. Wpływ obtaczania cylindrycznego śrutu stalowego na granicę zmęczenia metalu skulowanego. Porównanie trwałości resorów skulowanych śrutem żeliwnym oraz śrutem stalowym.

85* A10 621.747.54.002:669-14 19

MICHELSON A. A.: **Automatyczna śrutownica do oczyszczania.** „Awtomatieskaja drobiemietnaja oczistnaja maszina“. Litien. Proizw. Nr 5, maj 52, s. 7; A4, 2,5 str., 4 rys. — Opis śrutownicy do oczyszczania odlewów i odkuwek o ciężarze do 20 kg przy produkcji taśmowej. Podane są szczegółowe dane dotyczące: mechanizmu otwierania i zamykania drzwi do komory roboczej, zasilacza śrutu i podajnika odlewów lub odkuwek. Drzwi, podajnik i segmentowe zamknięcie podawania śrutu do wyrzutnika uruchamiane są za pośrednictwem cylindrów pneumatycznych. Wyposażenie elektryczne pozwala na uruchomienie całości (przy normalnej pracy) lub na uruchomienie poszczególnych mechanizmów (przy naprawie).

86* A10 621.775.6:621.787.4 19

KARASIEW N. A.: **Żeliwny śrut do oczyszczania i do powierzchniowego wzmocnienia części maszyn.** „Czugun-naja drob dla oczistki i powierzchnostnowo uprocznienija dietalej“. Litiejn. Proizw., Nr 4, kw. 51, s. 10; A4, 2,5 str., 4 rys., 5 tabl. — Sposoby otrzymywania żeliwnego śrutu drogą rozdrobnienia strumienia płynnego żeliwa przez uderzenie o sito względnie drogą rozpylania sprężonym powietrzem lub strumieniem wody. Nadawanie śrutowi kulistego kształtu i odbielanie. Zabezpieczenie przed korozją. Suszenie śrutu, drobnienie i sortowanie. Sposoby nadawania śrutowi odpowiednich właściwości mechanicznych.

C — PROBLEMY TEORETYCZNE

C4 Wytrzymałość materiałów

87* C4 620.172.251.226:620.172:620.171.311 19
BHATTACHARYA G., CONGREVE W. K. A., THOMPSON F. C.: **Zależność pełzanie-czas przy niezmiennym naprężeniu rozciągającym**. „The creep time relationship under constant tensile stress”. J. Inst. Metals, t. 81, Nr 2, październik 52, s. 83; A4, 9,5 str., 15 wyk., 21 poz. bibl. — Opis przebiegu i wyników prób pełzania w temperaturze pokojowej i temperaturach podwyższonych (do 250°C) przeprowadzonych na czystym chemicznie aluminium, miedzi, kadmie, cynie, ołowiu i eutektycznym stopie cyny z ołowiem. Opis sposobów przeprowadzenia prób. Wyniki zależności odkształcenia od czasu trwania obciążenia. Empiryczne wzory określające wielkość powstałych odkształceń w zależności od czasu i ich ilustracja graficzna w układzie z podwójnie logarytmiczną skalą; zależność ta daje wykres liniowy. Podsumowanie i analiza zachodzących zjawisk.

88* C4 620.178.1:669.112.227.3:669.14:621.785.786 19
ŁOZINSKI M. G.: **Metoda określania przebiegu zmian twardości fazy „alfa” i fazy „gamma” w czasie próżniowego podgrzewania stali do temp. 1100°C**. „Metodika oprieditelija zakonomiernosti izmienienija twierdosti „alfa” i „gama” faz stali pri nagriewie do 1100° w wakuumie”. Dokl. Akad. Nauk SSSR, t. 84, Nr 1, maj 52, s. 63; B5, 4 str., 1 rys., 1 wyk., 4 poz. bibl. — Opis aparatury do pomiaru twardości wysoko podgrzanej stali w próżni. Krzywe przebiegu twardości dwóch stali węglowych o zawartości 0,2% i 0,35% węgla. Wykryto przystanek w przebiegu spadku twardości w miejscu przejścia z fazy „alfa” w fazę „gamma”.

89* C4 621.785.7:621.746.77:539.389.3 19
SKLUJEW P. W., ŁARJONOW N. B., SAPRYGIN I. S.: **Likwidacja naprężeń w elementach poddanych odpuszczeniu**. „Umienszenje naprężenij w dietalach pri otpuskie”. Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 9, wrzes. 52, s. 33; A4, 2,5 str., 6 wyk., 1 tabl., 3 poz. bibl. — Przeprowadzone badania wykazały, że naprężenia szczątkowe wywołane obróbką termiczną, zanikają na skutek relaksacji w czasie odpuszczania. Istotnym czynnikiem wpływającym na proces jest nie czas, lecz temperatura odpuszczania. Zawartość w stali elementów zwiększających wytrzymałość w podwyższonych temperaturach (Cr, Mo) zmniejsza szybkość relaksacji przy temperaturze odpuszczania. Wskutek tego stale stopowe zawierające molibden i chrom wymagają wyższych temperatur odpuszczania.

90* C4 620.178.3:539.26 19
SKULARI P.: **Badanie zjawiska zmęczenia za pomocą rentgena mikro**. „Sledowanija dinamické unawy mikro-roentgenom”. Hutn. Listy, t. 7, Nr 9, wrzes. 52, s. 456; A4, 5 str., 10 fot., 1 rys., 26 poz. bibl. — Badanie przy pomocy promieni rentgenowskich w stopie Al-Cu-Mg i w czystym Al (99,5%) strukturalnych zmian wywołanych zmęczeniem materiału. Osiągnięte rezultaty wykazały przydatność powyższej metody do badań zjawiska zmęczenia w metalach i stopach.

91* C4 620.179.5:669.15—194:669.15.26—198: 19
:620.175.251.2

HUGHES D. E. R.: **Określenie stopnia obrabialności stali na gorąco za pomocą próby skręcania na gorąco**. „The hot-torsion test for assessing hot-working properties of steels”. J. Iron Steel Inst., t. 170, Nr 3, marz. 52, s. 214; A4, 10 str., 3 fot., 3 rys., 8 wyk., 10 mikrogr., 3 tabl., 12 poz. bibl. — Przebieg i analiza prób skręcania na gorąco stali miękkiej, niskowęglowej i wysokowęglowej stali chromowej oraz łatwo obrabialnej

stali zawierającej siarkę. Opis maszyny i metody przeprowadzonych badań. Wyniki badań ujęto w formie wykresów ilustrujących zależność ilości obrotów, po których nastąpiło pęknięcie próbki, od szybkości obrotów oraz od temperatury. Badania makro i mikrograficzne szlifów złamanych próbek. Analiza naprężeń występujących w próbce badanej. Opis budowy urządzenia, rysunek próbki oraz warunki przeprowadzania próby.

92* C4 620.178.3:620.191.33:621.9—422:669.14 19
KUDRIAWCEW I. W.: **Zmęczeniowa wytrzymałość stalowych wyrobów z wadami powierzchniowymi pod postacią wąskich szczelin**. „Ustałostnaja procznost stalnych izdelij s powierchnostnymi diefektami w widie tonkich tieszczin”. Issledowanija procznosti stali, Moskwa 1951, Cniitmasz, t. 40, s. 33; B5, 27 str., 4 fot., 4 rys. 11 wyk. 7 mikrogr., 6 tabl., 9 poz. bibl. — Opis porównawczych doświadczeń zmęczeniowych z próbkami stalowymi: gładkimi, z wąską szczeliną otwartą, z wąską szczeliną zamkniętą przez rolkowanie, azotowanymi przed wykonaniem nacięcia otwartego, azotowanymi po wykonaniu nacięcia zamkniętego i odpuszczonymi do różnych temperatur po wykonaniu nacięcia. Sposób obliczania na zgięcie próbek z wąskim zamkniętym nacięciem. Wyjaśnienie wpływu powierzchniowego wzmocnienia na wytrzymałość zmęczeniową próbek stalowych z zamkniętymi nacięciami. Wnioski praktyczne co do wyrobów stalowych z wadami powierzchniowymi.

93* C4 621.793.3:621.793.7:620.178.3 19
KAZARCEW W. I.: **Porównawcze badania zmęczeniowe próbek stalowych pokrytych powłokami używanymi przy regeneracji części maszyn**. „Srawnitielnyje ispytania na ustałost stalnych obrazcow s pokrytiami primienajemymi pri remontie dietalej maszin”. Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 10, październik 52, s. 66; A4, 4 str., 1 rys., 5 mikrogr., 1 tabl., 6 poz. bibl. — Opis badań zmęczeniowych przeprowadzonych na stali o zawartości 0,43% C, 0,59% Mn i 0,16% Cr i 0,20% Ni. Stwierdzono, że zarówno napawanie (stałą o zaw. 0,08% C i 1,14% Mn), chromowanie, metalizowanie natryskowe (stałą 0,50% C) jak i pokrywanie żelazem wywołuje spadek granicy zmęczeniowej od 20 do 50%.

94* C4 620.178.3:620.194:669.14.018.27 19
KARASIEW N. A.: **Odporność na zmęczenie stali resorowej poddanej działaniu wody**. „O wynosliwosti riesornoj stali marki 55S2 pri deistwiji wody”. Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 5, maj 52, s. 70; A4, 1,5 str., 1 fot., 2 wyk., 1 tabl. — Korozyjne oddziaływanie wody wybitnie obniża (o 66%) granicę zmęczeniową stali resorowej 55S2. „Korozyjna” granica zmęczenia nie zależy w wypadku nieobrobionej powierzchniowo stali od stanu powierzchni. W wypadku zastosowania kulowania stali następuje wzrost „korozyjnej” granicy zmęczenia, lecz wartość jej jest jednak jeszcze w dalszym ciągu niska.

95* C4 621.787.4:621.785.545.45:669.13.018.2: 19
:620.178.3

KURDIAWCEW I. W., SAWNINA N. M.: **Wpływ powierzchniowych wzmocnień na granicę zmęczenia żeliwa o wysokiej wytrzymałości**. „Wlijanje powierchnostnych uprocznienij na ustałostniju procznost swierchprocznowo czuguna”. Litieijn. Proizw., Nr 10, październik 51, s. 19; A4, 6 str., 1 fot., 2 rys., 10 wyk., 6 mikrogr., 5 tabl., 8 poz. bibl. — Wpływ kulowania, rolkowania, powierzchniowego hartowania z nagrzewaniem prądem wysokiej częstotliwości oraz nacięć na granicę zmęczenia żeliwa szarego odlewniczego, żeliwa perlitycznego, żeliwa modyfikowanego i żeliwa o wysokiej wytrzymałości. Sposób otrzymywania, budowa i właściwości żeliwa o wysokiej wytrzymałości, zawierającego grafit sferoidalny.

Niniejszy Przegląd Dokumentacyjny zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu techniki. Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CIDNT przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i oddzielne jej działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne. CIDNT wykonuje (za zwrotem kosztów) fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych zarówno przeglądem dokumentacyjnym jak i kartami dokumentacyjnymi.

Gwiazdkami, obok porządkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotekach poszczególnych ośrodków.

się ich ilość. Energia zderzaka dla najcięższej suwnicy $Q = 50/10$ t, $L = 31.5$ m i $G_s = 75$ ton wynosi:

$$E = 0,00113 \cdot 75 \cdot 110^2 = 1030 \text{ kG m},$$

a więc i dla tej suwnicy wystarczy zderzak szósty.

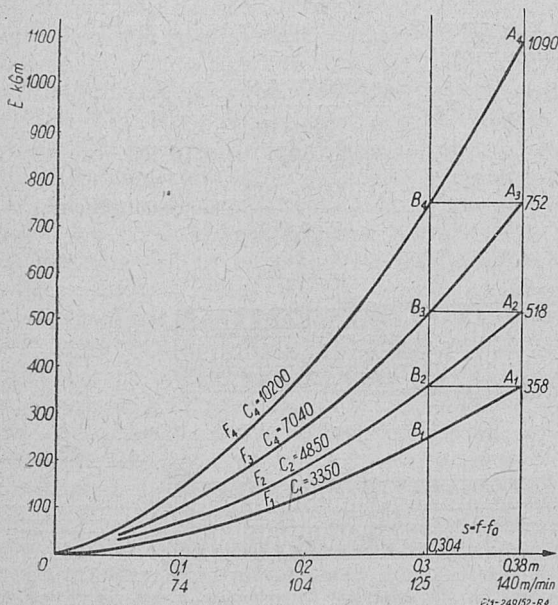
W przypadku gdyby ciężkie suwnice, poruszające się wolniej, wymagały zderzaków o większej energii niż suwnice lżejsze, wtedy punkt B_n (n -tego zderzaka), przez który przeprowadzamy krzywą E_n , posiadałby współrzędną s mniejszą od 0,348 m.

Liczbowa wielkość tej współrzędnej zostałaby określona dla danej szybkości v z wzoru [9].

Mając określone skoki i stałe c wszystkich zderzaków, można przystąpić do ich konstrukcyjnego opracowania. Jak się później przekonamy, większość zderzaków będzie dwójakiego typu: nakładane na czołownicę i dostawiane od jej czoła, co w naszym przypadku dałoby około 10 różnych typów zderzaków. Tak duża ilość typów nie zadowala nas ze względów normalizacyjnych i dlatego konstrukcyjnym rozwiązaniem tych typów zajmować się nie będziemy.

4.3. Typy zderzaków skróconych (z napięciem wstępnym)

W celu zmniejszenia ilości typów zderzaków bez zwiększenia ich skoku, musimy przeanalizować wykresy na rys. 3. Ilość zderzaków zmniejszy się, gdy uda się nam zwiększyć końcową energię zderzaków (podnieść punkty A). Na wysokość punktu A ma wpływ: wysokość punktu B , różnica ich odciętych i stromość wznoszenia się paraboli. Wysokość punktu B przy zderzaku skróconym nie ulegnie zmianie, gdyż przedstawia ona energię pochłanianą przez zderzak przy najlżejszej suwnicy poruszającej się z szybkością 125 m/min. Różnica odciętych może ulec zwiększeniu, gdyż wartość graniczna f_2 , przy odpowiednio dobranym f_0 jest mniejsza dla zderzaka skróconego.



Rys. 4. Wykres zależności $E = \frac{c(f_2^2 - f_0^2)}{2}$ dla zderzaków ze wstępnym napięciem ($s = f - f_0$; $f_0 = 0,091$ m), przy różnych wartościach c .

Na stromość wznoszenia się paraboli mają wpływ dwa czynniki, które są również uzależnione od f_0 . Zależność jest tego rodzaju, że przy zwiększeniu wstępnego ugię-

cia f_0 zwiększa się odległość punktu A od środka paraboli, co jest korzystne.

Równocześnie jednak według wzoru [18] maleje stała c sprężyny, a to jest niekorzystne. Ze względu na dość zawiłą zależność między f_0 i wysokością punktu A , najkorzystniejszą wartość f_0 dobieramy za pomocą prób przeliczeniowych. W każdym razie wyliczona w p. 3.4 wartość $f_0 = \frac{1}{2}$ s nie daje nam największych końcowych

wartości energii (E dla $p.A_1, A_2, \dots$).

W naszym przypadku wybraliśmy $f_0 = 0,3$ s, oraz maksymalny skok zderzaka 0,38 m. Wykres doboru zderzaków rozpoczynamy od wyliczenia granicznej wartości skoku dla prędkości 125 m/min według wzoru [16]. Ponieważ nie mamy bezwzględnej wartości f_0 , wstawiamy do wzoru wartość $f_0 = 0,3$ s i otrzymujemy

$$125 = 212 \sqrt{s} \sqrt{\frac{1 + 2 \cdot 0,3}{\sqrt{1 + 2 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,3^2}}},$$

a stąd graniczną wartość

$$s = 0,304 \text{ m oraz } f_0 = 0,3 \cdot 0,304 = 0,091 \text{ m}.$$

Następnie obliczamy według wzoru [20] energię zderzaka dla najlżejszej suwnicy 5-tonowej ($G_s = 14$ t) przy szybkości 125 m/min.

$$E = 0,00113 \cdot 14 \cdot 125^2 = 247 \text{ kG m}.$$

Poprzednie wartości s i E określają nam punkt B_1 , krzywej E_1 a co zatem idzie i stałą c_1 pierwszego zderzaka według wzoru [18]:

$$c_1 = \frac{2 \cdot 247}{(0,304 + 0,091)^2 - 0,091^2} = \frac{2 \cdot 247}{0,1477} = 3350 \text{ kG/m}$$

Energię końcową zderzaka w p. A_1 obliczamy ze wzoru [2]

$$E_{A1} = \frac{1}{2} 3350 [(0,38 + 0,091)^2 - 0,091^2] = \frac{1}{2} 3350 \cdot 0,214 = 358 \text{ kGm}.$$

Podobne przeliczenie robimy dla następnych zderzaków:

$$c_2 = \frac{2 \cdot 358}{0,1477} = 4850 \text{ kG/m};$$

$$E_{A2} = \frac{1}{2} 4850 \cdot 0,214 = 518 \text{ kGm},$$

$$c_3 = \frac{2 \cdot 518}{0,1477} = 7040 \text{ kG/m};$$

$$E_{A3} = \frac{1}{2} 7040 \cdot 0,214 = 752 \text{ kGm},$$

$$c_4 = \frac{2 \cdot 752}{0,1477} = 10200 \text{ kG/m};$$

$$E_{A4} = \frac{1}{2} 10200 \cdot 0,214 = 1090 \text{ kGm},$$

Z wyliczeń tych widzimy, że pomimo skrócenia skoku zderzaków w stosunku do zderzaków bez napięcia wstępnego, już czwarty z kolei osiąga żadaną przez nas energię. Na podstawie wyliczonych powyżej wielkości można już przystąpić do konstrukcyjnego opracowania tych zderzaków.

Dla suwnic poruszających się wolniej można by opracować w ten sam sposób serię zderzaków, które miałyby

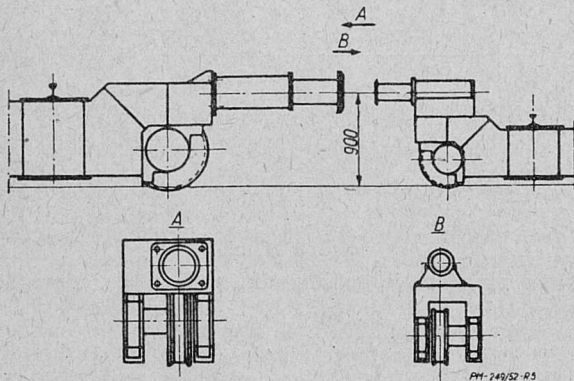
mniejsze wymiary, jednak przed wprowadzeniem należałoby przeanalizować, czy jest to celowe ze względów ekonomicznych.

5. Położenie zderzaków na suwnicy

Nie jest nam wiadome, czy istnieją gdziekolwiek przepisy, ustalające wysokość położenia zderzaków nad szyną. Wymienione w p. 1 przepisy budowy suwnic podają jedynie uwagę, z której wynika, że wysokość położenia zderzaka nad szyną każdorazowo podaje zamawiający, czyli że wielkość ta nie jest znormalizowana. Z rysunków suwnic radzieckich też nie wynika, aby wysokość ta była ustalona, jedynie na nowszych rysunkach suwnic wielokołowych z wahaczami często można spotkać położenie zderzaków na wysokości 1,2 m.

Ustalenie wysokości jest ważne ze względu na sąsiednie suwnice, pracujące na tym samym torze, oraz ze względu na projektowanie hal, projektant bowiem winien mieć z góry ustalone położenie zderzaków, tak jak ma podane obrysy i naciski kół suwnicy.

Przy nowoczesnych suwnicach, w których koła można wytaczać na zewnątrz, położenie zderzaków zależy od wielkości kół i ich ułożyskowań, one więc muszą być najpierw ustalone, zanim przystąpimy do ustalenia wysokości zderzaków. W dziale urządzeń transportowych Biprohutu praca ta została wykonana i wysokość zderzaków w suwnicach 4-kołowych ustalono na 0,9 m. O ile nam wiadomo, wymiar ten został również przyjęty przez biuro CBKM — Bytom dla suwnic 4-kołowych.



Rys. 5. Dwa rodzaje zamocowań zderzaków do czołownicy.

Ustalenie tej wysokości pociąga za sobą, ze względu na zamocowanie, konieczność stosowania 2 typów zderzaków: zderzaka dostawianego do czoła czołownicy i nakładanego. Jak pokazano na rys. 5, korpus zderzaka nakładanego może być przyspawany do czołownicy, a dostawianego musi być, ze względu na łatwość wymiany koła, umocowany na śrubach. Zderzak dostawiany od czoła może w wielu przypadkach zwiększyć dojazd suwnicy do ściany szczytowej, dlatego też dążeniem naszym będzie skonstruowanie zderzaka jak najkrótszego.

Dla suwnic ciężkich, posiadających wahacze, korzystniej jest aby zderzaki zamocowane były wprost na konstrukcji stalowej mostu, a nie na wahaczach, jednakże wtedy wysokość ta musi być większa od 0,9 m. Jest ona uzależniona od rozwiązania mechanizmu jazdy i bez ustalenia typów wahaczy niesposób jest jej ustalić. Niezależnie od ustalenia tej wysokości, w suwnicach z wahaczami powinna być możliwość przemontowania zderzaków na wysokość 0,9 m w przypadku współpracy jej z suwnicą 4-kołową na tym samym torze.

6. Konstrukcja zderzaków

Na podstawie końcowych wyliczeń podanych w p. 4.3. przystąpimy do obliczenia sprężyn.

Zwróćmy uwagę że:

$$c_1 + c_3 = 3350 + 7040 = 10390 \text{ kG/m}$$

Wartość ta różni się od wartości c_4 o niecałe 2%, w związku z czym postaramy się tak dobrać wymiary sprężyn, aby sprężyna zderzaka pierwszego mogła wejść do środka sprężyny zderzaka trzeciego, dając nam komplet sprężyn do zderzaka czwartego. W ten sposób ilość różnych sprężyn zmniejszy się do trzech.

Sprężyna 1. Zakładamy: $r = 1,1 \text{ cm}$, $R = 7,5 \text{ cm}$. Znając c_1 , obliczamy ilość zwojów sprężyny według wzoru [3]:

$$n_1 = \frac{G r^4}{4 c_1 R^3} \cdot 100 = \frac{850000 \cdot 1,1^4}{4 \cdot 3350 \cdot 7,5^3} \cdot 100 \cong 22$$

Całkowita strzałka ugięcia sprężyny wynosi: $f = s + f_0 = 0,38 + 0,091 = 0,471 \text{ m}$.

Siła końcowa zderzaka wynosi:

$$P_1 = c_1 f = 3350 \cdot 0,471 = 1575 \text{ kG}$$

Napężenie skręcające przy pełnym skoku

$$\tau_1 = \frac{2 P_1 R}{\pi r^3} = \frac{2 \cdot 1575 \cdot 7,5}{\pi \cdot 1,1^3} = 5650 \text{ kG/cm}^2$$

Przy wyborze materiału uwzględniamy maksymalne napężenie, częstość jego występowania oraz mały stopień odpowiedzialności sprężyny i wybieramy materiał 7.2.60.

Inne sprężyny obliczamy w identyczny sposób. **Sprężyna 2.** Zakładamy: $r = 1,4 \text{ cm}$, $R = 10 \text{ cm}$ i otrzymujemy:

$$n_2 = \frac{850000 \cdot 1,4^4}{4 \cdot 4850 \cdot 10^3} \cdot 100 \cong 17,$$

$$P_2 = 4856 \cdot 0,471 = 2280 \text{ kG}$$

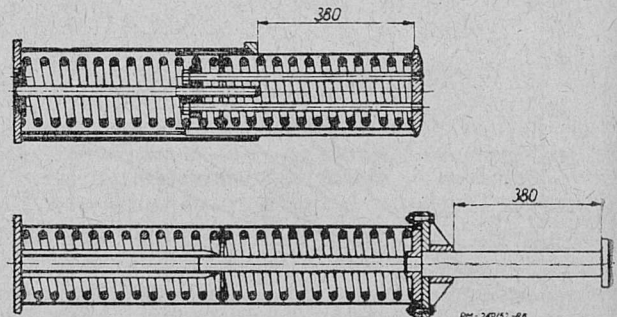
$$\tau_2 = \frac{2 \cdot 2280 \cdot 10}{\pi \cdot 1,4^3} = 5280 \text{ kG/cm}^2.$$

Sprężyna 3. Zakładamy: $r = 1,6 \text{ cm}$, $R = 10,5 \text{ cm}$ i otrzymujemy:

$$n_3 = \frac{850000 \cdot 1,6^4}{4 \cdot 7040 \cdot 10,5^3} \cdot 100 \cong 17,$$

$$P_3 = 7040 \cdot 0,471 = 3310 \text{ kG},$$

$$\tau_3 = \frac{2 \cdot 3310 \cdot 10,5}{\pi \cdot 1,6^3} = 5400 \text{ kG/cm}^2.$$



Rys. 6. Dwa zderzaki dostawiane do czołownicy, o tych samych sprężynach, różniące się jedynie konstrukcją obudowy.

Rys. 6 pokazuje, jak można przez zmianę konstrukcji obudowy znacznie skrócić długość zderzaka. Najczęściej spotykany typ A jest dlatego znacznie dłuższy niż typ B, gdyż w jego długość wchodzi dwa skoki: skok drąga zderzaka i suma luzów między zwojami sprężyny, natomiast w typie B skok drąga odpada.

7. Zakończenie

Potrzeba wprowadzenia ogólnokrajowej normalizacji takich elementów urządzeń transportowych jak sprzęgła, hamulce, przekładnie zębate, zestawy kołowe, zderzaki itp. jest ogólnie uznana. Jednakże takie konstrukcyjne opracowanie owych elementów, aby mogły być zastosowane do wszelkiego rodzaju urządzeń nie jest łatwe i musi je poprzedzić liczne prace teoretyczne. Zadaniem po-

wyższego studium było dokonanie tej pracy dla jednego z fragmentów zagadnienia ogólnego: dla zderzaków.

LITERATURA

1. P. Z. Pietuchow „O stołkowieniach kranów“ Wiestnik Maszynostrojenia. Maszgiz 1948, Nr 4.
2. Iron and Steel Engineer, July 1949 „Specifications for Electric Overhead Traveling Cranes For Steel Mill Service“ AISE Standard No 6.
3. A. O. Spiwakowski i N. F. Rudenko „Podiёмно-транспортные машины“ Maszgiz 1949.
4. G. M. Nikolajewskij „Mostowye kran'y i kranbalki“, Maszynostrojenie tom 9 XXVI.
5. P. Z. Pietuchow „Bufiornyje ustrojstwa“ Maszgiz 1948.

Metody badania zużycia części silnika spalinowego

621.43-222:620.178.162

Mgr inż. EUGENIUSZ MIERNIK

Nowoczesny silnik spalinowy należy w swej obecnej postaci do konstrukcji, w których występują wysokie obciążenia poszczególnych elementów, powodujące m. in. ich zużycie.

Poniżej omówiono kilka metod i urządzeń do pomiarów zużycia części silnika spalinowego, a zwłaszcza elementów najsilniej narażonych na zużycie, tj. tulei cylindra i pierścieni tłokowych. Przy opisie aparatury podany jest zakres jej stosowności i dokładność pomiarów.

1. Wiadomości wstępne

W czasie pracy silnika odbywa się przesuwanie części względem siebie z dużą szybkością i często przy znacznym nacisku jednostkowym. Dla ilustracji można przytoczyć kilka liczb dotyczących przybliżonej ilości obrotów lub drogi przebytej przez elementy przeciętnego samochodu, który przejechał około 1500 km:

wal korbowy	2 800 000 obrotów
wal rozrządczy	1 400 000 obrotów
otwieranie i zamykanie zaworów	1 400 000 razy
droga tłoka	560 000 metrów

Na skutek wzajemnego ruchu części po sobie następuje, mimo smarowania, ich ścieranie, któremu często sprzyjają korodujące oddziaływania produktów spalania paliwa lub zużywania się smarów.

Występującą przy tym utratę materiału przez dany element określa się jako zużycie. Gdy wielkość tej utraty czyli stopień zużycia, przekroczy pewne granice dopuszczalne dla danej części, musi nastąpić jej naprawa lub wymiana dla zapewnienia dalszej prawidłowej pracy konstrukcji. Szybkość zużywania się części silnika spalinowego jest różna dla poszczególnych jego elementów i zależy od wielu czynników. Przy badaniach nad ustaleniem możliwie najkorzystniejszych warunków pracy danego typu silnika musi się więc zwracać uwagę na wpływ poszczególnych czynników na szybkość zużywania się. Najsilniej oddziałują tu: rodzaj smaru, system smarowania, paliwo, warunki spalania, obciążenie silnika, chłodzenie itd. — ponadto w grę wchodzi materiał konstrukcyjny części silnika. Ponieważ badania wpływu tych czynników przeprowadzane laboratoryjnie jako osobne (zaryzykowałbym określenie „oderwane“) próby, np. określanie własności chemicznych czy fizycznych olejów silnikowych, lub badanie ścieralności próbek materiałów, stosowanych w konstrukcji, nie dają miarodajnych, sprawdzających się w eksploatacji rezultatów, najcenniejsze są próby bezpośrednie, silnikowe, możliwie jak najbardziej zbliżone do naturalnych warunków eksploatacji danego typu silnika.

Zużywanie się elementu jest związane z oddzieleniem i usunięciem z jego powierzchni pewnej ilości materiału, przy czym zmniejszają się zarówno jego wymiary liniowe, jak i ciężar.

Badanie zużycia sprowadza się więc do ustalenia zmian wymiarów lub ubytku materiału elementu, poddanego danej próbie.

2. Pomiary zużycia metodą wagową

Wagowe ustalenie wielkości zużycia mogłoby być przeprowadzane dwoma sposobami, a mianowicie przez ważenie elementu przed i po okresie pracy i oddziaływań ścierających — albo też przez ważenie oddzielonych z powierzchni elementu cząsteczek materiału. W tym drugim przypadku osiągnięcie konkretnych wyników jest jednak iluzoryczne, po pierwsze ze względu na niewielkie na ogół ilości materiału, a powtórę z powodu trudności w zupełnym zebraniu całej ilości oddzielonych od elementu cząstek. Dlatego też w grę wchodzi jedynie ważenie elementów, stosowane zwłaszcza przy częściach mniejszych, jak pierścienie tłokowe lub panewki łożysk.

Przy innych częściach silnika, jak np. tulei cylindra, pomiary mogą być obciążone zbyt dużym błędem, gdyż zmiana jej ciężaru wywołana zużyciem, może być przesłonięta wpływem rdzewienia, osadów kamienia kotłowego (przy tulejach mokrych) itd. Ponadto przy pomiarach wagowych nie uzyskuje się rozkładu zużycia na danym elemencie, miejsca bardziej czy mniej zużyte nie zostają uwidocznione, a zwłaszcza w przypadku tulei cylindra można wysnuwać fałszywe wnioski przy określeniu jej zużycia. Tuleja bowiem zużywa się nierównomiernie — największe odchyłki wymiarów, spowodowane usunięciem materiału, występują w górnej partii tulei (okolica między gmp a połową suwu tłoka). Te właśnie największe różnice wymiarów decydują o stopniu zużycia, metoda wagowa zaś dałaby nam wartości średnie, z natury rzeczy znacznie mniejsze.

Pomiary wagowe są dość dokładne (oczywiście, jeżeli uda się wykluczyć uboczne czynniki) — błąd względny przy pomiarach zawiera się w znacznie węższych granicach, niż np. przy metodzie pomiarów liniowych. Ujemną ich stroną jest natomiast konieczność wybudowywania części z konstrukcji, co łączy się często z trudnościami montażowymi, wywołuje zmianę pasowań itd.

3. Pomiary liniowe

Przy ustalaniu obrazu zużycia pewnego elementu (np. tulei cylindra, czopów wału, sworzni, tj. wszędzie tam, gdzie ważne są różnice wymiarów w kilku kierunkach, czy płaszczyznach) specjalnie przydatne mogą być pomiary liniowe. Należy jednak liczyć się z niezbyt wysoką dokładnością pomiaru, gdyż do błędów, wynikających z kon-

strukcji samego przyrządu mierniczego, dojść muszą jeszcze subiektywne błędy pomiarowca.

Dokładność używanych do tego celu czujników mikrometrycznych jest rzędu około 0,4 mikrona (przy przełożeniu 1:1000). Subiektywne błędy pomiarowców zawierają się (wg danych z badań Instytutu Pojazdów Mechanicznych w Dresden [5]) w granicach $\pm 0,4$ do $\pm 0,5 \mu$. Ponieważ pomiar zużycia metodą liniową polega na uzyskaniu różnicy między wymiarami elementu przed i po próbie, musi się do wyniku dodać wielkość błędu. W cytowanych próbach różnica wymiarów elementu (średnica tulei) wynosiła 5μ , a zatem błąd względny wyraża się

$$\frac{0,8}{5,0} \cdot 100 = \pm 16\%$$

Należy tu jeszcze dołączyć stałe błędy instrumentów mierniczych i zestawów badawczych, gdyż poprzednie obliczenia dążyły do ujęcia przypadkowych błędów przy odczytywaniu wyników, Uwzględnienie stałych błędów aparatury, niezależnych od pomiarowca, można wyrazić dodatkiem $\pm 0,2 \mu$ do poprzednio ustalonego błędu, co prowadzi do określenia dokładności pomiarów w granicach $\pm 1,0 \mu$.

Istnieje oprócz tego możliwość wystąpienia jeszcze dalszych, często znacznych odchyłek spowodowanych trudnością przeprowadzenia dwu odnośnych pomiarów (przed i po próbie) w dokładnie tym samym miejscu. Przy posługiwaniu się czujnikiem mikrometrycznym musi być bowiem zapewnione swobodne jego ułożenie w tulei, przez co wykonanie obu pomiarów w tym samym miejscu staje pod znakiem zapytania.

Jak więc z powyższych rozważań wynika, pomiary liniowe mogą być skutecznie przeprowadzane dopiero wtedy, gdy różnice wymiarów będą znaczne, gdyż wówczas błędy pomiarowe nie będą miały tak wielkiego wpływu na wynik i dokładność pomiaru. Uzyskanie jednak większych różnic w wymiarach jest możliwe dopiero po odpowiednio długim okresie pracy badanych elementów, czyli odnośne próby i badania rozciągną się na poważne ilości godzin, prowadząc do wysokich kosztów i długotrwałych zajęć personelu badającego.

Zasadniczą korzyść pomiarów liniowych, tj. uzyskiwanie w wyniku obrazów rozkładu zużycia, można osiągnąć innymi jeszcze sposobami, dającymi zbliżone rezultaty, a mianowicie metodą wykonywania odcisków, oraz przy pomocy specjalnego profilografu.

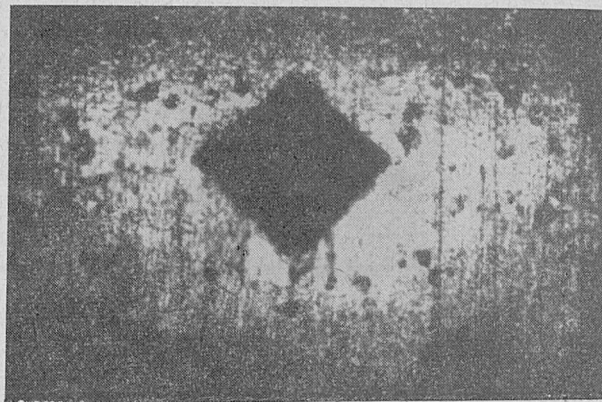
4. Badanie zużycia przez pomiar odcisków

W Instytucie Samochodowym IMAS¹⁾ zastosowano dla badania tulei cylindra metodę pomiaru odcisków. W powierzchnię elementu, którego zużycie ma się zbadać, wciska się ostrze diamentowe o kształcie piramidy. W materiale pozostaje odcisk (rys. 1 i 2), którego przekątną mierzy się przy pomocy urządzenia optycznego o powiększeniu 80-krotnym. Przy wykonywaniu odcisku w żeliwie szarym (siłą 35 kG) długość jego przekątnej l wynosi 500 do 550 μ . Ponieważ kąt wierzchołkowy piramidy α jest znany, można wyliczyć głębokość odcisku h ze wzoru

$$h = \frac{l}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

Kąt α jest tak dobrany, że stosunek $l/h \approx 7$ (bez uwzględnienia drobnych poprawek), a więc przez pomiar

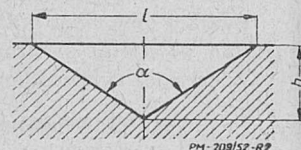
¹⁾ Instytut Maszynowiedzenia Ak. Nauk ZSRR [6].



Rys. 1. Widok odcisku w tulei cylindra

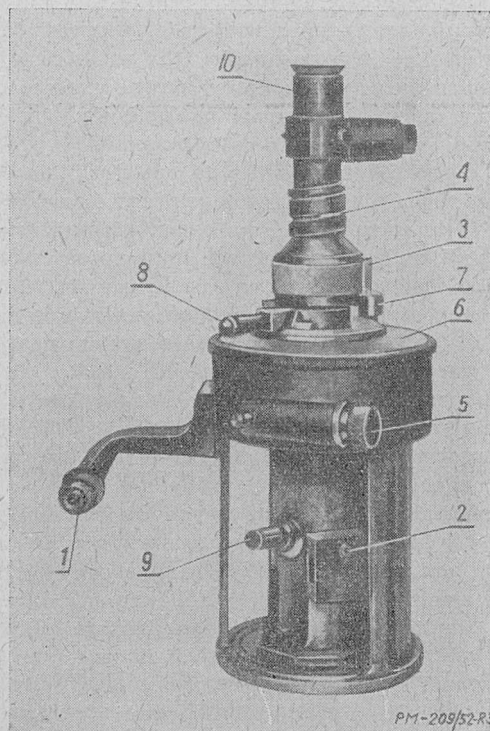
długości przekątnej można ustalać absolutną wielkość zużycia.

Dla posługiwania się tą metodą zbudowano specjalny przyrząd (rys. 3) o następującej konstrukcji:



Rys. 2. Schemat odcisku

Ostrze diamentowe 2 może być wraz ze swą obsadą przesuwane zarówno w kierunku pionowym (równoległe do osi cylindra — na długości 60 mm), jak i ustawiane w kierunku dowolnej tworzącej badanego cylindra. Ruch pionowy powodowany jest pokręcaniem nakrętki 3 na śrubie 4, stanowiącej równocześnie tubus mikroskopu, zaś nastawianie ostrza w kierunku dowolnego promienia odbywa się za pośrednictwem ślimaka 5. Regulacja ruchu ostrza w kierunku pionowym wykonywana być może z dokładnością do 0,1 mm, a obrotu wokół osi cylindra z dokładnością 10° .



Rys. 3. Przyrząd do wykonywania i pomiaru odcisków: 1 — ramię do ustalenia przyrządu wg sąsiedniego cylindra, 2 — ostrze diamentowe, 3 i 4 — nakrętka i śruba posuwu pionowego (równocześnie tubus mikroskopu), 5 — gałka ślimaka obracającego przyrząd, 6 — podziałka katowa, 7 — rękojeść mimośrodowo wciskającego ostrze, 8 — rękojeść do odsuwania igły i ustawienia obiektywu mikroskopu, 9 — obiektyw mikroskopu, 10 — okular.

Nastawione na żądany punkt ostrze wciska się w materiał tulei cylindra przy pomocy mimośrodowo, uruchamiającego rękojeścią 7. Po wykonaniu odcisku ostrze odsuwa się przy pomocy rękojeści 8, skierowującej równocześnie obiektyw mikroskopu na odcisk. Przez okular mikroskopu 10, zaopatrzonego w podziałkę odczytuje się długość przekątni odcisku w μ . Wykonuje się w ten sposób szereg odcisków w różnych miejscach tulei cylindra. Po założeniu głowicy silnik można uruchomić i poddać próbom. W czasie ruchu silnika następuje zużywanie się gładzi cylindra, wyrażające się usunięciem zewnętrznej warstwy metalu z jej powierzchni. Głębokość odcisku zmniejsza się więc, a równocześnie maleją jego przekątne. Ponowny pomiar długości przekątnych poszczególnych odcisków prowadzi po przeliczeniu do stwierdzenia grubości usuniętej z powierzchni gładzi warstwy metalu.

Przy posługiwaniu się tym przyrządem należy pamiętać o możliwości następujących błędów:

1) z powodu sprężystości metalu odcisk nie zachowuje dokładnego kształtu piramidy po usunięciu ostrza; rzeczywista głębokość odcisku zmniejsza się nieco. Według danych z prac prof. M. M. Chruszczowa [6], który metodę odcisków stosował przy badaniu zużycia gładkich powierzchni, wielkość sprężystego odkształcenia żeliwa szarego przy odcisku o przekątnej 450 do 500 μ wynosi około 10% głębokości odcisku.

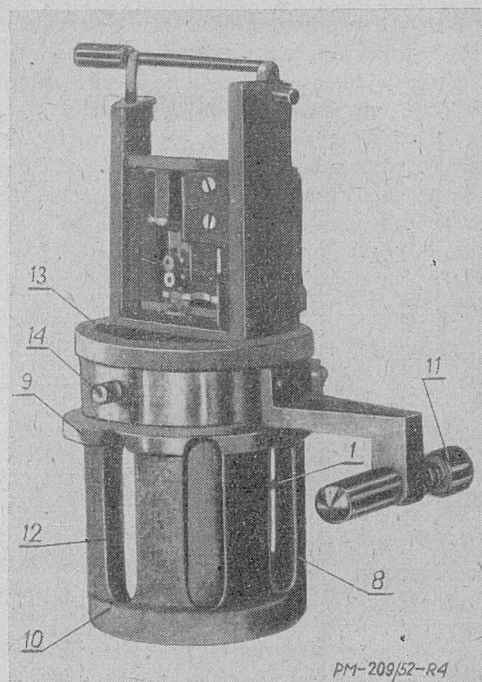
2) Zmniejszenie rzeczywistej głębokości odcisku w porównaniu z obliczeniową może również nastąpić wskutek mimośrodowości odcisku, wywołanej ugięciem uchwytu ostrza, poza tym odcisk wykonywany jest nie na powierzchni płaskiej lecz cylindrycznej.

Ostatnie odchyłki nie przewyższają jednak 1% głębokości odcisku. Ponieważ przy badaniach porównawczych możemy zadowolić się zmianami długości przekątnej, bez przeliczania głębokości odcisku, wspomniane wyżej błędy nie będą miały zbyt wielkiego wpływu na przydatność przyrządu.

Jako zalety tej metody można wymienić stosunkowo wysoką dokładność pomiaru, znaczne skrócenie czasu badań, możliwość mierzenia zużycia tulei cylindra w kierunku dowolnego promienia i dowolnej tworzącej, a wreszcie możliwość uchwycenia rzeczywistej wielkości zużycia ścianki w przypadku odkształceń tulei cylindra, jaka często występuje w początkowym okresie pracy silnika (na skutek rozładowania wewnętrznych naprężeń odlewniczych czy obróbkowych) zmniejszając rzeczywistą średnicę tulei w porównaniu z pomierzoną przed przeprowadzeniem próby.

5. Profilograf

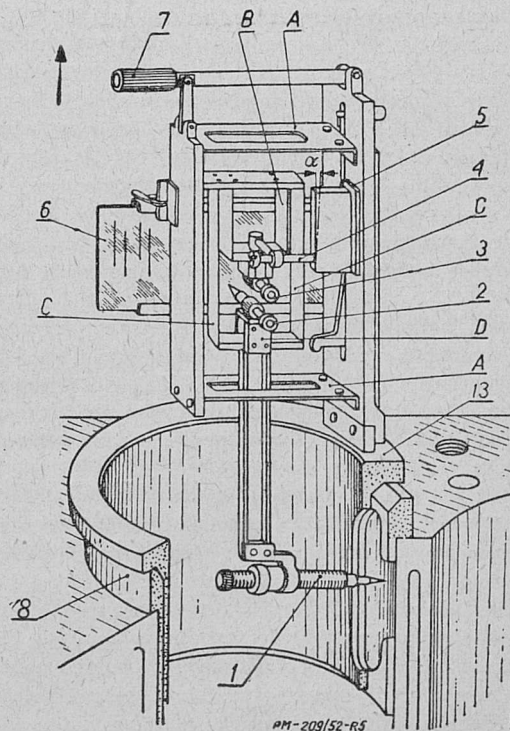
Aby uzyskać dokładny obraz zużycia w miejscach, gdzie przebiega ono w sposób bardzo nierównomierny, konieczne byłoby zagęszczenie punktów pomiarowych, co komplikuje badanie i nawet nie zawsze jest możliwe do wykonania. Tego rodzaju badanie dotyczy przede wszystkim górnej partii tulei cylindra, gdzie wielkość zużycia zmienia się bardzo silnie na niewielkiej przestrzeni, licząc w kierunku osi cylindra. Profilograf, zaprojektowany w Instytucie Maszynoznawstwa Akademii Nauk ZSRR [2], umożliwia odtworzenie profilu powierzchni tulei cylindra wzdłuż dowolnej tworzącej na przestrzeni 20 mm od górnej krawędzi cylindra, tj. w strefie najsilniejszego zużycia. Konstrukcja przyrządu opiera się na projektach Akademika W. P. Linnika, znanej postaci w dziedzinie badań mikrogeometrii powierzchni. Opisany profilograf należy do przyrządów stykowych mechanicznych, a różni się od



Rys. 4. Profilograf: 1 — igła wzorująca, 8 — tuleja zewnętrzna, 9, 10 — pierścienie (obrzeża) centrujące, 11 — ramię do ustalania profilografu wg sąsiedniego cylindra, 12 — okno dla igły wzorującej, 13 — tuleja wewnętrzna, 14 — zacisk.

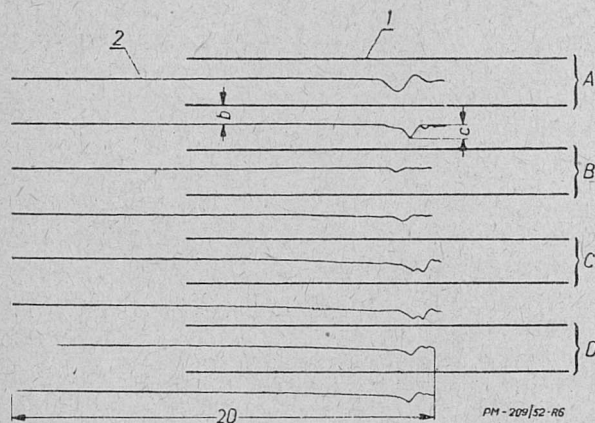
stosowanych w profilografii i profilometrii, przede wszystkim długością trasy igły wzorującej i dokonywaniem zapisów w naturalnej wielkości.

Przyrząd, pokazany na rys. 4 i 5, umocowuje się w badanym cylindrze. Igła wzorująca 1 może poruszać się w jednym z ośmiu okien, wykonanych w zewnętrznej tulei przyrządu, a więc możliwe jest wykonanie zapisów profilu wzdłuż ośmiu tworzących, rozmieszczonych co 45°. Ruch igły wzorującej następuje pod wpływem poruszania rączki 7 w kierunku zaznaczonym strzałką. Ruch igły



Rys. 5. Schemat profilografu (oznaczenia w tekście).

wzorującej rejestrowany jest przez igłę piszącą 2 na płycie szklanej 6 pokrytej cienką półprzezroczystą warstwą srebra. Na płycie zostaje wykreślona równocześnie druga linia, tzw. linia bazowa, kreślona przez igłę 3 złączoną ze stykiem 4, poruszającym się po specjalnym liniale 5. Linia bazowa jest równoległa do osi badanego cylindra i od niej odmierza się w naturalnej wielkości odległość zapisu profilu ścianki (rys. 6).



Rys. 6. Powiększona reprodukcja profilogramów wykonanych w cylindrze silnika: 1 — linia bazowa, 2 — linia profilu, b — stały odstęp między liniami 1 i 2, c — największe zużycie.

Pomiar odległości obu tych linii można przeprowadzać przy pomocy mikroskopu z podziałką, lub wykonywać powiększenia fotograficzne zapisów, używając płytki szklanej jako negatywu. Posługiwać się można przy tym normalnym aparatem do powiększeń.

Niezależność poszczególnych elementów rejestrujących i wierne odwzorzenie badanego profilu uzyskuje się dzięki odpowiedniemu zawieszeniu odnośnych części przy pomocy par płaskich sprężyn (A-A, B-B, C-C). Elementy 1 i 2, oraz 3 i 4 wykonują wspólny ruch w górę (w kierunku oznaczonym strzałką), mają natomiast możliwość niezależnych przesunięć w kierunku prostopadłym do poprzedniego. Dokładność rejestracji profilu dochodzi do $2-3 \mu$ [2].

Profilograf ten jest bardzo prosty w użyciu i może być obsługiwany przez pracownika nie mającego specjalnych kwalifikacji. Czas wykonania profilogramów jednego cylindra wynosi od 5 do 8 minut, a zbadanie zapisów pod mikroskopem nie trwa również dłużej niż 10 minut.

Do wykonania badań zużycia tulei przy pomocy profilografu wystarczy zdjęcie głowicy z bloku silnika i wprowadzenie tłoka w odnośnym cylindrze do dmp.

6. Badanie zużycia przez pomiar koncentracji żelaza w oleju smarującym

Opisane powyżej metody badania zużycia wykazywały jedną zasadniczą niedogodność, a mianowicie konieczność unieruchamiania badanego silnika i bodaj częściową jego rozbiórkę. Poza tym próby musiały trwać dość długo, aby mogły wystąpić zmiany wymiarów, rzędu uchwytne przy pomocy opisywanych metod.

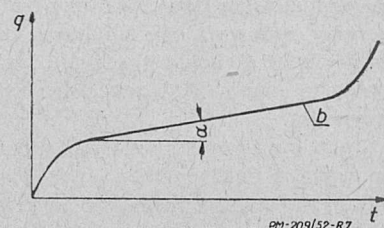
Stopień zużycia, a zwłaszcza szybkość i charakter przebiegu zużywania się, można również określać przy pomocy badania zawartości żelaza w oleju smarującym silnik w czasie jego pracy. Metoda ta może być zaliczona do badań w a g o w y c h, stwierdzających ilość metalu oddzielonego od elementu w trakcie jego zużywania się. Metoda ta, objęta w ZSRR normą państwową [3], polega na stwierdzeniu procentowej zawartości żelaza w próbkach oleju smarującego silnik, pobieranych podczas badań w określonych odstępach czasu. Koncentrację żelaza w oleju moż-

na określić analizą chemiczną lub metodą fotokolorymetryczną. Ta ostatnia wykorzystuje różnice w przepuszczalności światła przez odpowiednio przygotowany roztwór próbki oleju smarującego, wywołane różną ilością zawartego w oleju żelaza. Przepisaną ilość oleju z próbki, pobranej według zasad normy, spala się w tyglu i wyżarza do stałego ciężaru, a pozostałość po wyżarzeniu miesza z odczynnikami chemicznymi i przygotowuje określony roztwór. Przy pomocy fotometru (np. fotometru systemu Pulfricha) stwierdza się przepuszczalność światła przez badany roztwór, w porównaniu z wodą destylowaną. Tą drogą uzyskuje się dane do oznaczenia koncentracji żelaza w badanym oleju. Po przeliczeniu otrzymuje się wielkość zużycia, wyrażoną w gramach żelaza na godzinę.

Wyniki prób, naniesione na wykres, dają tzw. „linie zużycia“, obrazujące przebieg i charakter zużywania się silnika (ściślej: jego zawierających żelazo części).

Typowa „linia zużycia“ silnika samochodowego pokazana jest na rys. 7. Początkowy szybki wzrost linii zużycia zachodzi przy docieraniu się silnika, następnie odbywa się równomierne zużywanie się, którego szybkość wyraża kąt α ; punkt b wskazuje na konieczność zmiany oleju w misce olejowej.

Przy tej metodzie należy mieć na uwadze kilka czynników [8], mogących mieć wpływ na prawidłowość wyników; przebieg wzrostu koncentracji żelaza w oleju zależy np. w dużym stopniu od systemu smarowania silnika, stosowania różnego rodzaju filtrów oczyszczających olej, rozcieńczania oleju przez paliwo itp. Uwzględniwszy więc odpowiednie poprawki osiąga się przy pomocy tej metody wyniki bardzo dokładne, a co najważniejsze badania mogą trwać znacznie krócej.



Rys. 7. „Linia zużycia“ silnika spalinowego: q — ilość żelaza w oleju smarującym silnik, t — czas badania.

Zasadniczą wadą tej metody jest jej integralny charakter. W oleju mianowicie zbierają się cząsteczki żelaza z wszystkich zużywających się części silnika, metodą tą więc nie da się określić przebiegu zużywania jakiegoś jednego, interesującego w danym przypadku elementu.

Trudność tę usiłowano obejść przy badaniach wpływu różnych olejów na zużywanie się pierścieni tłokowych i tulei cylindra [4] przez użycie do badań specjalnego silnika z oddzielnym obiegiem oleju smarującego gładź badanego cylindra.

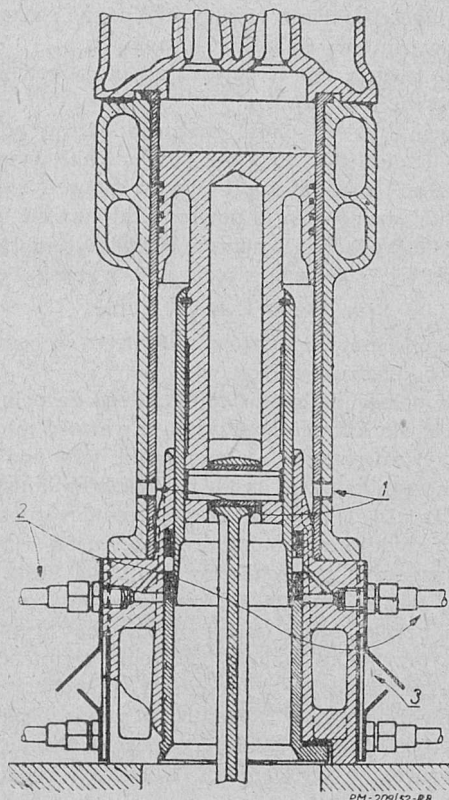
Przekrój tego silnika pokazany jest na rys. 8.

Nasuwa się tu jednak pytanie, czy w układzie badawczym nie istnieją odmienne warunki pracy, niż w normalnym silniku. Dlatego też z wyników takich badań nie można korzystać bez zastrzeżeń.

7. Badanie zużycia przy pomocy radioizotopów

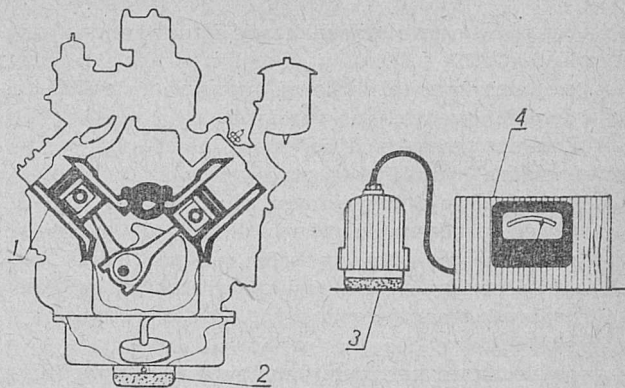
Jak podają źródła amerykańskie, wielkie koncerny samochodowe wykorzystują w szerokim zakresie zjawiska radioaktywności do wielorakich badań silników i pojazdów w eksploatacji. W zakresie nas tu interesującym można wspomnieć o metodzie badania zużycia np. pierścieni tłokowych. Pierścienie przeznaczone do badań poddaje się bombardowaniu w reaktorze Oak Ridge, wskutek czego

stają się one radioaktywne. Pierścienie te zakłada się na tłoki przy zastosowaniu specjalnej techniki ekranowania, a następnie montuje się silnik i puszcza w ruch. W czasie pracy silnika następuje zużycie pierścieni tłokowych,



Rys. 8. Schemat silnika z oddzielnym smarowaniem gładzi cylindra: 1 — odpływ oleju smarującego, 2 — odprowadzenie oleju z cławika, 3 — odpowietrzenie dolnej części cylindra.

a cząsteczki żelaza, startego z ich powierzchni, wędrują wraz z olejem smarującym do miski olejowej silnika i osiadają na jej dnie. Próbkę oleju pobrana z miski olejowej zawierać więc będzie radioaktywne cząsteczki żelaza z pierścieni tłokowych. Zależnie od intensywności zużycia się pierścieni, cząstek tych będzie w oleju więcej lub mniej, co stwierdzi się przez pomiar licznikiem Geigera radioaktywności próbki oleju, zawierającej usunięty z pierścieni tłokowych metal. Układ pomiarowy obrazuje rys. 9.



Rys. 9. Schemat pomiaru zużycia radioaktywowanych pierścieni tłokowych: 1 — aktywizowanie pierścieni tłokowych, 2 — odbiór próbek oleju, 3 — pomiar radioaktywności, 4 — licznik Geigera.

Czułość metody radioizotopowej jest tak wysoka, że zużycie pierścieni można stwierdzić już po kilku pierwszych minutach pracy silnika.

Należy podkreślić, że nie zachodzi konieczność rozbierania silnika w czasie prób, oraz że można od razu mierzyć zarówno przebieg i stopień zużycia, jak i całkowitą jego wielkość.

* * *

Podany powyżej krótki przegląd metod badania zużycia wskazuje na trudności, z jakimi pomiary tego rodzaju są związane. Wyłania się tu ponadto problem opracowania możliwie sprawnego urządzenia pomiarowego, które mogłoby być z powodzeniem używane w warunkach warsztatowych, gdyż opisywane tu metody posługują się na ogół aparaturą bardziej skomplikowaną, dostosowaną raczej do badań naukowych i laboratoryjnych.

LITERATURA

1. P. E. Diaczenco — „Ob iznosie dietalej maszin“ WOPROSY MASZYNOWIEDIENIJA — 1950.
2. E. S. Berkowicz — „Profilograf dla izmierenia iznosa stienok cylindrow dwigatielej“ WOPROSY MASZYNOWIEDIENIJA — 1950.
3. GOST 3878—47 — „Metod postrojenia linii iznosa dwigatielej i mechanizmow“.
4. D. Downs and J. H. Pigneguy — „Lubricating Oil Tests“ AUTOMOBILE ENGINEER Nr 511, 1949.
5. Dr Ing R. Poppinga — „Verschleiss und Schmierung, insbesondere von Kolbenringen und Zylindern“ Berlin 1942.
6. S. E. Ostrowskaja — „Nowyj sposob izmierenia iznosa cylindrow dwigatela metodom otpieczatkow“ WOPROSY MASZYNOWIEDIENIJA — 1950.
7. G. G. Manov and O. M. Bizzel — „The Availability of Radioisotopes and Their Application to Petroleum and Automotive Research“ SAE — Journal — February 1952.
8. K. W. Wencelj — „K woprosu o metodykie ispitania masel w dwigatielach“ WIESTNIK MASZYNOSTROJENIJA 1/1952.

Obliczanie optymalnych parametrów konstrukcyjnych wymienników ciepła turbin gazowych

621.438.082:536.2

Mgr inż. ANDRZEJ KONORSKI

Stosowane ogólnie metody wyznaczania zasadniczych parametrów konstrukcyjnych wymienników ciepła opierają się przeważnie na przyjęciu „na oko“ wartości współczynników przenikania ciepła.

Poniżej przedstawiono metodę obliczeniową, umożliwiającą określenie optymalnych parametrów konstrukcyjnych wymienników ciepła turbin gazowych, opartą na przesłankach ekonomicznych.

Oznaczenia

- a — stała zależna od danych warunków
 b — stała zależna od danych warunków
 F — powierzchnia, m^2
 F_o — powierzchnia przepływu w komorach na 1 rurkę, m^2
 F_w — powierzchnia wymiany ciepła (wg wewn. średnicy rurek), m^2

- F_z — powierzchnia wymiany ciepła (wg zewn. średnicy rurek), m^2
 F_{wo} — powierzchnia całkowita dla przepływu zewnątrz rurek, m^2
 C — stała zależna od warunków konstrukcyjnych
 c_{pw} — ciepło właściwe czynnika wewnątrz rurek, $kcal/kg.^{\circ}C$

- C_{pz} — ciepło właściwe czynnika zewnątrz rurek, kcal/kg.°C
 D_o — średnica koła (pomyślanego) o powierzchni F_o , m
 D_w — średnica wewnętrzna rurek, m
 D_z — średnica zewnętrzna rurek, m
 D_h — średnica hydrauliczna, m
 D_{wo} — średnica wewnętrzna osłony, m
 f — współczynnik tarcia gazu o rurkę
 G_w — natężenie przepływu gazu w rurkach, kg/h
 G_z — natężenie przepływu gazu poza rurkami, kg/h
 g_w — jednostkowe natężenie przepływu w rurkach, kg/m².h
 g_z — jednostkowe natężenie przepływu gazu poza rurkami, kg/m².h
 g — przyspieszenie ziemskie, m/sek²
 k — współczynnik przenikania ciepła, kcal/m².h.°C
 L — długość rurki, m
 n — ilość rurek
 P — rozstawienie osi rurek
 P_r — liczba Prandtila
 Δp_w — całkowity spadek ciśnienia dla przepływu wewnątrz rurek, kg/m²
 Q — całkowita ilość wymienionego ciepła, kcal/h
 R — stosunek $\left(R = \frac{P}{D_z}\right)$
 Re — liczba Reynoldsa
 S — całkowity koszt roczny, zł
 Δt_{sr} — średnia logarytmiczna różnica temperatur, °C
 w — szybkość przepływu w rurkach, m/sek
 U — obwód zwilżony
 α_w — współczynnik przejmowania ciepła wewnątrz rurek, kcal/m².h.°C
 α_z — współczynnik przejmowania ciepła zewnątrz rurek, kcal/m².h.°C
 γ_w — ciężar właściwy gazu w rurkach, kg/m³
 γ_z — ciężar właściwy gazu poza rurkami, kg/m³
 μ_w — lepkość dynamiczna gazu w rurkach, kg/mh
 μ_z — lepkość dynamiczna gazu poza rurkami, kg/mh
 φ — stała zależna od danych warunków
 Ψ — stała zależna od danych warunków
 λ — współczynnik przewodzenia ciepła
 ξ — współczynnik strat

1. Wstęp

Przy danym typie wymiennika (np. typ rurekowy, przeciwnyprądowy), danych natężeniach przepływu po obu stronach powierzchni rurek, temperaturach początkowych i końcowych oraz własnościach fizycznych gazów, pomiędzy którymi zachodzi wymiana ciepła, możemy z podstawowych wzorów, wyznaczyć powierzchnię rurek F . Powierzchnię tę zrealizujemy, przez odpowiednie dobranie do siebie trzech wartości:

- średnicy rurek D
- długości rurek L
- ilości rurek n

Dla uzyskanego w ten sposób schematu wymiennika należy sprawdzić, czy zachodzący w nim spadek ciśnienia nie przekracza dopuszczalnych wielkości. Jest jasne, że taki mniej lub więcej dowolnie dobrany zespół tych 3-ch wielkości nie musi być zespołem optymalnym tzn., że może istnieć jakiś inny zespół, wg którego skonstruowany wymiennik będzie lepiej spełniać swoje zadanie.

Opracowana w r. 1942 przez F. D. Cardwella [2] metoda obliczeniowa określa pojęcie optimum konstrukcyj-

nego wychodząc z przesłanek ekonomicznych. Jak wiadomo, głównymi elementami kosztów wymiennika są:

a) koszty inwestycyjne, wyrażające się w wysokości rocznego odpisu, który zależy (oprócz wielkości urządzenia) od długości okresu amortyzacyjnego, rodzaju wymiennika, warunków finansowo-prawnych;

b) koszt zużycia mocy, potrzebnej na pokonanie oporów przepływu wymiennika.

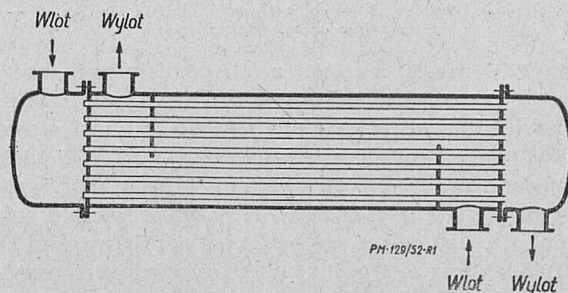
Przypuśćmy, że wysokość rocznego odpisu amortyzacyjnego w odniesieniu do 1 m² powierzchni wymiennika wynosi A zł/m². rok, zaś koszt zużycia mocy B zł/KM.rok. Wówczas dla wymiennika o powierzchni rurek F m², wymagającego dla pokonania oporów przepływu mocy N KM, całkowity koszt roczny wynosić będzie:

$$S = A \cdot F + B \cdot N \text{ zł/rok,}$$

z pominięciem innych kosztów, niezależnych od doboru parametrów konstrukcyjnych.

Zadanie polega na znalezieniu takiego zespołu wartości D , L i n , dla którego S przyjmuje wartość minimalną. Zadanie to będzie łatwe do rozwiązania, jeśli uda się wyrazić S jako funkcję 2-ch tylko parametrów konstrukcyjnych (np. D i L). Wtedy dla każdej średnicy rurki D będzie można znaleźć optymalną średnicę rurek.

Aby wyznaczyć potrzebne w tym celu funkcje $F = f_1(D, L)$ oraz $N = f_2(D, L)$, konieczne jest zdecydowanie się na pewien ściśle określony schemat wymiennika. W naszym przypadku metodę obliczenia wymiennika pokazano na przykładzie wymiennika przeciwnyprądowego, wielorurkowego wg rys. 1. Nadto potrzebne będzie uzycie dalszych jeszcze założeń, odnośnie układu geometrycznego rurek w wymienniku, o których będzie mowa poniżej.



Rys. 1. Schemat wymiennika przeciwnyprądowego.

Metoda niniejsza została rozwinięta specjalnie dla umożliwienia szybkiego wyznaczania parametrów konstrukcyjnych wymienników ciepła, wchodzących w skład obiegów turbin gazowych. Może być jednak użyta również do obliczania innych wymienników, w których zachodzi wymiana ciepła pomiędzy ciałami gazowymi.

2. Ruch ciepła

Z wzoru Newtona na ruch ciepła:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{sr} \text{ kcal/sek} \quad [1]$$

gdzie przy przepływie przeciwnyprądowym

$$\Delta t_{sr} = \frac{(t'_1 - t'_2) - (t''_1 - t''_2)}{\ln \frac{t'_1 - t'_2}{t''_1 - t''_2}}, \text{ przy czym } (t'_1 - t'_2) \text{ i } (t''_1 - t''_2)$$

różnice temperatur obu czynników na wejściu i na wyjściu, otrzymujemy równanie:

$$\frac{Q}{\Delta t_{sr}} = k \cdot F, \quad [2]$$

w którym po lewej stronie znajdują się wielkości dane, po prawej zaś wielkości, zależne od odbioru parametrów konstrukcyjnych. Wzór na tzw. opór cieplny:

$$\frac{1}{k \cdot dF} = \frac{1}{\alpha_w \cdot dF_w} + \frac{1}{\alpha_z \cdot dF_z} \quad [3]$$

Pominięto tu człon, uwzględniający przewodnictwo materiału rurek jako niewielki w stosunku do pozostałych członów, jak również wpływ zanieczyszczeń.

Wielkości powierzchni elementarnych wynoszą:

$$\text{zewnątrz rurki } dF_z = \pi D_w \cdot n \cdot dL$$

$$\text{wewnątrz rurki } dF_w = \pi D_z \cdot n \cdot dL$$

Podstawiając to do równania [3] otrzymamy:

$$\frac{1}{k \cdot dF} = \frac{1}{\pi \cdot n \cdot dL} \left(\frac{1}{\alpha_w D_w} + \frac{1}{\alpha_z D_z} \right);$$

czyli

$$k \cdot dF = \frac{\pi D_w \cdot \alpha_w \cdot n \cdot dL}{1 + \frac{\alpha_w D_w}{\alpha_z D_z}},$$

zaś po scałkowaniu:

$$k \cdot F = \frac{\pi D_w \cdot \alpha_w \cdot n \cdot L}{1 + \frac{\alpha_w D_w}{\alpha_z D_z}} \quad [4]$$

Wartości współczynników α_w , α_z , k są oczywiście zmienne przy przepływie wzdłuż powierzchni F , ponieważ zmienia się temperatura gazów, a z nią ich własności fizyczne. Użyjemy tu wartości współczynników, opartych na średniej temperaturze gazów.

Wg Mc Adamsa możemy napisać:

$$\alpha_w = 0,132 \cdot \frac{\lambda}{D} \cdot Re^{0,8} \cdot Pr, \quad [5]$$

$$\text{gdzie liczba Reynoldsa } Re = \frac{w \cdot D}{\nu},$$

$$\text{liczba Prandtla } Pr = \frac{\nu \cdot \gamma_w \cdot c_{pw}}{\lambda},$$

$$\text{lepkość kinematyczna } \nu = \frac{\mu}{\gamma_w},$$

$$\text{szybkość przepływu: } w = \frac{G_w}{F \cdot \gamma_w} = \frac{g_w}{\gamma_w}.$$

Podstawiając powyższe wyrażenie do wzoru [5] otrzymamy wyrażenie na współczynnik przejmowania ciepła pomiędzy gazem, płynącym wewnątrz rurki a ścianką rurki w postaci, otrzymanej przez Adamsa:

$$\alpha_w = 0,132 \cdot \frac{c_{pw} g_w^{0,8} \cdot \mu_w^{0,2}}{D_w^{0,2}}, \quad [6]$$

g_w oznacza tutaj jednostkowe natężenie przepływu w

$$\text{kg/m}^2 \cdot \text{h} \text{ i wyraża się wzorem: } g_w = \frac{4 \cdot G_w}{D_w^2 \cdot n}$$

Podstawiając do równania [6] otrzymamy:

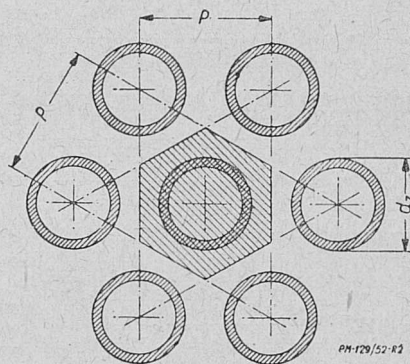
$$\alpha_w = \frac{0,160 \cdot c_{pw} \cdot \mu_w^{0,2} \cdot G_w^{0,8}}{n^{0,8} \cdot D_w^{1,8}} = \frac{a}{n^{0,8} \cdot D_w^{1,8}} \quad [7]$$

gdzie $a = 0,160 \cdot c_{pw} \cdot \mu_w^{0,2} \cdot G_w^{0,8}$.

Wielkość a jest stałą, zależną od warunków danych. Wyliczamy ją tylko raz dla danego zadania.

Spróbujmy teraz wyrazić również współczynnik α_z przejmowania ciepła pomiędzy rurkami a gazem płynącym zewnątrz nich, jako funkcję tych samych dwu parametrów n i D . Będzie to nieco trudniejsze, ponieważ

przepływ zewnątrz rurek nie jest do nich równoległy. Istotnie z rys. 1 widać, że w pobliżu końców wlotowego i wylotowego przepływ gazu ma kierunek prawie prostopadły do osi rurek. Nadto obecność przepon również mocno komplikuje obraz przepływu; przepony powodują zmianę kierunku przepływu gazu, zaś obszary za przeponami są „martwe“, tzn. znajdująca się tam powierzchnia rurek prawie nie bierze udziału w oddawaniu ciepła. Powstałe stąd odchylenia pomiędzy stanem obliczonym a rzeczywistym są nieuniknione, ponieważ do chwili obecnej nie jesteśmy w posiadaniu wzorów obliczeniowych, ujmujących w sposób ścisły wpływ obecności przepon w wymienniku na zachodzący w nim proces oddawania ciepła.



Rys. 2. Schemat rozmieszczenia rurek w wymienniku.

Założymy układ geometryczny rurek w wymienniku wg rys. 2. Osie wszystkich rurek są to od siebie równoległe rozmieszczone w odległości P , przy czym $\frac{P}{D_z} = R$.

Na ogół w wymiennikach omawianego typu

$$1,25 \leq R \leq 1,5.$$

Przy takim układzie geometrycznym rurek w wymienniku zachodzi przybliżona zależność pomiędzy ilością rurek n , wielkością odstepu rurek P i średnicą wewnętrzną osłony D_{wo} :

$$\frac{D_{wo}}{P} = 1,09 \cdot \sqrt{n}, \quad [8]$$

tzn., że wykres funkcji $\frac{D_{wo}}{P} = f(\sqrt{n})$ jest linią prostą

o nachyleniu 1,09. Zależność ta dla zakresu: $30 < n < 1135$, a więc w zakresie stosowanym w wymiennikach, daje odchylenie od rzeczywistości nie przekraczające 1,4%, może więc być uznana za dostatecznie dokładną dla naszych celów.

Z równania [8]:

$$D_{wo} = 1,09 \cdot P \cdot \sqrt{n},$$

czyli

$$D_{wo} = 1,09 \cdot R \cdot D_z \cdot \sqrt{n}. \quad [9]$$

Rozporządzalny wolny przekrój dla przepływu gazu zewnątrz rurek, w kierunku do nich równoległym wynosi:

$$F_{wo} = \frac{\pi D_{wo}^2}{4} - n \cdot \frac{\pi D_z^2}{4}$$

czyli, po uwzględnieniu równania [9]:

$$F_{wo} = n \cdot \frac{\pi D_z^2}{4} \cdot (1,188 \cdot R^2 - 1). \quad [10]$$

Dla tegoż przepływu wielkość „obwodu zwilżonego“ wyniesie:

$$U = \pi D_{wo} + n \cdot \pi \cdot D_z,$$

zaś po uwzględnieniu równania [9]:

$$U = \pi D_z (1,09 \cdot R \cdot \sqrt{n} + n). \quad [11]$$

Średnica hydrauliczna równa jest poczwórnemu polu przekroju, wolnego dla przepływu, podzielonemu przez wielkość „obwodu zwilżonego“. Przy użyciu równań [10] i [11] otrzymamy:

$$D_h = \frac{4 \cdot F_{wo}}{U} = D_z \cdot \frac{1,188 \cdot R^2 - 1}{1 + 1,09 \cdot \frac{R}{\sqrt{n}}}. \quad [12]$$

zaś jednostkowe natężenie przepływu w kierunku równoległym do rurek:

$$g_z = \frac{G_z}{F_{wo}} = \frac{4 \cdot G_z}{n \cdot \pi \cdot D_z^2 (1,188 \cdot R^2 - 1)} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}. \quad [13]$$

Możemy teraz przy użyciu średnicy hydraulicznej użyć wzoru Mc-Adamsa:

$$\alpha_z = 0,132 \frac{c_{pz} \cdot g_z^{0,8} \cdot \mu_z^{0,2}}{D_h^{0,2}}$$

czyli po uwzględnieniu wyrażeń [12] i [13]:

$$\alpha_z = 0,127 \cdot \frac{c_{pz} \cdot \mu_z^{0,2} G_z^{0,8}}{n^{0,8} \cdot D_z^{1,8}} \cdot \frac{\left(1 + 1,09 \frac{R}{\sqrt{n}}\right)^{0,2}}{1,188 \cdot R^2 - 1}.$$

Aby uzyskać wyrażenie na współczynnik α_z , podobny formą do uzyskanego poprzednio wzoru [7], wprowadzamy następujące uproszczenia:

a) przyjmujemy, że:

$$\left(1 + 1,09 \frac{R}{\sqrt{n}}\right)^{0,2} \approx 1,02. \quad [14]$$

Jak łatwo stwierdzić, dla zakresu: $100 \leq n \leq 1000$ i $1,25 \leq R \leq 1,5$, tzn. dla zakresów, aktualnych przy obliczaniu wymiennika, wzór ten daje odchylenie od rzeczywistości, nie przekraczające 2%; przyjęcie takie będzie więc wystarczająco dokładne.

b) dla obliczenia współczynnika α_z przyjmujemy pewną średnią wielkość stosunku R .

D. G. Shepherd [3] wykazał w r. 1947, że dla typowych warunków, panujących w regeneratorskich turbin spalinowych, tzn. przy $G_z \approx G_w$ i dla odpowiednich dla tego typu wymiennika własności fizycznych oraz temperatur gazów, najważniejszy jest stosunek:

$$R = \frac{P}{D_z} = 1,45. \quad [15]$$

Przyjęcie takie odpowiada stosunkowi $\frac{\gamma_w \cdot w_w}{\gamma_z \cdot w_z} \approx 0,375$.

Jeżeli teraz uwzględnimy wzory upraszczające [14] i [15] otrzymamy wzór na współczynnik α_z :

$$\alpha_z = \frac{b}{n^{0,8} \cdot D_z^{1,8}}, \quad [16]$$

gdzie

$$b = 0,0862 \cdot c_{pz} \cdot \mu_z^{0,2} G_z^{0,8}.$$

Jak widać otrzymaliśmy w ten sposób wzory [7] i [16] na współczynniki przechodzenia ciepła, mające zupełnie identyczną formę i wskutek tego bezpośrednio ze sobą porównywalne.

Podstawiając wzory [7] i [16] do równania [4] otrzymamy:

$$k \cdot F = \frac{\pi \cdot ab \cdot n^{0,2} \cdot L}{b \cdot D_w^{0,8} + a \cdot D_z^{0,8}},$$

zaś po uwzględnieniu równania [2] i przekształceniu otrzymamy wzór na ilość rurek:

$$n = \left[\frac{Q (b \cdot D_w^{0,8} + a \cdot D_z^{0,8})}{\pi ab \cdot \Delta t_{gr} \cdot L} \right]^5. \quad [17]$$

Powierzchnia rurek, potrzebna dla wymiany ciepła wynosi:

$$F_w = \pi D_w \cdot n \cdot L,$$

licząc według średnicy wewnętrznej rurek. Przedstawiając uzyskaną wartość n wg równania [17] otrzymamy:

$$F_w = \pi \frac{\pi D_w \cdot Q^5}{L^4} \cdot \left(\frac{b D_w^{0,8} + a D_z^{0,8}}{\pi ab \cdot \Delta t_{gr}} \right)^5$$

albo:

$$F_w = \pi \frac{D_w}{L^4} \cdot C^5 (b D_w^{0,8} + a D_z^{0,8}), \quad [18]$$

gdzie $C = \frac{Q}{\pi ab \cdot \Delta t_{gr}}$.

Stała C zależy jedynie od wielkości danych przy konstrukcji wymiennika, tzn. wystarczy obliczyć ją jeden raz. Uzyskaliśmy więc wzór [18], w którym powierzchnia rurek F_w podana jest jako funkcja tylko 2-ch zasadniczych parametrów konstrukcyjnych: średnicy rurki i jej długości.

Dla uproszczenia obliczeń w przypadku przyjęcia w obliczeniu końcowym (p. niżej) długości L jako zmiennej niezależnej, można założyć pewien stosunek średnicy wewnętrznej do zewnętrznej rurki — np. stosowaną często dla wymienników turbin spalinowych wielkość:

$$\frac{D_w}{D_z} = 0,880, \quad [19]$$

wtedy równanie [18] przyjmie postać:

$$F_w = \pi \cdot \frac{D_w^5}{L^4} \cdot C^5 \left(\frac{8}{0,904} + b \right). \quad [18a]$$

Spadek ciśnienia

Podobnie jak poprzednio określiliśmy powierzchnię rurek jako funkcję 2-ch parametrów konstrukcyjnych — średnicy rurki i jej długości — określimy obecnie wielkość spadku ciśnienia w wymienniku jako funkcję tych samych 2-ch parametrów. Uwzględnimy tu tylko spadek ciśnienia w gazie, płynącym wewnątrz rurek. Spadek ciśnienia gazu, płynącego zewnątrz rurek jest znacznie mniejszy i może być w przybliżeniu uważany za proporcjonalny do wielkości ciśnienia gazu, płynącego w rurekach.

W przypadku istnienia w wymienniku wielu przepon zmienia się zupełnie obraz przepływu gazu zewnątrz rurek. Wtedy jego spadek ciśnienia nie może już być uważany za niewielki; również nie wolno wtedy założyć, że jest on proporcjonalny do spadku ciśnienia wewnątrz rurek. Przypadku tego nie będziemy tutaj rozpatrywać.

Na wielkość spadku ciśnienia gazu, płynącego przez rurki, składa się spadek ciśnienia wywołany oporem przepływu gazu przez rurkę, oraz spadki ciśnienia na wlocie i wylocie z rurki. Pozostałe straty ciśnienia jak np. stratę na wlocie i wylocie do komór czołowych pomijamy, ponieważ wielkość ich nie zależy od obioru parametrów konstrukcyjnych.

Przy przepływie gazu przez rurkę:

$$\text{opór} = f \cdot U \cdot L \cdot \frac{w^2}{2g} = f \cdot \pi \cdot D_w \cdot L \cdot \frac{w^2}{2g},$$

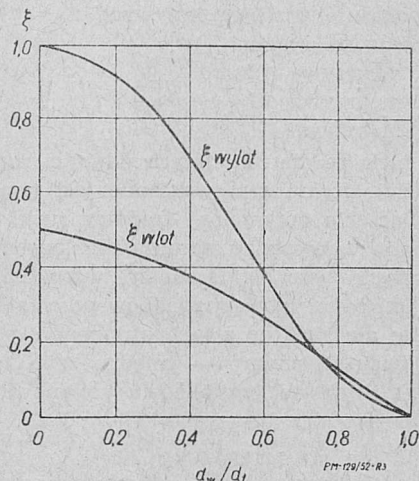
stąd spadek ciśnienia (w metrach słupa gazu):

$$\Delta p_{w_1} = \frac{\text{opór}}{F_w} = \frac{F \cdot \pi D_w \cdot L \cdot \frac{w^2}{2g}}{\pi D_w^2 \cdot \frac{4}{4}},$$

czyli

$$\Delta p_{w_1} = 4 f \cdot \left(\frac{L}{D_w} \right) \cdot \frac{w_2}{2g} \cdot \gamma_w \text{ kG/m}^2. \quad [20]$$

Musimy teraz obliczyć spadki ciśnienia na wlocie i wylocie z rurek. Posłużymy się uzyskanymi w sposób empiryczny wykresami przedstawiającymi zależność współczynnika straty ξ od stosunku średnic w wypadku nagłej zmiany przekroju kanału (rys. 3).



Rys. 3. Zależność współczynników oporu od stosunku średnic przy nagłej zmianie przekroju kanału przepływu.

Przy przyjęciu układu geometrycznego rurek w wymienniku wg rys. 2, przypadający na każdą rurkę przekrój przepływu w komorze czołowej ma kształt sześciokąta, którego odległość boków równoległych równa jest odstępowi osi rurek R ; zachodzi więc nagle zmiana przekroju przy przejściu gazu z przekroju sześciokątnego (zakreskowany na rys. 2) do mniejszego, kołowego przekroju wewnętrznego rurki wzgl. odwrotnie.

Pole wspomnianego sześciokąta wynosi:

$$F_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot P^2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot R^2 \cdot D_z^2$$

Średnicą równoważną jest średnica koła o polu równym F_0 :

$$D_0 = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot F_0} = 1,05 \cdot R \cdot D_z,$$

zaś stosunek średnic tzn. zmienna niezależna funkcji

$$\xi = f \left(\frac{D_w}{D_0} \right);$$

$$\frac{D_w}{D_0} = \frac{1}{1,05 \cdot R} \cdot \frac{D_w}{D_z} \quad [21]$$

Udział spadku ciśnienia na wlocie i wylocie z rurek w całkowitej wielkości spadku ciśnienia przepływającego gazu jest bardzo niewielki; możemy więc użyć założeń [15] i [19]. Otrzymamy wtedy stałą wartość

$$\frac{D_w}{D_0} = 0,58,$$

której odpowiadają współczynniki strat: $\xi_{wlot} = 0,29$;

$\xi_{wylot} = 0,44$. Otrzymamy więc wzór na całkowity spadek ciśnienia gazu:

$$\Delta p_w = \gamma_w \frac{w^2}{2g} \cdot \left(4f \cdot \frac{L}{D_w} + \xi_{wlot} + \xi_{wylot} \right) = \gamma_w \cdot \frac{w^2}{2g} \left(4f \frac{L}{D_w} + 0,73 \right). \quad [22]$$

Wzór [22] można napisać w formie nieco dokładniejszej, jeśli zamiast przyjmować wartość przybliżoną $R = 1,45$ posłużyć się zależnością:

$$\xi_{wlot} + \xi_{wylot} = 2 - \frac{1,84}{R}, \quad [23]$$

ważną w interesującym nas zakresie zmienności ξ_{wlot} i ξ_{wylot} . Uzyskamy wówczas dokładniejszy wzór na spadek ciśnienia:

$$\Delta p_w = \gamma_w \frac{w^2}{2g} \left(4f \frac{L}{D_w} + 2 - \frac{1,84}{R} \right). \quad [22a]$$

We wzorach powyższych występuje współczynnik tarcia f .

Dla zakresu:

$$4000 < R_e < 40\,000$$

$$f = \frac{0,054}{R_e^{0,2}}.$$

$$\text{gdzie: } R_e = \frac{w \cdot D}{\nu},$$

$$\text{zaś } w = \frac{4 \cdot G_w}{\pi D_w^2 \cdot n \cdot \gamma_w}; \quad \nu = \frac{\mu_w}{\gamma_w}.$$

Podstawiając, otrzymujemy wzór na współczynnik tarcia:

$$f = 0,0515 \left(\frac{n \cdot D_w \cdot \mu_w}{G_w} \right)^{0,2}. \quad [24]$$

Moc, potrzebna do pokonania spadku ciśnienia Δp_w wynosi:

$$N = \frac{1}{75 \cdot 3600} \cdot \Delta p_w \cdot \frac{G_w}{\gamma_w} \text{ KM.}$$

Podstawiając do wzoru wyrażenia [22], [24] i [17] i przekształcając otrzymamy:

$$N = \frac{\varphi}{C^{10}} \cdot \frac{L^{10}}{D_w^4 (b \cdot D_w^{0,8} + a \cdot D_z^{0,8})^{10}} \cdot \left(\Psi C \frac{b D_w^{0,8} + a D_z^{0,8}}{D_w^{0,8}} + 0,73 \right) \quad [25]$$

gdzie:

$$\varphi = \frac{G_w^3}{1,39 \cdot 10^{14} \cdot \gamma_w^2}; \quad \Psi = \frac{0,206 \cdot \mu_w^2}{G_w^{0,2}};$$

$$C = \frac{Q}{\pi a b \cdot L \cdot \Delta t_{sr}};$$

są wielkościami stałymi dla danego wymiennika.

Jeśli przyjmujemy przybliżoną wartość $\frac{D_w}{D_z}$ wg równania [19], otrzymamy ten sam wzór w wyraźniejszej postaci:

$$N = \frac{\varphi}{C^{10} \cdot \left(b + \frac{a}{0,904} \right)} \cdot \left[\Psi C \left(b + \frac{a}{0,904} \right) + 0,73 \right] \cdot \frac{L^{10}}{D_w^{12}} \text{ KM.} \quad [25a]$$

Można również zmodyfikować ten wzór uwzględniając zamiast członu 0,73 wyrażenie [23].

Obliczenie wymiennika

Do ustalonego na początku, podstawowego równania:

$$S = A \cdot F + B \cdot N \text{ zł/rok}$$

podstawiamy równania [18a] i [25a], w których zarówno wielkość powierzchni rurek, potrzebnej do wymiany ciepła jak i mocy przedstawiliśmy w funkcji 2-ch zmiennych: średnicy wewnętrznej rurki i jej długości. Otrzymujemy równanie:

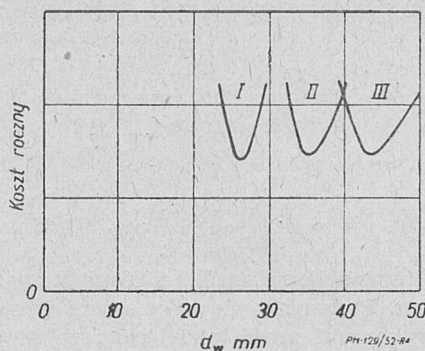
$$S = A \cdot \pi C^5 \cdot \left(\frac{a}{0,904} + b \right)^5 \cdot \frac{D_w^5}{L^5} + B \cdot \frac{\varphi}{C^{10} \left(\frac{a}{0,904} + b \right)} \left[\Psi C \left(\frac{a}{0,904} + b \right) 0,73 \right] \cdot \frac{L^{10}}{D_w^{12}} \quad [26]$$

czyli ogólnie, równanie o postaci:

$$S = p \cdot \frac{D_w^5}{L^4} + q \cdot \frac{L^{10}}{D_w^{12}}, \quad [26a]$$

w którym wielkości stałe, oznaczone tu przez p i q wymagają mozolnego wprowadzenia, lecz jednorazowego wyznaczenia przed przystąpieniem do obliczania wymiennika.

Wyznaczenia parametrów konstrukcyjnych wymiennika wg równania [26a] można dokonać zarówno przy założeniu z góry pewnej długości rurek L (względ na ograniczoną długość wymiennika) albo też pewnej wartości D_w (względ na możliwość otrzymania rurek o pewnych określonych średnicach). W każdym z tych przypadków znajdziemy najekonomiczniejszą wielkość pozostałego parametru, dla której S osiągnie wartość najmniejszą. Rozwiązania tego można dokonać tak drogą analityczną, wyznaczając minimum funkcji S , jak również wykreślnie, wyznaczając z pojedynczych punktów krzywe przebiegu funkcji S w zależności od jednego z parametrów konstrukcyjnych. Trzeci podstawowy parametr konstrukcji 30/3 WK(MP) tzn. ilość rurek n otrzymamy z równania [17].



Rys. 4. Wysokość rocznych kosztów wymiennika w funkcji średnicy wewnętrznej rurki dla różnych długości rurek.

Rys. 4 pokazuje przebieg krzywych $S = f(D_w)$ dla założonych długości rurek:

$L = 2,5$ m krzywa I

$L = 3,75$ m krzywa II

$L = 5,0$ m krzywa III

Widać z nich, że dla mniejszych długości rurek krzywe są bardziej strome, tzn. wskazane jest tam dokładniejsze wyznaczenie optymalnej średnicy rurki. Z rys. 4 widać także, że w wypadku obrania dla każdej długości rurki najkorzystniejszej jej średnicy, wysokość kosztów rocznych w każdym z tych przypadków pozostaje w przybliżeniu stała; dla każdego z nich otrzymamy po jednym „optimum konstrukcyjnym” — między sobą te optima konstrukcyjne będą w przybliżeniu równoważnościowo ekonomicznie.

LITERATURA

- 1) Kuźniecowa L. A. i Byczekow S. A. — „O racjonalnej stopni regimieracji ciepła uchodnych gazów gazoturbinyh ustanowok”, Koltoturbostrojnie 1949.
- 2) Cardwell F. D. — „Optimum Tube Sixe for Shell-and-Tube-Type Heat Exchangers”, Trans. ASME 1950.
- 3) Shepherd D. G. — „A Desing Method for Counterflow Shell-and-Tube Heat Exchangers for Gas Turbines” 1947.

Uproszczony sposób obliczania momentów zamachowych mechanizmów maszyn

531.231:518.4

Często zachodzi konieczność obliczenia momentu zamachowego maszyny lub zespołu, np. w celu doboru silnika elektrycznego do napędu. Ogólnie stosowany sposób uzyskiwania momentu zamachowego przez sumowanie momentów, obliczonych dla poszczególnych części danego zespołu, wymaga stosunkowo dużego wkładu pracy i żmudnych obliczeń.

Można to przeprowadzić w sposób dużo prostszy i szybszy na podstawie dokładnego rysunku złożeniowego danego mechanizmu.

Jeżeli do wzoru na moment zamachowy tulei (rys. 1)

$$GD^2 = 2\pi\gamma (R^4 - r^4) h,$$

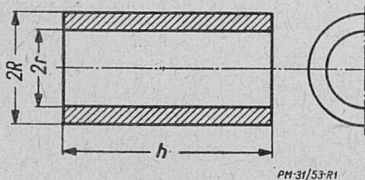
podstawimy R , r i h w cm, oraz γ w G/cm^3 , otrzymamy:

$$GD^2 = 2\pi\gamma (R^4 - r^4) h \cdot 10^{-7} \text{ kGm}^2.$$

Przyjmując $H = 2\pi\gamma (R^4 - r^4) \cdot 10^{-7} \text{ kGm}^2\text{cm}^{-1}$, otrzymamy

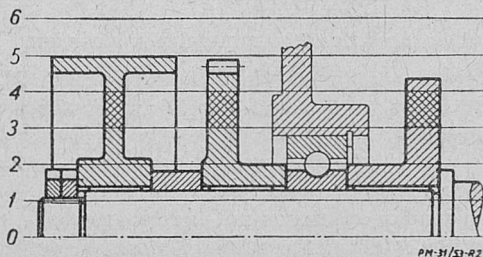
$$GD^2 = H \cdot h \text{ kGm}^2.$$

Następnie dla różnych wartości R względnie r (np. od 0 do 200 mm co 5 mm) sporządzamy tabelkę wartości H przy różnych γ , najczęściej stosowanych w naszym przypadku. Na papierze milimetrowym wykreślamy linię zerową, od której oznaczamy kolejne wartości R względnie r , np. co 5 mm. Otrzymany „szablon” kładziemy pod



Rys. 1.

rysunek złożeniowy (rys. 2) tak, aby linia zerowa szablonu pokrywała się z osią symetrii danego mechanizmu. Z szablonu odczytuje się szerokości h , które następnie pomnożone przez wartości H z tablicy dla danych R względnie r dają nam wartość momentu zamachowego danej części mechanizmu. Na rys. 2 rozpatrywany jest właśnie pasek pomiędzy liniami 3 i 4. Szerokość składa się tu z trzech odcinków, które należy dodać i sumę ich pomnożyć przez H . Wyniki $H \cdot h$ zostają w końcu podsumowane, skąd otrzymuje się moment zamachowy danego mechanizmu.



Rys. 2.

Zredukowanie otrzymanego momentu zamachowego na dowolny wał mechanizmu przeprowadza się wg wzoru

$$GD_0^2 = i^2 \cdot GD^2,$$

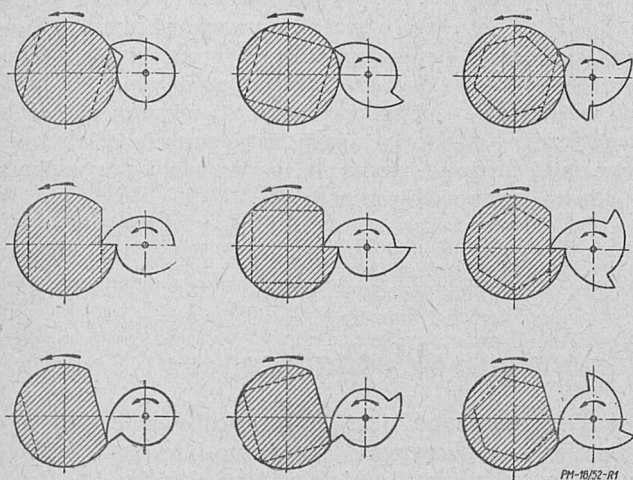
gdzie i oznacza przełożenie obrotów w stosunku do wału, na który następuje redukcja.

W. K.

Obróbka ciągła płaszczyzn na częściach cylindrycznych

621.91.07:621.9-422

Celem wykonania płaskich powierzchni na częściach obrotowych, można zastosować bardzo ciekawą metodę¹⁾, przy której zarówno przedmiot, jak i narzędzie posiadają ruch obrotowy w tym samym kierunku (rys. 1). Oba elementy powiązane są ze sobą za pośrednictwem przekładni z kół zębatach w ten sposób, że w ciągu dwóch obrotów narzędzia przedmiot obrabiany wykonuje jeden obrót. W czasie tego wykonywane są powierzchnie płaskie równoległe, przy pomocy narzędzia jednozębnego. Celem otrzymania kwadratu należy zastosować narzędzie o dwóch zębach, sześciokątu — o trzech zębach.



Rys. 1. Schemat zasady wykonywania ściąg, kwadratów i sześciokątów na częściach cylindrycznych.

Szczególną zaletą tej metody jest to, że podział otrzymywany jest samoistnie. Umożliwia ona więc otrzymywanie wielokątów foremnych bez jakiegos dodatkowego, specjalnego wyposażenia. Rozwiązanie to może prowadzić do nowych bardzo interesujących zastosowań.

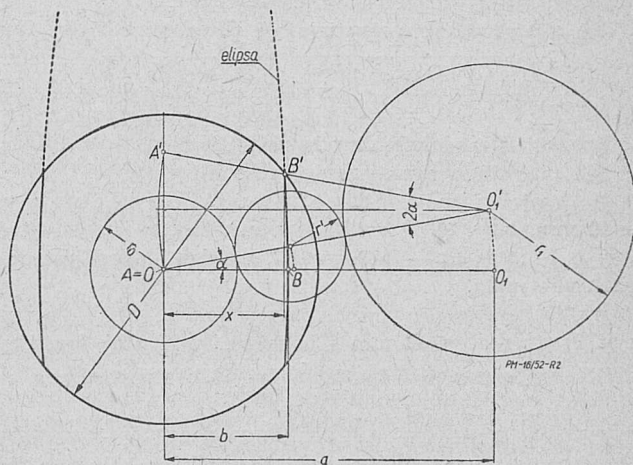
W rzeczywistości urządzenie to składa się z dwóch wrzecion równoległych, służących do zamocowania narzędzia i przedmiotu obrabianego. Dla otrzymania odpowiedniego przełożenia obrotów w tym samym kierunku, można zastosować układ kół zębatach o przełożeniu 1:2 z kołem pośredniczącym o dowolnej średnicy (rys. 2).

Aby ustalić ruch względny kół r_0 i r_1 przyjmujemy, że koło r_0 jest nieruchome, natomiast dotychczasowa obudowa przekładni obraca się wokół osi O koła r_0 , jako korba. Każdy punkt koła r_1 opisuje w płaszczyźnie nieruchomej koła r_0 jakąś krzywą. Można wykazać, że jest wśród tych punktów tylko jeden taki punkt A (rys. 2), leżący w środku O koła r_0 , który porusza się po linii prostej.

Na rys. 2 zaznaczony jest punkt O koła zębatego r_0 , na którym obraca się korba wraz z kołami r' i r_1 . Punkt A leży w punkcie środkowym O . Jeżeli korba zostanie przekręcona o kąt αc w lewo, wówczas środkowy punkt koła r_1 przesunie się z O_1 na O'_1 . Natomiast punkt A przesunie się w płaszczyźnie koła r_1 dodatkowo o kąt $2\alpha c$ wokół punktu O'_1 i znajdzie się w punkcie A' . Jak widać z rysunku, linia AA' jest prostopadła do OO_1 .

¹⁾ Metoda ta została zastosowana praktycznie w automatach wielowrzecionowych Wickmana.

W przypadku, gdy weźmiemy punkt B , nie znajdujący się w środku O , lecz odległy od niego o b , wówczas podany wyżej warunek nie będzie wypełniony i otrzymana linia nie będzie prosta. Tym bardziej odbiegać ona będzie od prostej, im większa będzie odległość b i im mniejsze rozstawienie osi $a = OO_1$. Kształt krzywej można



Rys. 2.

otrzymać wg rys. 2. Przy $\alpha c = 0$ krzywa rozpoczyna się w punkcie B , wówczas $OB = b$. Jeżeli ramię OO_1 obróci się o kąt αc , wtedy ramię związane z kołem r_1 obróci się o kąt $2\alpha c$ i punkt B znajdzie się w punkcie B' o współrzędnych x i y . Jak widać z rysunku

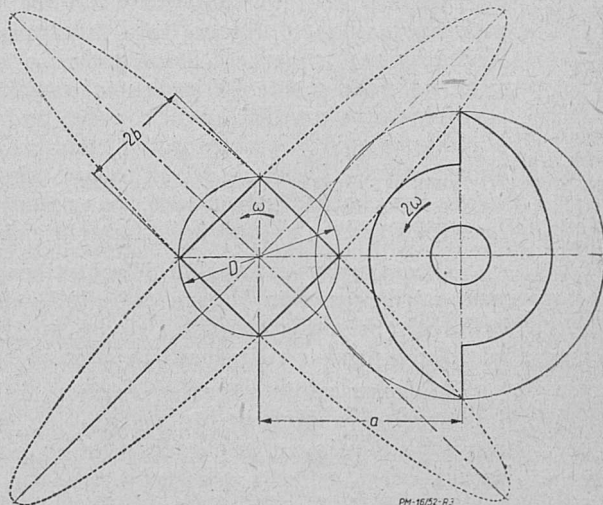
$$x = b \cos \alpha c,$$

$$y = b \sin \alpha c + 2(a - b) \sin \alpha c = (2a - b) \sin \alpha c.$$

Otrzymaliśmy równanie elipsy o półosiach $(2a - b)$ i b , której równanie współrzędnych jest

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{(2a - b)^2} = 1. \quad [1]$$

Jak widać, przy obranym mechanizmie, stosunek półosi elipsy jest duży i stąd również przybliżenie części elipsy do prostej jest stosunkowo bliskie.



Rys. 3. Schemat wykonywania kwadratu.

Celem określenia wielkości odchylenia części elipsy od prostej przyjmujemy, że wykonujemy przedmiot o średnicy D z dwoma ścięciami prostymi usytuowanymi w odległości b od środka (rys. 2). Wówczas punkt B' leży na okręgu koła o średnicy D , lecz również na elipsie o równaniu [1]. Stąd otrzymujemy dwie zależności:

$$\text{równanie koła } x^2 + y^2 = \frac{1}{4} D^2 \quad | - 1$$

$$\text{równanie elipsy } \frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{(2a-b)^2} = 1 \quad | + (2a-b)^2$$

które określają wartości x i y .

Dla x otrzymujemy następujące równanie:

$$x = \sqrt{\left[(2a-b)^2 - \frac{D^2}{4}\right] : \left[\left(\frac{2a}{b} - 1\right)^2 - 1\right]}. \quad [2]$$

Rzeczywiste odchylenie od prostej wynosi $\Delta = b - x$.

Dla przykładu praktycznego przyjmujemy:

1) wykonanie ścięć dwustronnych; $a = 40$ mm, $b = 10$, $D = 32$, otrzymujemy $x = 9,83$. Stąd $\Delta = b - x = 10 - 9,83 = 0,17$, wartość, która jest dostatecznie mała.

2) W przypadku wykonywania kwadratu (rys. 3) przy $a = 40$ mm i $b = 10$, czyli przy średnicy wałka wyjściowego $D = 2\sqrt{2} b = 24,2$, otrzymamy $x =$

$= 9,95$; stąd $\Delta = 0,05$. Wartość ta zmniejsza się jeszcze bardziej przy wykonywaniu sześciokąta.

Przy rozwiązywaniu tego zagadnienia w praktyce, możemy podejść również od strony przeciwnej, mianowicie założyć średnicę wałka wyjściowego D , odległość b powierzchni płaskiej od osi oraz dopuszczalną wypukłość płaszczyzny Δ . Rozwiązanie równania [2] da nam wówczas odległość a , czyli pośrednio średnicę narzędzia, jaką należy dla tych warunków zastosować.

* * *

Z przedstawionych rozważań widać, że otrzymaliśmy jakiś mechanizm do rysowania elips i, że dwa wałki obracają się w jednym kierunku z przełożeniem 2:1. Jak widać jest to znany układ kół Kardana przedstawiony w bardzo prosty sposób. W większości przypadków przyjmuje się, że jest koło o zazębieniu wewnętrznym, w którym znajduje się mniejsze koło o średnicy dwa razy mniejszej od koła dużego. Opisane rozwiązanie jest również wartościowe i prawdopodobnie o większym znaczeniu praktycznym, gdyż przy kołach Kardana duże koło musiałoby mieć średnicę równą $4a$, co w wielu przypadkach wyklucza zastosowanie praktyczne.

W. K.

Do Czytelników i Autorów „Przeglądu Mechanicznego”

Jednym z podstawowych warunków postępu technicznego jest upowszechnianie doświadczeń i osiągnięć poszczególnych instytucji i placówek naukowo-badawczych, biur konstrukcyjnych, zakładów przemysłowych, jak również osiągnięć indywidualnych racjonalizatorów i nowatorów produkcji.

Wielu kolegów inżynierów i techników-mechaników z przemysłu, z biur konstrukcyjnych i instytucji naukowo-badawczych boryka się z trudnymi do rozwiązania zagadnieniami technicznymi. Równocześnie jednak inni koledzy posiadają wiele cennych materiałów dotyczących właśnie tych zagadnień technicznych, materiałów, które mogłyby oddać duże usługi przemysłowi i stanowić pomoc, względnie wskazać kierunek pracy i badań dla innych kolegów.

Informacje o tego rodzaju pracach i osiągnięciach z zakresu postępu technicznego znajdują Koledzy często na łamach „Przeglądu Mechanicznego” w postaci artykułów, notatek itp., jednak być może nie zawsze w takim zakresie, który odpowiadałby dążeniom Redakcji czasopisma.

Dążymy do tego, aby wartościowe prace i osiągnięcia we wszystkich dziedzinach przemysłu maszynowego były możliwie jak najrozleglej wykorzystywane. Chcemy Kolegów zapoznawać i informować o całokształcie aktualnych osiągnięć interesujących każdego z nas. W pracy tej oczekujemy jednak pomocy także i od Was. Nadsyłajcie nam wyniki swoich prac, badań naukowych i przemysłowych, notatki o ciekawszych rozwiązaniach konstrukcyjnych, o metodach produkcyjnych, własne spostrzeżenia i uwagi. Mogą to być nie tylko prace już dojrzałe i wykończone, lecz także i takie, które znajdują się w stadium opracowywania, przy czym mogą one dotyczyć zarówno zagadnień konstrukcyjnych jak i technologicznych.

Chcemy, by „Przegląd Mechaniczny” stał się łącznikiem między Kolegami, by prace i osiągnięcia Wasze pobudziły myśl twórczą innych Kolegów, a częstokroć wskazały nowy kierunek i nowe możliwości, które mogą znaleźć pełne zastosowania dla innych realizowanych prac.

Zdajemy sobie przecież sprawę, że nasza wspólna kolektywna praca, wspólne i pomyślnie pokonywanie wszystkich przeszkód i zahamowań w produkcji, przyspiesza wykonanie narodowych planów gospodarczych, przyspiesza marsz ku socjalizmowi.

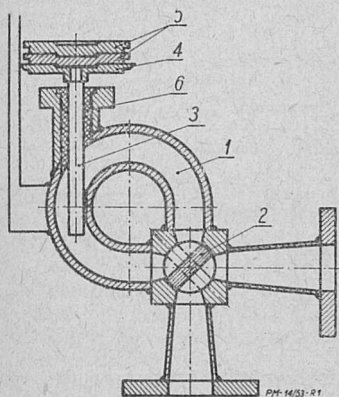
REDAKCJA

Przegląd prasy technicznej

PRZYRZĄD OKREŚLAJĄCY ZAWARTOŚĆ POWIETRZA W PRZETACZANEJ CIECZY

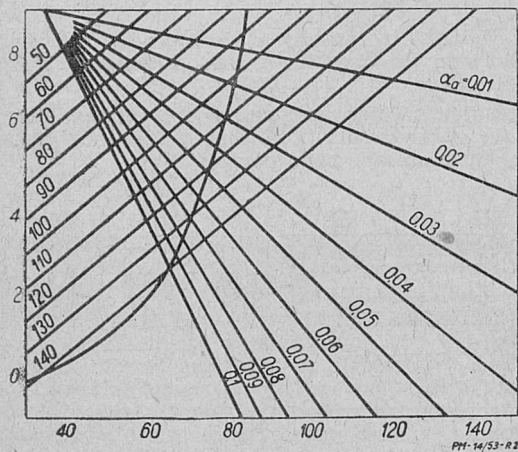
Wszelchwiązkowy Instytut Budowy Maszyn Wodnych w ZSRR przeprowadza badania pomp wirnikowych, mające na celu m. in. ustalanie ich wydajności. Konieczność skonstruowania omawianego przyrządu wynika stąd, że powietrze, które wydziela się w postaci pęcherzy w rurze ssawnej (na skutek podciśnienia) zostaje po przejściu cieczy przez wirnik sprężone i „rozpuszcza” się w cieczy zmniejszając pozornie wydajność pompy.

Przyrząd nadaje się do określania procentowej zawartości powietrza w cieczy w sposób ciągły lub przerywany. Najważniejszymi częściami składowymi przyrządu są (rys. 1):



Rys. 1.

Przed pomiarem zawór 2 znajduje się w położeniu I, łącząc przyrząd z rurą tłoczną, dzięki czemu przez zawór przechodzi cała ciecz. Celem dokonania pomiaru podnosi się sworzень 3 z talerzem 4 do najwyższego położenia i szybko przekręca zawór w położenie II. W przyrządzie zostaje wówczas zatrzymana część cieczy, zaś reszta jej skierowuje się bezpośrednio do rury tłocznej. Sworzень z talerzem, obciążonym ciężarkami, wywiera na ciecz ciśnienie. Jeżeli ciecz nie zawiera powietrza, wówczas sworzень nie opuszcza się. Jeżeli natomiast w cieczy znajduje się rozpuszczone powietrze, to sworzень opuszcza się na pewną głębokość, która zależy od ciężaru i powierzchni przekroju sworzienia oraz od ilości powietrza w cieczy.



Rys. 2.

Z prawa Boyle-Mariotte można wyprowadzić dla tego przypadku następującą zależność:

$$\alpha_0 = \frac{1 - \frac{v_2}{v_1}}{\left(1 - \frac{p_a}{p_2}\right) - \frac{v_2}{v_1} \left(1 - \frac{p_a}{p_1}\right)}$$

gdzie α_0 — stosunek objętości powietrza do sumarycznej objętości cieczy i powietrza przy ciśnieniu atmosferycznym.

- v_1 — objętość cieczy w przyrządzie przed obciążeniem,
- v_2 — objętość cieczy w przyrządzie po obciążeniu,
- p_a — ciśnienie atmosferyczne,
- p_1 — ciśnienie w przyrządzie przed obciążeniem,
- p_2 — ciśnienie w przyrządzie po obciążeniu.

Wartości v_1 i v_2 można zastąpić wysokością wzniosu sworznia, a ciśnienie w pompie — wielkością obciążenia sworznia. Otrzymana w rezultacie zależność

$\alpha_a = f(h_1, h_2, \Delta G)$ została wyrażona w postaci nomogramu, bardzo prostego w użyciu (rys. 2), gdzie oznaczono:

- h_1 — górne położenie sworznia w mm
- h_2 — dolne położenie sworznia w mm
- ΔG — wielkość obciążenia sworznia.

Dokładność pomiaru sięga w opisanym przyrządzie dziesiątych części procentu i jest najwyższa dla

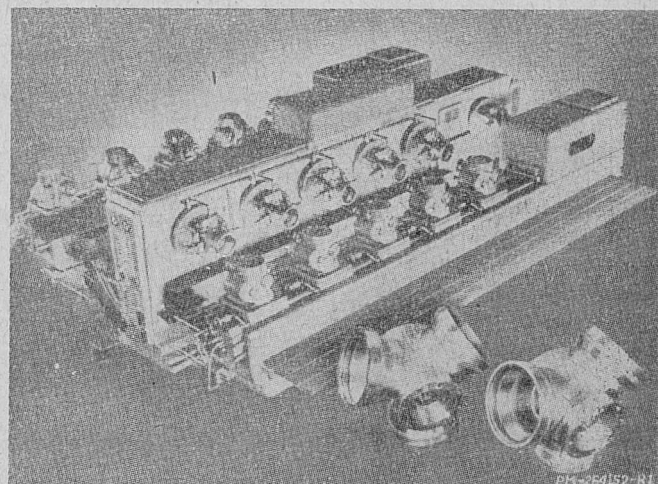
$$\alpha_0 = 0,03 \div 0,05.$$

(Więstnik Maszynostrojenia 11/52, str. 70)

L. S.

10-WRZECIONOWA FREZARKO-KOPIARKA

Frezarko-kopiarka 10-wrzecionowa skonstruowana została specjalnie do obróbki piast o kilku ramionach, jak również dla innych podobnych części (rys. 1). Maszyna obrabia jednocześnie 10 sztuk przedmiotu, zamocowanych w uchwytach na pięciu dwustronnie osadzonych wrzecionach, po dwóch stronach głównego kadłuba frezarki. Na szóstym wrzecionie zamocowany jest wzornik o tych samych rozmiarach, co sam przedmiot obrabiany (przełożenie 1 : 1).



Rys. 1.

Wszystkie wrzeciona z uchwytami dla przedmiotu mają wspólny napęd za pośrednictwem przekładni ślimakowych z regulacją luzu, przy czym ilość obrotów można zmieniać dowolnie dzięki zastosowaniu przekładni bezstopniowej. Przewidziano również bieg przyspieszony dla szybkiego przejścia miejsc, nie podlegających frezowaniu. Głowice frezarskie w liczbie 10, umieszczone po 5 z każdej strony głównego kadłuba maszyny naprzeciwko obrabianych przedmiotów, są napędzane indywidualnie i niezależnie od siebie dają się nastawiać w dowolny sposób względem przedmiotów obrabianych. Szybkość obrotów głowic frezarskich zmienia się drogą wymiany kół zmianowych we wrzeciennikach.

Z każdej strony kadłuba frezarki znajduje się podłużny suport, na którym zamocowane są: 5 wspomnianych głowic frezarskich oraz 1 urządzenie do kopiowania. Ruchoy suportu są sterowane przez pneumatyczne końcówki czujnikowe urządzenia kopiującego. W razie potrzeby suporty można przesuwac również ręcznie. Oba suporty wykonują ruchy posuwowe w płaszczyźnie poziomej, w 2 prostopadłych do siebie kierunkach. Napęd posuwów

odprowadzony jest od napędu uchwytów dla przedmiotu za pośrednictwem przekładni bezstopniowej. Oprócz tego każdy suport posiada oddzielny silnik do szybkiego przesuwu.

Frezarka jest wyposażona w elektryczne zdalne sterowanie wszystkich napędów i posuwów, oddzielnie dla każdej ze stron maszyny, poza tym w zespół urządzeń wskazujących ilość obrotów, wielkość posuwów, ciśnienie oleju i powietrza, jak również w samoczynne urządzenie sygnalizujące ukończenie obróbki (sygnał świetlny i dźwiękowy). Zastosowanie opisanej frezarki do obróbki trójramiennych piast, dało znaczne oszczędności.

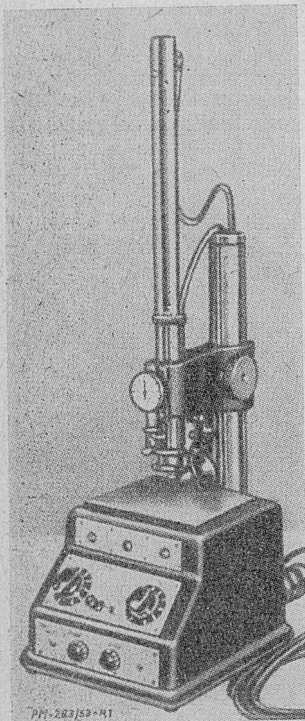
(Werkstattstechnik u. Maschinenbau 10/52, str. 438)

J. M.

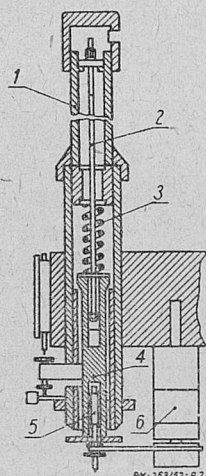
NOWA DOKŁADNA WIERTARKA DO MAŁYCH OTWÓRKÓW

Dzięki nowemu systemowi regulacji posuwu opisana wiertarka pozwala na wykonywanie otworów o najmniejszej średnicy 25 μ . Zasada działania regulacji jest tutaj następująca (rys. 1,2): w walcowej obudowie 1 znajduje się drut oporowy 2, rozpięty pomiędzy dwiema tarczkami ceramicznymi, umocowanymi w górnej części obudowy 1 oraz we wrzecionniku 4. W tym ostatnim jest ułożyskowane wrzeciono wiertarskie 5, napędzane paskiem gumowym od silnika prądu stałego 6, który wzbudzany jest przez stały magnes i osiąga do 10000 obr./min.

Drut oporowy 2 nagrzewa się elektrycznie i w wyniku jego wydłużenia wrzecionnik 4 przesuwają się w dół pod działaniem sprężyny 3. Nagrzewanie drutu 2 sterowane jest urządzeniem elektronowym, dzięki



Rys. 1.



Rys. 2.

czemu otrzymuje się możliwość nadzwyczaj subtelnej regulacji posuwu, co ma specjalne znaczenie przy wierceniu otworów o małych średnicach.

Do ograniczania głębokości wiercenia, wskazywanej przez czujnik zegarowy, służy nastawny zderzak stykowy. Zastosowany drut oporowy (nichrom) posiada duży współczynnik rozszerzalności cieplnej i dobrze znosi wysokie temperatury (do około 900°), daje zatem możliwość uzyskania dość znacznego przesuwu wrzeciona wiertarki. Jednocześnie, wobec dużej oporności właściwej, zużycie energii elektrycznej jest niewielkie.

(Werkstattstechnik u. Maschinenbau 10/52, str. 440)

J. M.

PRZYRZĄD PIEZOELEKTRYCZNY DO POMIARU SIŁ SKRAWANIA PRZY TOCZENIU

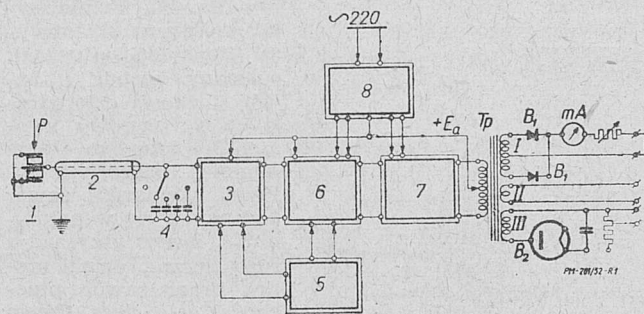
Opisane urządzenie skonstruowane zostało specjalnie dla umożliwienia pomiarów sił skrawania, występujących przy obróbce szybkościowej za pomocą narzędzi z węglików spiekanych. Urządzenie pozwala na określenie sił

skrawania z dużą dokładnością i umożliwia ustalenie zależności tych sił od właściwości materiału oraz geometrii narzędzia, cech materiału obrabianego, wielkości posuwu, głębokości i szybkości skrawania.

Działanie urządzenia oparte jest na zasadzie zjawiska piezoelektrycznego, którą obrano z uwagi na wielkie zalety tego rozwiązania: duży obszar mierniczy, niewrażliwość na zmiany temperatury aż do ok. 400°C, stosunkowo znaczny efekt elektryczny.

Schemat ogólny układu

Ładunek elektryczny, powstający na płytkach kwarcowych przekaznika 1 (rys. 1), zostaje odprowadzony starannie izolowanym i ekranowanym przewodem 2 na siatkę lampy elektronowej 3. Przełącznik 4 służy do zmiany wejściowej pojemności lampy, a zatem do zmiany przełożenia wskazań urządzenia.

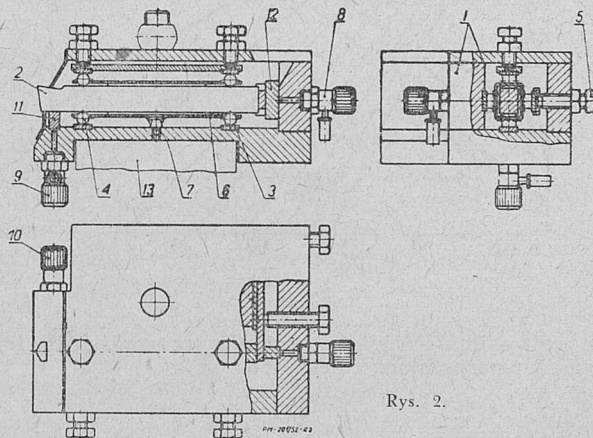


Rys. 1.

Generator wysokiej częstotliwości 5 wytwarza drgania o stałej amplitudzie i podaje do modulatora 6, poza tym zaś zasila włókno lampy 3. Zmienne napięcie wyjściowe lampy przesyłane jest również do modulatora, gdzie następuje modulacja drgań wysokiej częstotliwości. Po zmodulowaniu drgania te zostają wzmacnione we wzmacniaczu 7, po czym przechodzą do transformatora T_p . Z uzwojenia wtórnego I tegoż transformatora, poprzez dwa prostowniki selenowe B_1-B_2 i miliamperomierz, drgania przechodzą do oscylografu pętlicowego. Uzwojenie wtórne II służy do ewentualnego skierowania drgań do oscylografu katodowego, zaś uzwojenie III — do dołączenia takiegoż oscylografu poprzez obwód z lampą detektorową B_2 .

Cały układ jest zasilany z sieci prądu zmiennego za pośrednictwem prostownika 8, zaopatrzonego w stabilizator elektronowy.

Interesującymi nas mechanicznymi elementami urządzenia są: oprawka dla noża oraz przekaznik piezoelektryczny, które opisane będą poniżej.



Rys. 2.

Oprawka noża tokarskiego przedstawiona jest na rys. 2. Jak widać, nóż, mieszczący się w kanale kadłuba oprawki 1, oparty jest z 4 stron na specjalnych płytkach oporowych 3 za pośrednictwem stalowych wałeczków 4. Od spodu i z jednego boku noża oparcie to jest stałe (płytki zamocowane w kadłubie oprawki), z pozostałych

zaś 2 stron — ruchome, a mianowicie dociskane śrubami 5. Właściwą pozycję wzajemną wałków zapewnia kozyk 6, który jest z kolei ustalony co do swego położenia w kadłubie, za pomocą kołka 7.

W kadłub oprawki wkręcone są 3 przełączniki piezoelektryczne 8, 9, 10, służące jako elementy miernicze dla pomiaru 3 składowych siły skrawania. Nóż 2 styka się z przełącznikami za pośrednictwem kalibrowanych płytek 11 i 12.

Siły przejmowane przez przełączniki 9 i 10 są proporcjonalne do odpowiednich składowych siły skrawania (poziomej P_x i wzdłużnej P_z):

$$P_9 = P_x k_x;$$

$$P_{10} = P_z k_z;$$

gdzie k_x i k_z — współczynniki proporcjonalności, wynikające ze sztywności trzonka noża.

Siła przejmowana przez przełącznik 8 jest proporcjonalna do składowej promiennej siły skrawania P_y : $P_8 = P_y k_y$,

przy czym k_y jest bliskie jedności wobec niewielkiego tarcia wałeczków, a więc można przyjąć w przybliżeniu, iż na przełącznik działa bezpośrednio siła P_y .

Opisaną oprawkę noża mocuje się na suporcie tokarki zamiast zwykłej oprawki; pod względem wymiarów i ciężaru niewiele różni się ona od tej ostatniej.

Przełącznik piezoelektryczny, przedstawiony na rys. 3, został skonstruowany specjalnie do badania sił skrawania przy obróbce metali. Mierzona siła działa za pośrednictwem trzpienia 1 na sprężystą przeponę 2 i jest przenoszona dalej przez element 3 na dwie płytki kwarcowe 4, tak wykonane i ustawione, że powstające w nich ładunki elektryczne dodają się. Płytki połączone są ze sobą elementem 5, z którego wyprowadzono izolowaną końcówkę 6, służącą do przyłączenia przewodu odprowadzającego. Przeciwnie (zewnątrzne) powierzchnie płytek kwarcowych są uziemione poprzez części 3 i 7 oraz odbudowę przełącznika.

Nakrętka 8 wraz z kulka 9 służy do wywarcia na płytce kwarcowej wstępnego nacisku, który jest niezbędny dla prawidłowej pracy przełącznika. Dobry styk elementów 3 i 7 z płytkami kwarcowymi zapewniono drogą dokładnego oszlifowania na płasko powierzchni tych elementów, oraz przez umieszczenie pomiędzy nimi cienkich wkładek ze staliu, starannie wymytych w spirytusie.

Sztywność przepony 2, stanowiącej jedną całość z obudową przełącznika, jest nieznaczna w porównaniu ze sztywnością tej ostatniej i zespołu płytek kwarcowych, stąd więc, praktycznie biorąc, cała siła przyłożona na trzpień 1 przenosi się na płytki 3, (ściślej biorąc, na pokonanie oporów przepony o grubości 0,5 mm idzie zaledwie 0,2% siły P , działającej na trzpień 1).

Wzorcowanie opisanego urządzenia dokonuje się za pomocą zwykłych dynamometrów obciążnikowych lub sprężynowych i prostych urządzeń pomocniczych, których opis pomijamy. Należy zaznaczyć, iż wzorcowanie można przeprowadzać jednocześnie dla wszystkich trzech składowych siły skrawania. Uzyskane w ten sposób znacz-

ne zbliżenie się do rzeczywistych warunków pomiaru przy pracy obrabiarki stanowi wielką zaletę urządzenia, wyróżniającą je spośród innych urządzeń tego rodzaju.

Wyniki i zastosowanie. Opisany układ pozwolił na zbadanie niektórych zjawisk dotychczas nieuchwytnych, bądź to z tytułu wielkiej szybkości zmian (skrawanie szybkościowe), bądź też ze względu na niewielkie siły występujące (obróbka wykończająca przy użyciu diamentów), poza tym zaś, dzięki umożliwieniu dokładnej analizy przebiegu zmienności sił przy obróbce, okazał się nader pomocny przy ustalaniu wszelkiego rodzaju wzajemnych zależności parametrów skrawania, jak również dla ich najkorzystniejszego doboru w celu uzyskania najgładszej powierzchni, najmniejszego nagrzania narzędzia, jego największej trwałości itp.

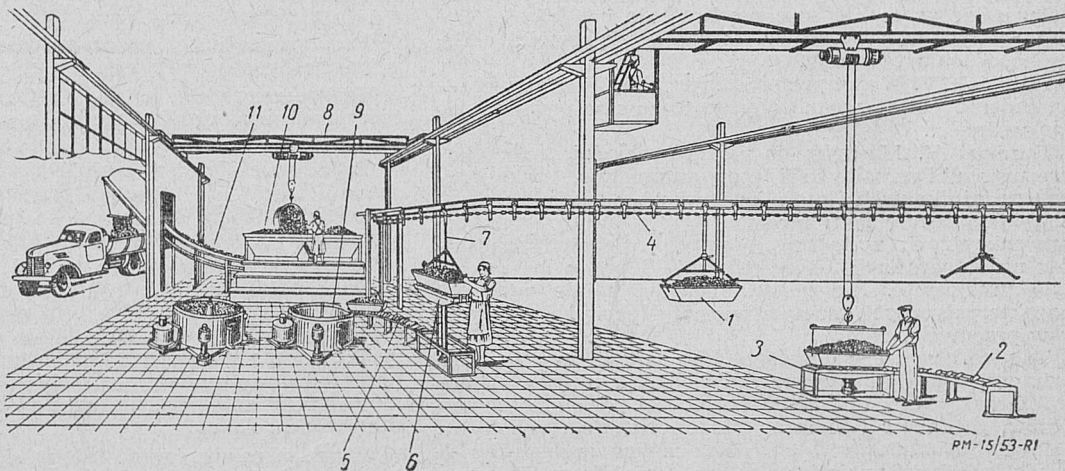
(Więstnik Maszynostrojenia 4/52, str. 63)

St. B.

MECHANIZACJA TRANSPORTU WIÓRÓW METALOWYCH

W wydziałach mechanicznych o dużym parku maszynowym istnieje problem szybkiego usuwania wiórów poza teren budynku. Sprawa komplikuje się jeszcze przez konieczność oddzielenia od wiórów płynu chłodzącego.

Transport wiórów na wydziale automatów jednej z fabryk w ZSRR został rozwiązany jak na rys. 1. Wióry powstające w czasie obróbki zbiera się do skrzynek 1, mających kształt ściętej piramidy. Od automatów skrzynki przenoszone są za pomocą suwnic do punktów załadunkowych, gdzie z kolei podwiesza się skrzynki do uchwytów kolejki łańcuchowej transportującej je do oddziału wirówek.



Rys. 1.

Urządzenie punktu załadunkowego składa się z przenośnika wałkowego 2, mogącego pomieścić równocześnie trzy lub cztery skrzynki. W końcu przenośnika, na jednym poziomie z nim, znajduje się stół 3 w postaci odcinka przenośnika wałkowego, zaopatrzonego w pneumatyczny podnośnik. Stół, po umieszczeniu skrzynki z wiórami, podnosi się do takiej wysokości, że skrzynkę można podwiesić do uchwytu kolejki łańcuchowej. Punkt rozładunkowy w oddziale wirówek posiada identyczny przenośnik wałkowy 5 ze stołem 6 oraz z podnośnikiem pneumatycznym. W chwili, gdy uchwyt kolejki z podwieszoną skrzynką przechodzi nad stołem, robotnik podnosi stół naciśnięciem pedału, przyjmuje skrzynkę, a uchwyt odchyła się samoczynnie dzięki przeciwcieżarowi. Po opuszczeniu stołu, skrzynkę przesuwają na przenośnik wałkowy, skąd wciągnięciem 8 zostaje ona przeniesiona nad wirówkę 9 i rozładowana. Oczyszczone wióry przenosi się tymże wciągnięciem do zyspu 10. Znajdujący się pod zyspem przenośnik taśmowy 11 transportuje wióry bezpośrednio do samochodów-wywrotek.

Puste skrzynki zawieszają się na powrotny tor kolejki łańcuchowej, biegnącej do wydziału automatów, gdzie suwnicami rozwozi się je na stanowiska robocze.

(Więstnik Maszynostrojenia 11/52, str. 43)

L. S.

Bibliografia

H. Hilbert — TŁOCZNICTWO — tom 1. Tłum. inż. Zygmunt Kazubiński. Format A5, str. 170, rys. 208, tablic 13. PWT, Warszawa 1952. Cena zł 22.—

Dzieło H. Hilberta składa się z dwóch tomów. Tom 1 poświęcony jest głównie zagadnieniom cięcia metali, konstrukcji i wykonaniu przyrządów i narzędzi, oraz opisowi maszyn, służących do tego celu.

Rozdział I. Wiadomości wstępne z tłocznictwa — zawiera określenie podstawowych pojęć i oznaczeń spotykanych w tłocznictwie. Pomimo, że podana przez autora klasyfikacja operacji tłoczenia jest obszerna, nie charakteryzuje jednak dokładnie poszczególnych operacji.

Polski Komitet Normalizacyjny wydał normę podstawową PN/M-66010, 66011, 66012 (z kwietnia 1950 r.) operacji tłoczenia, o czym należałoby zrobić odpowiedni odnośnik w treści tłumaczenia.

Rozdział II. Plany operacyjne — przytacza wskazówki dotyczące ustalania: planów operacyjnych, kształtu części wykrawanych oraz najbardziej celowych urządzeń dla danej ilości części wykrawanych. Zagadnieniom tym (opracowania procesów technologicznych) przeznaczono jednak w książce za mało miejsca w porównaniu z innymi rozdziałami.

Rozdział III. Konstrukcja i wykonanie przyrządów i narzędzi — podaje szereg przykładów, przeważnie znanych konstrukcji dziurkowników, wykrojników, okrojników, odcinaków itp. Podane obliczenia siły cięcia przy wycinaniu wykrojów i dziurkowaniu potraktowane zostały raczej fragmentarycznie.

Rysunki przejrzyste, w większości przypadków jednak bez wymiarów, co nie daje wyobrażenia o wielkości tłoczonego wyrobu, przyrządu i narzędzi, jak również o dokładności ich wykonania.

Rozdział IV. Wykonywanie przyrządów tłoczących — zagadnienie potraktowano zbyt pobieżnie w stosunku do jego ważności.

Rozdział V. Maszyny do cięcia — podaje opisy nożyc, pras uniwersalnych i pras automatów, oraz urządzeń podajnikowych i może być uważany raczej za skróconą klasyfikację tych maszyn. Wobec braku rysunków konstrukcyjnych w tekście, oraz odpowiednich odnośników na fotografiach, opisy działania i pracy maszyn są mało przejrzyste. Nie podano również tablic wielkości charakterystycznych maszyn, wielce pomocnych przy pracy w przemyśle.

Tablice i wykresy dotyczące klas jakości wyposażenia, czynności ustawienia wykrojników, luzów między stemplami i matrycami, obliczenia szerokości pasa i ilości wykrojów, gatunków i tolerancji blach cienkich, wymiarów pilotów, dopuszczalnych grubości, ciętych materiałów — przedstawiają niewątpliwą wartość źródłową i cenny wkład do książki.

Pomimo małej objętości książka zawiera dużo materiału i ujmuje zagadnienia w sposób przystępny, zgodnie z jej przeznaczeniem określonym przez PWT, tj. dla techników i mechaników. Ze względu na popularny sposób wyłożenia treści, może być również zalecana do użytku w przykładowych bibliotekach technicznych i szkolnych.

Słownictwo techniczne nie jest ujednolicone i w wielu przypadkach niezgodne z przyjętą już terminologią.

Okolicznością usprawiedliwiającą poniekąd tłumacza jest fakt, że sprawa ustalenia terminologii z zakresu tłocznictwa nie jest dotąd uporządkowana, a w wydanych słownikach można napotkać podobne nieścisłości jak w tłumaczeniu.

Przeglądając książkę, recenzent zauważył pewną ilość usterek językowych, błędów i pomyłek drukarskich, które mogą być udostępnione PWT celem wprowadzenia erraty.

K. B.

Mgr inż. Eugeniusz Górski, „FREZY. KONSTRUKCJA”. Format B5, stron 192. Tablic 40, rys. 232, PWT Warszawa, 1952. Cena zł 18.—

Autor w pracy swojej omawia geometrię ostrza zębów, zasady pracy i konstrukcję frezów i głowic frezowych oraz podstawy szybkościowego skrawania przy ujemnych kątach natarcia.

Książka, jak sam autor zaznacza, przeznaczona jest dla techników i inżynierów konstruktorów narzędzi do obróbki skrawaniem, jako podręcznik konstrukcyjny.

W książce tej cały materiał podzielony jest na następujące rozdziały: klasyfikacja frezów, konstrukcyjne elementy freza, frezy ścinowe, frezy zataczane, głowice frezowe oraz procesy technologiczne przy wykonywaniu frezów.

Należy z uznaniem powitać ukazanie się pierwszej bodaj w naszej literaturze technicznej książki, omawiającej bardzo ważne zagadnienie konstrukcji frezów. Przed ostatnią wojną nie produkowaliśmy prawie zupełnie normalnych frezów, korzystając całkowicie z importu zagranicznego; nie mieliśmy więc, rzecz jasna, doświadczenia w tej dziedzinie, a wykonywane w poszczególnych fabrykach frezy do robót specjalnych przeważnie nie odpowiadały podstawowym warunkom prawidłowości ich obliczenia i wykonania.

Dzisiaj, w miarę rozwoju naszego przemysłu, sprawa produkcji frezów nabrała specjalnego znaczenia, a książka mgr inż. Górskiego staje się dużą pomocą dla racjonalnego podejścia do tej, bądź co bądź, nowej dla nas dziedziny wytwórczości, w której mamy jeszcze stosunkowo mało doświadczenie i nieliczny personel techniczny obeznany tak z konstrukcją, jak i produkcją frezów.

Autor w swojej książce zebrał i omówił bardzo obszerny materiał, a opierając się na bogatej literaturze radzieckiej i innej zagranicznej, przedstawił w sposób jasny sporo nowych poglądów na konstrukcję frezów, a głównie głowic frezowych.

Przy czytaniu tej pracy nasuwają się pewne uwagi, które należałoby uwzględnić przy następnym wydaniu.

Przed wszystkim należy podkreślić, że książka ta dotyczy frezów do obróbki metali, a pomija frezy do obróbki drewna.

Dalej należałoby uzupełnić pracę omówieniem konstrukcji frezów do ręcznych przyrządów z napędem mechanicznym (Biax, Bosch), które to frezy mają duże zastosowanie przy obróbce wykrojników, foremników itp.

Następnie, ponieważ ma to być podręcznik konstrukcyjny, należałoby położyć większy nacisk na stronę obliczeniową, wyczerpując do najmniejszego szczegółu wszystkie elementy frezów, a szczególnie głowic frezowych, jak płytki, noże i elementy zamocowania oraz korpusy. Natomiast celowe wydaje się skrócenie do koniecznego minimum strony opisowej, która każdemu technikowi i inżynierowi jest znana.

Również celowe wydawałoby się uzupełnienie książki większą ilością przykładów obliczeń, szczególnie w przypadkach bardziej skomplikowanych frezów.

Rozdział dotyczący głowic frezowych należałoby bardziej rozszerzyć, popierając omówienie tego zagadnienia licznymi przykładami; głowice frezowe znajdują obecnie coraz szersze zastosowanie, a ponadto, jako narzędzie kosztowne, wymagają bardzo dużego opanowania konstrukcyjnego.

Rozdział dotyczący procesów technologicznych przy wykonywaniu frezów należałoby usunąć zupełnie, gdyż są to zagadnienia, które winny doczekać się — i to jak najszybciej — opracowania odrębnego w skali znacznie szerszej i bardziej wyczerpującej. Procesy technologiczne przy wykonywaniu frezów winny stanowić jak gdyby drugi tom dzieła o frezach.

Książkę należałoby również przejrzeć z punktu widzenia polskiego słownictwa technicznego, aby uniknąć wyrazów obcych, jak np. boleć itp.

Korekta drukarska na ogół staranna, jakkolwiek można znaleźć pewne przeoczenia, jak powtarzanie w kilku miejscach tych samych zdań, lub też błędne użycie słów, jak np. frezy jednościenne zamiast jednościńowe itp.

Układ graficzny książki poprawny.

Mgr inż. J. Witowski.

Mgr inż. Bolestaw Tołłoczko, KOTŁY PAROWE. Tom pierwszy. Zeszyt 2, Format B5, stron 97—148, tablic 34—42, rys. 9—61, PWT, Warszawa, 1952. Cena zł 5.—

W drugiej połowie 1951 r. ukazał się pierwszy zeszyt książki prof. B. Tołłoczki; moją recenzję zamieszczono na tych łamach w grudniowym numerze. Obecnie wyszedł z druku drugi zeszyt.

Treść obejmuje opis podziału palenisk na rodzaje, obliczanie palenisk prawie wyłącznie rusztowych na 7 stronach, rozdziały opisowe konstrukcji palenisk ręcznych z rusztem poziomym, pochyłym, schodkowym, paleniska ręczne półgazowe i opis rusztu kotłowego.

Opisy są wyczerpujące, tabele podane ułatwiają przeprowadzenie obliczeń. Tekst zaopatrzony jest w liczne rysunki. Omówiona jest również obsługa każdego paleniska.

Jak już pisałem w recenzji z pierwszego zeszytu, ujęcie tematu zapowiada dużą książkę. Nie znając planu całości, trudno charakteryzować poszczególne zeszyty. Zeszyt I wymagał od czytelnika przygotowania teoretycznego (książka przeznaczona głównie dla inżynierów i studentów wyższych szkół technicznych). Zeszyt II jest napisany tak łatwo i przystępnie, że korzystać z niego mogą technicy ze średnim wykształceniem.

Palenisk ręcznych w Polsce mamy kilkadziesiąt tysięcy sztuk przy rozmaitych typach kotłów. Zainteresowani ruchem wzgl. remontami palenisk ręcznych kotłowych zrobią dobrze, jeśli zapoznają się z treścią II zeszytu.

Zeszyt ten ułatwi prawidłowe prowadzenie ruchu, da podstawy teoretyczne do pomysłów racjonalizatorskich, łatwych do wykonania, a dających duże oszczędności na paliwie, konserwacji, a w wielu przypadkach może zdziałać zwiększenie wydajności kotła przez usprawnienie istniejącego paleniska. Trzeba znać gruntownie podstawy teoretyczne tak prostego urządzenia, jak ruszt ręczny, aby go prawidłowo wykorzystać. Zeszyt II, który ukazał się ostatnio na półkach księgarskich, ułatwi w dużej mierze spełnienie tego zadania.

Zwracam uwagę na przeoczenie korektora na str. 7, wiersz pierwszy od góry, gdzie zamiast „BW” powinno być „B.Wu”.

Piotr Orłowski.

Mgr inż. Jerzy Lutosławski — ODLEWNICTWO W PLANIE SZESZCIECIENIM — Format A5, stron 136, rys. 83, tablic 4. PWT, Warszawa 1952. Cena zł 10.

„W broszurze omówiono fragment Planu 6-letniego obejmujący odlewnictwo. Zainicjowana przez Państwową Komisję Planowania Gospodarczego „Biblioteka Planu 6-letniego”, do której należy niniejsza broszura, ma umożliwić robotnikom kwalifikowanym, mistrzom, technikom oraz inżynierom zapoznanie się z założeniami, zadaniami i celami poszczególnych odcinków Planu.” W tych słowach Wydawnictwo przedstawiło cel wydania broszury oraz zadanie postawione Autorowi. Ujął on temat w dwunastu rozdziałach, poprzedzając je krótkim wstępem wyjaśniającym rolę odlewnictwa w życiu gospodarczym oraz zakończeniem, podkreślającym wagę unaukowania metod pracy w odlewni.

W pierwszych czterech rozdziałach wprowadzających, Autor podaje:

w rozdziale I — ogólną definicję i specyficzne odrębności odlewnictwa oraz klasyfikację odlewni wg rodzajów tworzywa.

W rozdziale II — „Rozwój odlewnictwa przed II wojną światową” — Autor podaje szkic historycznego rozwoju odlewnictwa, osiągnięcia techniczne oraz wysokość produkcji w latach przedwojennych.

W dalszych rozdziałach — „Odlewnictwo polskie do końca planu trzyletniego” (rozd. III) i „U progu planu 6-letniego” (rozd. IV) zapoznajemy się z osiągnięciami krajowego odlewnictwa do V Plenum PZPR, a następnie z zaleceniami podanymi w „Uchwale Prezydium Rządu w sprawie rozwoju i modernizacji produkcji odlewniczej” z lipca 1950 r.

Istotną treść opracowania stanowią rozdziały V — X, poświęcone zilustrowaniu postępu technicznego na różnych odcinkach produkcji odlewniczej.

Końcowe rozdziały broszury XI i XII poświęcone są — „Technologicznemu opracowaniu produkcji” i „Kadrom”. Autor słusznie podkreśla konieczność wstępnego opracowania technologicznego produkcji przed przystąpieniem

do pracy w odlewni oraz żywej współpracy biur konstrukcyjnych ze specjalistami — odlewnikami w zakresie „technologiczności konstrukcji”. Rozważania o przydatności tego lub innego tworzywa do celów konstrukcyjnych są na ogół ciekawe, przytaczają pouczające wiadomości z prac W. K. Gokuna i I. A. Odinga, mniej znanych szerszemu ogółowi odlewników, lecz niezbyt wiążą się z tematem broszury. W krótkim rozdziale o kadrach podkreślono trudności, jakie istnieją w zapewnieniu przemysłowi odlewniczemu odpowiedniej ilości kwalifikowanych kadr.

Układ książki jest logiczny, wydaje się jednak, że Autor mając trudne zadanie opracowania broszury przeznaczonej dla czytelników o różnym przygotowaniu technicznym, ujął temat zbyt rozwlekle, na skutek czego broszura nie uwypukla istotnej rzeczy: co osiągniemy w odlewnictwie na koniec Planu 6-letniego? Przedstawienie czytelnikowi różnego rodzaju nowoczesnych instalacji lub osiągnięć technologicznych, opisy których znaleźć możemy gdzie indziej, nie daje odpowiedzi na postawione wyżej pytanie, natomiast niedostatecznie są podkreślone nasze wysiłki na odcinku opracowania przez Biura Konstrukcyjne nowych typów maszyn i urządzeń, możliwości produkowania ich w kraju; nie spotykamy też zadań postawionych instytutom badawczym i uczelnianym i kierunku ich rozwoju w perspektywie Planu 6-letniego. Po przeczytaniu broszury wiemy o tym nie więcej, jak przedtem.

Nieco zawily i nieprzekonywający jest ustęp omawiający ogólne pojęcie mechanizacji (str. 58—63), tym bardziej, że nie wiąże się on z tematem broszury. Podobnych odskoków spotykamy w broszurze kilka, co utrudnia nieco przyswojenie jej ciekawej treści. Natomiast Autor pomija zupełnym milczeniem tak kapitalne zagadnienie jak konieczność „specjalizacji” naszych odlewni, co niewątpliwie powinno znaleźć swoje rozwiązanie, chociażby częściowe, w okresie Planu 6-letniego.

Przy przedstawieniu historycznego rozwoju odlewnictwa pominięto zupełnie osiągnięcia krajowe i to nie tylko z czasów historycznych, lecz i doby obecnej (XX w.); należałoby, mówiąc o stopach cynku (str. 49) typu ZnAl na odlewy pod ciśnieniem, wyjaśnić zakres jego stosowania, ilustrując przykładami z krajowej produkcji.

Popularno-propagandowy charakter broszury narzucił Autorowi zdecydowanie opisowe podejście do tematu, co zrobione zostało z należytą dokładnością. Broszura jest przy tym bardzo bogato ilustrowana. Odważyłbym się nawet postawić zarzut pewnej przesady w tym kierunku i wprowadzenie ilustracji nie odpowiadających charakterowi opracowania lub też niejasnych. Do nich zaliczyłbym np. rys. 13, 14, 17, 19, 20, 35, 46, 57 i in., jak również tablicę 4. W kilku miejscach pragnąłbym podać sprostowania, a więc: Darby wprowadził wykonanie „na wilgotno” form z masy formierskiej w r. 1690, a nie w 1708 (str. 18); płyty modelowe koordynujące (str. 83) znane są od 25—30 lat, co można stwierdzić w starych katalogach B. M. F. W ślad za szeregiem autorów błędnie jest podane, że współczesne oczyszczarki wirujące pracują śrutem stalowym; jest to śrut z żeliwa białego. Sprostować również należy informację (str. 124), że w kraju przeprowadzane są tylko laboratoryjne próby z żeliwem sferoidalnym; metoda ta, opracowana dla warunków krajowych w Instytucie Odlewnictwa w Krakowie, została wprowadzona do przemysłu, a za produkcję odlewów w skali przemysłowej jej organizatorzy wyróżnieni zostali nagrodą państwową w r. 1952.

Wreszcie niech mi będzie wolno nie zgodzić się z Autorem w nieco optymistycznej ocenie sytuacji na odcinku kadr dla odlewni; ten odcinek sprawić może dużo przykrych niespodzianek, jeśli wkrótce sytuacja nie ulegnie poprawie.

Na zakończenie kilka słów o szacie graficznej i o korekcie. Porównując wydawnictwa z tej samej serii stwierdzić muszę, że jednak inne broszury, nawet wykonywane w tej samej wrocławskiej drukarni, jak np. „Hutnictwo” i inne, mają ilustracje wykonane znacznie staranniej; pod tym względem „Odlewnictwo” zostało pokrzywdzone.

Przy prowadzeniu korekty należałoby usunąć takie przeoczenia jak np. „powietrze ścięśnione” (str. 57), zamiast „sprężone”, „metal płynny” zamiast „metal ciekły”, a wyrazy „mieszarka kołotokowa” zastąpić poprawną na-

zwą „mieszarki talerzowej“, używając zamiast „kołotok“ i „biegun“ — talerz, misa, krążnik, walec. Stosowanie słowa „względnie“ w znaczeniu niewłaściwym korektor również przeoczył.

Te drobne uwagi w niczym nie umniejszają wartości opracowania, które niewątpliwie zadość uczyni zadaniom postawionym przez inicjatorów Wydawnictwa i przyczyni się do popularyzacji Odlewnictwa oraz ułatwi wytyczenie dróg jego rozwojowi.

K. Gierdziejewski

Mgr inż. Wacław Głiński — URZĄDZENIA PRZENOŚNIKOWE W PRZEMYSŁE METALOWYM — Format A4, str. 84, rys. 144. PWT, Warszawa 1952.

Książka zawiera klasyfikację i zwięzłe opisy przenośników stosowanych w przemyśle metalowym. Materiał rysunkowy daje projektantom mechanizacji transportu zakładów przemysłowych możliwość wyboru właściwych przenośników. Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów.

Spis treści wymienia nadto, oprócz wstępu, klasyfikacji i wydajności przenośników w poszczególnych rozdziałach, przenośniki taśmowe, płytowe, wózkowe, kołyskowe, podwieszane, zabierakowe, rolkowe nie napędzane oraz wózkowe nie napędzane.

Zgodnie z przeznaczeniem, autor traktuje w trafnie ustawionym podziale i kolejności, opisowo i rysunkowo wszystkie odmiany urządzeń przenośnikowych (wraz z ich charakterystyką) stosowanych w zmechanizowanym zakładzie przemysłu metalowego. Przenośniki służące wyłącznie do transportu materiałów sypkich (elewatory, przenośniki pneumatyczne i hydrauliczne), jako nie mające bezpośredniego zastosowania w procesach wytwórczych — zostały celowo pominięte. Na skutek tego książka nie zawiera kompletnego materiału odnośnie odlewnictwa, co jednak nie umniejsza pod żadnym względem wartości książki. Jest okazją, żeby urządzenia przenośnikowe w odlewnictwie zostały potraktowane oddzielnie.

Książka jest ze wszech miar publikacją przydatną i pożyteczną, spełniającą wyznaczone cele. Stanowi ona w piśmiennictwie polskim pierwszą tego rodzaju, od dawna potrzebną pracę. Systematycznie i na poziomie traktuje szczegółowiej o grupie przenośników, które są z małymi wyjątkami raczej najczęściej używane.

Jeżeli się jeszcze doda, że tak format, czystość druku i rysunków, jak i korekta zostały skrupulatnie dobrane i przeprowadzone — to całość stanowi dobrego podręcznik, którym się chętnie będzie posługiwać zainteresowany użytkownik.

inż. J. Unger

Nr 1 KATALOG TABLIC GRAFICZNYCH, styczeń 1953 — Format B5, stron 107, Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Szkolnictwa Zawodowego, 1953. Wyłączna sprzedaż przez CEZAS (Centrala Zaopatrzenia Szkół).

Z dużym uznaniem należy przyjąć podjętą przez PWSZ inicjatywę wydania tablic graficznych dla technicznego szkolnictwa zawodowego. Owocem prac w tym zakresie jest ukazanie się pierwszej serii 87 tablic o wymiarach 1000 × 700 (format B1). Zmniejszone odbitki powyższych tablic włączone zostały do Katalogu tablic graficznych Nr 1. Katalog zawiera ponadto skróty alfabetyczny oraz wykaz dalszych 88 tablic będących w opracowaniu. Dotychczas wydane tablice obejmują następujące tematy: silniki spalinowe, hutnictwo w zakresie wyrobu surowki w wielkim piecu, przeróbki stali i metali nieżelaznych oraz przeróbkę rud.

Tablice ujmują w sposób na ogół wyczerpujący zagadnienia związane z danym przedmiotem nauczania; dobra forma graficzna i bogate opisy ułatwiają jego opanowanie. W niektórych jednak przykładach posunięto zbyt

daleko schematyzację mechanizmów, zatracając ich charakterystyczne kształty, lub pomijając istotne dla danej konstrukcji urządzenia, jak np. pompę wtryskową w silniku wysokoprężnym lub gaźnik w silniku motocyklowym.

Przy doborze przykładów należałoby w przyszłości w większej mierze sięgać do konstrukcji spotykanych w naszym życiu technicznym i podać je w formie wprowadzenia uproszczonej, tym niemniej jednak przypominającej maszyny, z którymi uczeń może się zetknąć w rzeczywistości. Z tego punktu widzenia przykłady takie jak „tłok z zasobnikiem“, „wtrysk do komory wstępnej“, „wtrysk do komory wirowej“, „silnik dwusuwowy wysokoprężny“, „silnik z głowicą żarową“ należałoby uważać za niezbyt szczęśliwie dobrane.

Słownictwo techniczne przyjęte w Katalogu nie budzi zastrzeżeń z wyjątkiem wyrażenia „aparat zapłonowy“, — które powszechnie jest zastępowane przez wyrażenie „rozdziałacz zapłonu“. Wątpliwości nasuwają również niektóre tytuły poszczególnych rozdziałów, jak np. „Wielkopiecownictwo“ (!), lub „Metale nieżelazne“ — jako nagłówek rozdziału omawiającego pewne konstrukcje pieców do wytapiania metali nieżelaznych.

Inż. Nawroczyński

W dniu 30 stycznia 1953 r. zmarł Profesor Politechniki Łódzkiej Rajnold Kurowski.

Profesor Rajnold Kurowski urodził się w Wilnie w roku 1889.

Studia ukończył w 1911 roku w Instytucie Elektrotechnicznym w Petersburgu. Od tego czasu poświęcił się pracy naukowej w dziedzinie wytrzymałości materiałów, współpracując ze światowej sławy uczonym rosyjskim prof. Stefanem Timoszenko.

W roku 1914 odbywał specjalne studia matematyczne w Getyndze.

W uznaniu działalności naukowej zostaje mianowany w roku 1920 profesorem Instytutu Elektrotechnicznego w Leningradzie. Na stanowisku tym pozostaje do roku 1928, dając się poznać jako świetny pedagog i przyjaciel młodzieży.

Po powrocie do Warszawy w 1928 roku obejmuje stanowisko adiunkta Politechniki Warszawskiej, współpracując z naszym znakomitym uczonym, prof. M. T. Huberem.

Od roku 1937 był profesorem Państwowej Wyższej Szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki im. H. Wawelberga i S. Rotwanda w Warszawie. Pracę tę kontynuował także w czasie okupacji hitlerowskiej.

Po odzyskaniu niepodległości prof. R. Kurowski został powołany w 1945 roku na Katedrę Mechaniki Technicznej Politechniki Łódzkiej jako profesor zwyczajny. Był jednym z organizatorów tej uczelni i wiele osiągnięć Wydziału Mechanicznego jest wynikiem Jego owocnej działalności jako członka Rady Wydziału.

Był wychowawcą całych pokoleń naszych inżynierów. Szeroką działalność naukową łączył zawsze z pracą pedagogiczną i głęboką troską o wykształcenie młodych inżynierów i naukowców.

Jego publikacje podręcznikowe, jak: „Wytrzymałość materiałów“ dla wydziałów mechanicznych politechnik, „Wytrzymałość materiałów“ dla szkół zawodowych, szereg „Zbiorów zadań z wytrzymałości materiałów“ — zawsze miały na względzie ułatwienie studiującym opanowanie tej trudnej dziedziny.

Pod kierunkiem prof. Kurowskiego powstały w samym tylko okresie powojennym cztery prace doktorskie i szereg innych prac naukowych.

Jego własna działalność naukowa obejmowała bardzo szerokie dziedziny zastosowań wytrzymałości materiałów.

Do ostatniej chwili pracował czynnie naukowo i pedagogicznie.

WYDAWCA: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA, WARSZAWA, Czackiego 3/5

Komitet Redakcyjny: mgr. inż. PAWEŁ KOSIERADZKI, mgr. inż. STANISŁAW KULESA, dr inż. JAN OBALSKI, inż.-mech. FELIKS MATCZYŃSKI, prof. dr inż. ALEKSY PIĄTKIEWICZ, prof. inż. ZDZISŁAW RYTEL, prof. dr inż. ROBERT SZEWAŁSKI, mgr. inż. LECH STRZELECKI, mgr. inż. JOZEF ZAGORSKI, mgr. inż. EDWARD ŻMIHORSKI

Redaktor Naczelny: mgr. inż. MARIAN WAKALSKI

Z-ca Redaktora Naczelnego: inż.-mech. WŁADYSŁAW KAWĘCKI

Sekretarz redakcji: JULIA KULINICZ

Redaktor techniczny: CZESŁAW PIEKARSKI

Nowa metoda inkluzji próbek metalograficznych

W oparciu o prace Moskiewskiego Instytutu Konstrukcji Maszyn Chemicznych*) opracowano w Oddziale Badań Laboratoryjnych Instytutu Obróbki Plastycznej ciekawą metodę inkluzji próbek metalograficznych. Dotychczas stosowane metody inkluzji próbek posiadają pewne, mniej lub bardziej przykre wady i tak np. inkludowanie w stopie Wooda lub podobnych stopach powoduje zamykanie struktury inkludowanej próbki przez miękką masę stopu i wymaga bardzo ostrożnego polerowania; ponadto tworzące się ośrodki korozyjne dają nieraz zupełnie fałszywe obrazy struktur. Stosowany czasem do inkluzji próbek szelak rozpuszcza się w alkoholu, co jest przyczyną powstawania ciemnobrunatnych plam na powierzchni wypolerowanej próbki. Inkluzja w bakelitach wymaga stosowania specjalnych prasek i piecyków. Nowa metoda eliminuje zupełnie te trudności.

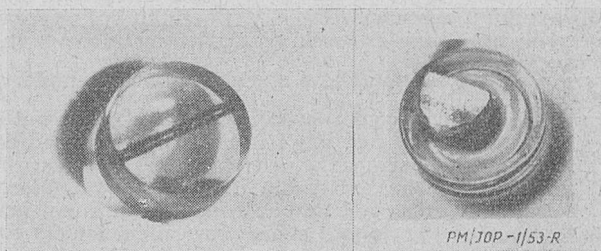
Próbkę normalnie przygotowaną do inkluzji umieszczamy w długiej próbówce z płaskim dnem i zalewamy estrem metylowym kwasu metakrylowego z dodatkiem 0,2 do 1,0% nadtlenu benzoilu. Otwarty koniec próbki zatapiamy i umieszczamy ją w termostacie w temperaturze 80 do 85°C na przeciąg 60 do 70 minut. Proces ten można prowadzić w każdej suszarce laboratoryjnej lub kąpieli wodnej. W tym czasie następuje częściowa polimeryzacja i ester przyjmuje konsystencję gęstego syropu. Następnie obniżamy temperaturę do 60°C i wytrzymujemy w niej próbkę około 2 godzin, aż do całkowitej polimeryzacji, czyli zupełnego stwardnienia żywicy. Po zakończeniu procesu polimeryzacji rozbijamy próbkę i wyjmujemy próbkę zainkludowaną w twardej, przezroczystej i nierozpuszczalnej w alkoholu masie plastiku. Na załączonych zdjęciach zamieszczono próbki inkludowane powyższą metodą.

W celu obniżenia temperatury inkluzji, co może być niejednokrotnie pożądane, szczególnie przy próbkach obrabianych cieplnie, możemy stosować następujące metody:

1) Wstępną polimeryzację monomeru z nadtlaniem benzoilu przeprowadzamy w dowolnym naczyniu, za-

mkniętym szklanym doszlifowanym korkiem, w temperaturze 80 do 85°C i po doprowadzeniu częściowego polimeru do gęstości syropu zalewamy nim badaną próbkę w próbówce, zatapiamy jej otwarty koniec i doprowadzamy proces polimeryzacji do końca przy temperaturze 60°C w czasie około 2 godzin.

2) Zatapiamy próbkę, jak zwykle, w próbówce z estrem i nadtlaniem benzoilu i cały proces polimeryzacji prowadzimy w temperaturze 50 do 60°C. Całkowite stwardnienie żywicy następuje wtedy jednak dopiero po 12 godzinach. Skrócenie czasu całkowitej polimeryzacji do 2 godzin jest możliwe przy prowadzeniu procesu od początku do końca w temperaturze 80 do 85°C. Jednak wskutek dość dużej w tej temperaturze prężności par estru, w plastyku pozostają zainkludowane pęcherze gazowe. Zaobserwowano, że większy dodatek nadtlenu benzoilu nie przyspiesza procesu polimeryzacji, powoduje natomiast zabarwienie plastiku na różne odcienie od koloru żółtego do czerwonego.



Przy inkludowaniu próbek miedzi i jej stopów plastik zabarwia się na zielono, a proces polimeryzacji ulega opóźnieniu o 2 do 4 godzin, wskutek stabilizującego działania nieznacznych ilości wolnego kwasu metakrylowego na miedź.

Metoda ta posiada jeszcze tę zaletę, że stosowany plastik można częściowo depolimeryzować. Osiągamy to przez wstępną destylację w temperaturze 115°C i wtórną destylację w temperaturze 98 do 102°C, po której otrzymujemy około 60 do 70% monomeru w stanie płynnym.

Głowacki Z. i Kurzawa Z.

Badanie tłocliwości blach na tłoczniku doświadczalnym

Dokładna znajomość zjawisk występujących w procesie głębokiego ciągnięcia decyduje o osiągnięciu dobrych wyników w produkcji. Pominięcie chociażby jednego parametru może spowodować poważne straty w produkcji. Zasady konstrukcji narzędzi do głębokiego ciągnięcia są dość wyczerpująco opracowane w literaturze dotyczącej przeróbki plastycznej na zimno, natomiast określenie podatności materiału na odkształcenie plastyczne napotyka zawsze na pewne trudności. Zdarzają się wypadki, że blachy, oznaczone tą samą cechą hutniczą i dostarczane przez tę samą hutę, zachowują się zupełnie różnie w czasie przerobu. Pociąga to za sobą konieczność przekonstruowania narzędzi, a zatem zwiększenie kosztów produkcji. Tego rodzaju niespodzianek uniknąć można przez dokładne określenie własności materiału przed oddaniem go do przerobu. Próby odbiorcze materiału, m. in. najbardziej rozpowszechniona próba rozciągania i próba tłocliwości metodą Erichsena, bardzo często zawodzą. Przydatność blachy do głębokiego ciągnięcia najlepiej można określić,

wykonując próby tłoczenia. Dlatego w rozwiązaniu konstrukcyjnym opracowany przyrząd do badania głębokości tłoczenia blach posiada cechy tłoczników produkcyjnych. Ponadto umożliwia on rejestrowanie następujących pomiarów:

1) siły występującej w czasie głębokiego ciągnięcia z wykreśleniem zależności między siłą na stemple, a głębokością tłoczenia,

2) siły dociskającej i jej regulowania w szerokim zakresie oraz

a) wymiary pierścienia ciągowego i stempla,

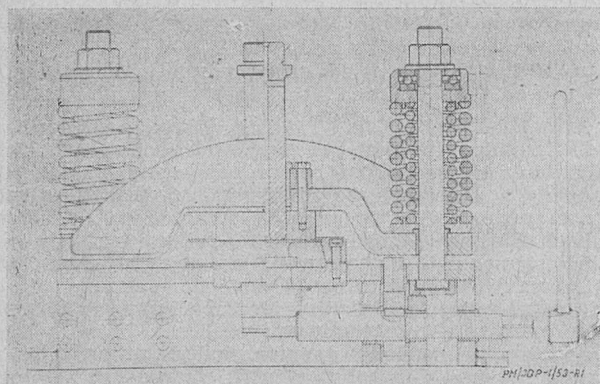
b) wygodne i szybkie ułożenie krążka.

Uwzględniając w. w. założenia autor opracował konstrukcję tłoczника doświadczalnego, przedstawioną na rys. 1.

Konstrukcja przyrządu pozwala zarówno na wbudowanie go w maszynę wytrzymałościową, jak i na ustawienie na prasie, co umożliwia obserwowanie wpływu

prędkości tłoczenia. Potrzebną siłę dociskającą, która ma zapobiec tworzeniu się zmarszczek na krawędzi krążka wskutek działania naprężeń stycznych, wywierają dwie sprężyny. Wartość siły dociskającej ustala się po odczytaniu strzałki ugięcia na dwóch noniuszach, korzystając z tablic przeliczeniowych.

Na wałku obracającym ręczną dźwignią osadzono mimośrodowo dwa krążki, które wypychają kamienie naciskające na kotwice dociskacza podnoszącego. Tłocznik doświadczalny został wyposażony w zespolony pierścieniowy i stemplowy w różnych promieniach zaokrąglenia krawędzi ciągowej.



Rys. 1.

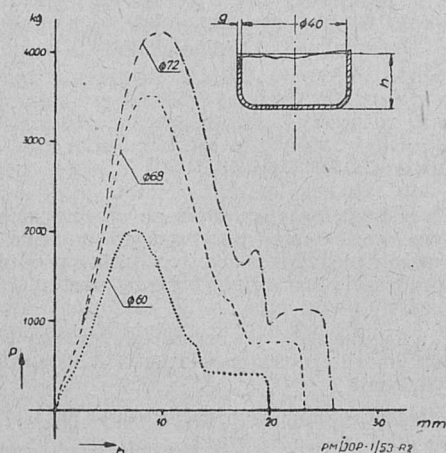
W wyniku przeprowadzonych na tłoczniku doświadczalnym prób określono największy stopień przeformowania

$$\beta = \frac{D}{d}$$

dla różnych gatunków blach. Średnica stempla we wszystkich próbach wynosiła 40 mm. Próby miały następujący przebieg: wielkość siły dociskającej oznaczono doświadczalnie, przeliczając ją na nacisk przypadający na jednostkę powierzchni, stały dla danego gatunku blachy we wszystkich próbach. Ustalono również dla danej grubości optymalny luz między stemplem a pierścieniem ciągowym oraz wartości zaokrąglenia krawędzi ciągowej pierścienia i stempla.

Zmiana średnicy krążka następowała przez obtoczenie w specjalnym uchwycie na tokarce. Badania przeprowadzono na 10 t maszynie wytrzymałościowej wytwórni Otto Wolpert (prędkość tłoczenia 0,022 m/min.) oraz na prasie hydraulicznej 10 t firmy Blell (prędkość tłoczenia 2,2 m/min.).

Na rys. 2 pokazano 3 krzywe zdjęte na maszynie wy-



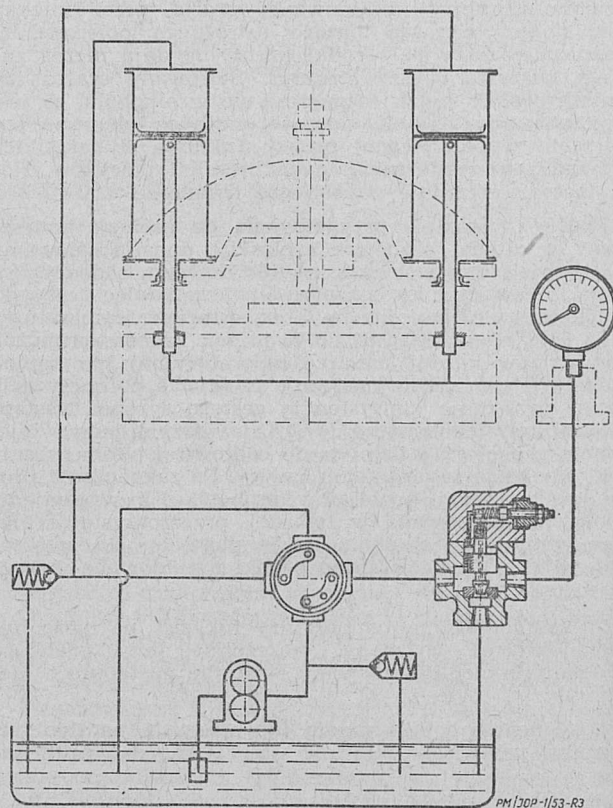
Rys. 2.

trzymałościowej w czasie głębokiego ciągnięcia 3 misecek przy 3 różnych średnicach wyjściowych krążka.

W toku przeprowadzonych prób wynika potrzeba sprawdzenia zachowania się blach również w ciągach na-

stępnych. Wskutek tego, że przy pomocy mimośrodowo używano zbyt małą przestrzeń pomiędzy pierścieniem ciągowym a dociskaczem, konieczne okazało się poczynienie zmian w konstrukcji tłoczni. Zasadnicza zmiana polegała na zrezygnowaniu z docisku sprężynowego i przejściu na dociskanie hydrauliczne. Schemat napędu hydraulicznego cylindrów widoczny jest na rys. 3. Przeróbka ta pozwoliła na zwiększenie odległości pomiędzy pierścieniem ciągowym a dociskaczem, wystarczającej do wykonywania misecek w czterech ciągach. Uniknięto również wady pierwszego wariantu, związanej z wytworzeniem siły potrzebnej do ściśnięcia sprężyn oraz zwiększono szybkość obsługi urządzenia.

Wielkość siły dociskającej odczytuje się na przeskalowanym manometrze, uwzględniając równocześnie straty tarcia skórzanych pierścieni uszczelniających o gładz cylindrów. W celu uzyskania równomiernej pracy obydwu



Rys. 3.

cylindrów połączono je przewodami kompensacyjnymi. Ciśnienie robocze wytwarza się przy pomocy pompki zębatej tłoczącej glicerynę do zaworu rozrządczego typu płytkowego. Stąd ciecz skierowana zostaje bądź nad tłoki, w wyniku czego następuje ruch dociskacza ku górze, bądź też pod tłoki, powodując dociśnięcie krążka do pierścienia ciągowego. W celu zapewnienia ciągłego przepływu cieczy oraz regulacji ciśnienia zastosowano zawór typu PG-545 używany w zakładach „Gidroprowod”. Pozostałe zawory kulkowe spełniają rolę zaworów przeciążeniowych. Ponieważ w przypadku przeprowadzania prób na maszynie wytrzymałościowej stempl jest nieruchomy, natomiast pierścień ciągowy posiada ruch ku górze, wynika potrzeba zastosowania przewodów giętkich. Z uwagi na wysokość ciśnienia dochodzącego do 20 at użyto przewodu z masy plastycznej, opancerzonego siatką.

Opisany tłocznik doświadczalny znalazł w Instytucie duże zastosowanie; wykonuje się na nim liczne ekspertyzy dla przemysłu. M. in. po wmontowaniu w oprawę pierścienia ciągowego i dociskacza oporów grzewczych, ciągniono miseczki również w podwyższonej temperaturze.

Wiśniewski Z.

Książki nadesłane

A. A. Łagowski i W. B. Paszkwer — ELEKTROWNIE CIEPLNE. Tłumaczył mgr inż. Jan Dobrot. Format A5, stron 375, rys. 159, tablic 33. PWT, Warszawa, 1953. Cena 38,50.

W książce rozpatrzono przemiany cieplne, charakterystyki głównych zespołów elektrowni, pobór ciepła z elektrociepłowni, zagadnienie wody zasilającej i jej przygotowanie. Omówiono akumulację ciepła, układy cieplne elektrowni i ich obliczenie, urządzenia kotłowe oraz inne urządzenia pomocnicze, rozplanowanie i eksploatację oraz aparaturę kontrolno-pomiarową elektrowni.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników, którzy zajmują się projektowaniem oraz eksploatacją elektrowni ciepłych. Mogą z niej korzystać również studenci wyższych szkół technicznych.

Mgr inż. Aleksander Tomaszewski — ZARYS METROLOGII WARSZTATOWEJ (Podstawy teoretyczne i środki miernicze do pomiarów długości i kątów). Format B5, stron 431, rys. 470, tablic 63. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 53,50.

Praca podaje teoretyczne podstawy warsztatowych pomiarów długości i kątów; zawiera opis działania i zasady konstrukcji środków mierniczych stosowanych do tych pomiarów oraz podaje sposoby ich sprawdzania. Omawia również tolerancję i pasowania wałków, otworów, łożysk tocznych i gwintów według SA, OCT i TOCT.

Książka przeznaczona jest dla średniego i wyższego personelu kontroli technicznej, ponadto może stanowić pomoc do nauki dla studentów wyższych szkół technicznych o kierunku mechanicznym.

Mgr inż. Bolesław Szupp — KURS SPAWANIA ACETYLENOWEGO W PYTANIACH I ODPOWIEDZIACH. Wydanie piąte niezmiennione. Format B6, str. 108, rys. 33. PWT, Warszawa 1953. Cena zł 4.—

Praca zawiera zbiór pytań i odpowiedzi z zakresu podstawowych wiadomości o spawaniu gazowym. Jest ona przeznaczona dla uczestników kursów spawania gazowego, techników i spawaczy.

D. H. Bruins — OBRABIARKI DO METALI. Tłumaczył mgr inż. Tadeusz Pietrzkiewicz. Format B5, stron 305, rys. 526, tablic 4. PWT, Warszawa 1953. Cena zł 19.—

Książka zawiera opisy budowy i działania obrabiarek do metali, zasady ich konstrukcji oraz przykłady typowych obliczeń, stosowanych przy projektowaniu obrabiarek.

Przeznaczona jest dla mistrzów i techników pracujących w warsztatach obróbki skrawaniem oraz może służyć jako pomoc dla studentów wydziałów mechanicznych technologicznych wyższych szkół technicznych.

Jan Obrąpalski, Profesor Politechniki Śląskiej — GOSPODARKA ENERGETYCZNA. Format B5, stron 336, rys. 41, tablic 41. PWT Warszawa, 1953. Cena zł 31.—

Książka obejmuje całość gospodarki energetycznej, zarówno w energetyce zawodowej (elektrownie cieplne i wodne oraz ciepłownie), jak i w energetyce przemysłowej. Szerzej została potraktowana gospodarka elektryczna w oparciu o jej współczesne tendencje rozwojowe.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów energetyków oraz dla studentów ostatniego roku oddziałów energetycznych na wyższych uczelniach technicznych.

KATALOG TABLIC GRAFICZNYCH Nr 1 — Styczeń 1953. Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego. Format B5, stron 107, tablic 87.

P.W.S.Z. przystąpiły w roku 1952 do wydawania tablic geograficznych, szczególnie pożytecznych w nauce zawodów technicznych. Są one przeznaczone zarówno dla uczni, jak i dla nauczycieli-wykładowców. Tablice wykonane w formacie B1 (1000 × 700), jedno- i wielobarwne, mogą w zupełności zastąpić rysunek odręczny kredą na tablicy, a starannością wykonania szczegółów bezspornie

nad nim górują. Każda seria związana jest z pewnym przedmiotem nauczania i w zależności od zakresu materiału naukowego składa się z mniejszej lub większej liczby tablic. Katalog Nr 1 zawiera odbitki wydrukowanych już 87 tablic oraz ich skorowidz alfabetyczny. Podaje również tytuły dalszych 88 tablic, które ukażą się na początku pierwszego kwartału 1953 roku.

Wyłączną sprzedaż tablic PWSZ przejął CEZAS (Centrala Zaopatrzenia Szkół). Zamówienia należy kierować do odpowiednich punktów sprzedaży CEZAS-u (patrz wykaz na końcu katalogu).

Inż. J. Michnowski i inż. T. Kozłowski — KSIAŻECZKA SZLIFIERZA — przerobił i uzupełnił Anatol Dzikowski. Format B6, stron 61, rysunków 14, tablic 2. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 2.10.

Broszura zawiera wskazówki dotyczące prawidłowej, a więc bezpiecznej i nieszkodliwej dla zdrowia pracy przy szlifowaniu metali. Broszura przeznaczona jest dla szlifierzy.

Mgr inż. Tadeusz Pietrzkiewicz — POMIAR MOCY SILNIKÓW SPALINOWYCH. Format A5, stron 120, rysunków 98, tablic 2. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 8.50.

W książce omówiono zasady pomiaru mocy silników spalinowych, zasady działania i budowy typowych hamulców, aparaturę pomiarową oraz wyposażenie i urządzenie hamowni.

Praca przeznaczona jest dla inżynierów i techników warsztatowych.

W. E. Hoare — BLACHA BIAŁA. PRODUKCJA I ZASTOSOWANIE. Tłumaczył K. Tarnowski. Format A5, stron 40, rysunków 4, tablic 9. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 2.80.

W broszurze omówiono produkcję, gatunki, sposób pakowania oraz badanie i zastosowanie blachy białej.

Praca przeznaczona jest dla mistrzów i techników.

Mgr inż. Zygmunt Keh — PRZEMYSŁ BUDOWY MASZYN W PLANIE SZEŚCIOLETNIM. Format A5, stron 79, rysunków 24, tablic 6. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 4.—

W broszurze omówiono fragment Planu Sześcioletniego, obejmujący zagadnienie przemysłu budowy maszyn. Zainicjowana przez Państwową Komisję Planowania Gospodarczego „Biblioteka Planu Sześcioletniego“, do której należy niniejsza broszura, ma umożliwić robotnikom kwalifikowanym, mistrzom, technikom oraz inżynierom zapoznanie się z założeniami, zadaniami i celami poszczególnych odcinków Planu.

B. A. Szczukariew — METODY POTOKOWE W PRODUKCJI WIEŁOSERYJNEJ. (Z doświadczeń Moskiewskiej Fabryki Obrabiarek). Tłumaczył mgr inż. Włodzimierz Kamiński. Format B5, stron 151, rysunków 162, tablic 10. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 14.10.

Na przykładzie produkcji tokarki uniwersalnej omówiono w książce sposoby przejścia na system potokowy przy produkcji wielkoseryjnej. Nadto rozpatrzono w tej pracy technologiczność konstrukcji poszczególnych elementów wykonywanych obrabiarek i zarazem wskazano celowość zastosowania obrabiarek agregatowych (zespolowych), specjalnych przyrządów oraz urządzeń transportowych.

Książka jest przeznaczona dla inżynierów i techników przemysłu maszynowego oraz może być pomocna dla studentów wyższych szkół technicznych.

A. A. Ignatow — MŁOTY MATRYCOWE. Tłumaczył mgr inż. K. Bosiacki. Format B5, stron 368, rysunków 237, tablic 129. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 38,30.

Książka zawiera opisy podstawowych konstrukcji parowo-powietrznych i ciernych młotów matrycowych ze szczególnym uwzględnieniem danych niezbędnych przy ich eksploatacji, remoncie i montażu.

Praca przeznaczona jest dla inżynierów i techników

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

- Antoniewicz J.: **Materiałoznawstwo elektryczne**. 1952. S. 354, zł 22.— (Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ).
- Bobek K., Metzger W., Schmidt F.: **Lekkie konstrukcje stalowe w budowie maszyn**. Tłum. z niem. E. Śledziewski. 1952. S. 112, zł 9.—
- Bołchowitinow N. F.: **Metaloznawstwo i obróbka cieplna**. Tłum. z ros. C. Niewiadomski. 1953. S. 310, zł 29.— (w oprawie)
- Bruins D. H.: **Obrabiarki do metali**. Tłum. z niem. T. Pietrzkiewicz. 1953. S. 305, zł 19.— (w oprawie) (Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ).
- Dzikowski A.: **Szlifowanie. Metody bezpiecznej pracy**. 1953. S. 191, zł 11.50
- Mały poradnik mechnika**. Praca zbiorowa. Wyd. 2 uzup. 1952. S. 668, zł 58.— (w oprawie)
- Michnowski J., Kozłowski T.: **Książeczka szlifierza**. 1953. S. 61, zł 2.10
- Michnowski J., Kozłowski T.: **Książeczka galwanizera**. 1953. S. 79, zł 2.50
- Tuszyński J.: **Szlifowanie bezkłowe**. 1953. S. 110, zł 5.60
- Warunki skrawania metali narzędziami ze stali szybko-tnącej**. Praca zbiorowa. Tłum. z ros. W. Brodowicz. 1952. S. 348, zł 38.50
- Wierciak J.: **Kable i przewody**. 1952. S. 261, zł 8.60 (Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ).
- Książki wydane poprzednio**
- Coenen M.: **Elementy obrabiarek**. Tłum. z niem. W. Kamiński. 1952. S. 195, zł 34.—
- Dobrowolski J.: **Polerowanie elektrolityczne**. 1952. S. 95, zł 11.— (w oprawie)
- Felgentraeger W.: **Wagi wysokiej dokładności. Konstrukcja, ważenie i odważniki**. Tłum. z niem. A. Richter. 1952. S. 255, zł 45.— (w oprawie)
- Gliński W.: **Urządzenia przenośnikowe w przemyśle metalowym**. 1952. S. 84, zł 19.—
- Gostiew W.: **Kontrola techniczna i zwalczanie braków w przemyśle maszynowym**. Tłum. z ros. S. Kowalczyk. 1951. S. 76, zł 4.—
- Gosztowtt L.: **Usprawnienie obsługi i modernizacja pras hydraulicznych**. 1952. S. 88, zł 11.60
- Gosztowtt L.: **Uszczelnienia**. 1951. S. 230, zł 22.—
- Górski E.: **Frezy. Konstrukcja**. 1952. S. 191, zł 18.—
- Hilbert H.: **Tłocznictwo**. Tłum. z niem. Z. Kazubiński. Tom I. 1952. S. 169, zł 22.— (w oprawie)
- Kawecki J.: **Blacharstwo**. 1952. S. 238, zł 19.—
- Nowikow M.: **Konstrukcja przyrządów montażowych**. Tłum. z ros. W. Ostrowski. 1952. S. 280, zł 42.—
- Pelczyński T., Sypniewski R.: **Metaloznawstwo**. Wyd. 2. 1951. S. 169, zł 7.—
- Poradnik dla użytkowników i wytwórców narzędzi mierniczych**. Praca zbiorowa. 1952. S. 417, zł 42.— (w oprawie)
- Sadowski A.: **Gładkość powierzchni i sposoby jej pomiaru**. 1952. S. 166, zł 22.—
- Sadowski A.: **Wzorce gładkości powierzchni**. 1952. S. 56, zł 5.—
- Sawicki T.: **Gospodarka narzędziami mierniczymi w zakładach przemysłu metalowego**. 1950. S. 140, zł 16.50.
- Sokołowski A.: **Kurs technologii budowy maszyn. Część 1**. Tłum. z ros. M. Rogoziński. 1952. S. 429, zł 49.—
- Śledziewski E.: **Projektowanie konstrukcji spawanych**. 1952. S. 155, zł 31.— (w oprawie)
- Tołłoczko B.: **Kotły parowe**. Tom I. Zeszyt 1. 1951. S. 92 zł 8.— Zeszyt 2. 1952. S. 147, zł 5.—
- Troskolański A. T.: **Hydromechanika techniczna**. Tom. 1 — Hydromechanika racjonalna. 1951. S. 352, zł 40.—

Do nabycia w księgarniach technicznych DOMU KSIĄŻKI

CZYTAJCIE

PROPAGUJCIE

GŁOS PRACY

ORGAN C. R. Z. Z.

GŁOS PRACY

JEST TOWARZYSZEM ROBOTNIKA, TECHNIKA, INŻYNIERA W ICH CODZIENNEJ WALCE O NOWE, POSTĘPOWE METODY TECHNIKI I ORGANIZACJI PRACY, O ZWIĘKSZENIE WYDAJNOŚCI PRACY, O PEŁNĄ, TERMINOWĄ, REALIZACJĘ PLANU SZES-CIOLETNIEGO.

GŁOS PRACY

POWINIEN BYĆ W KAŻDEJ ŚWIETLICY, W KAŻDYM DOMU TECHNIKA, WE WSZYSTKICH CZYTELNIACH CZASOPISM.

GŁOS PRACY

MOŻNA PRENUMEROWAĆ U KOLPORTERA FABRYCZNEGO