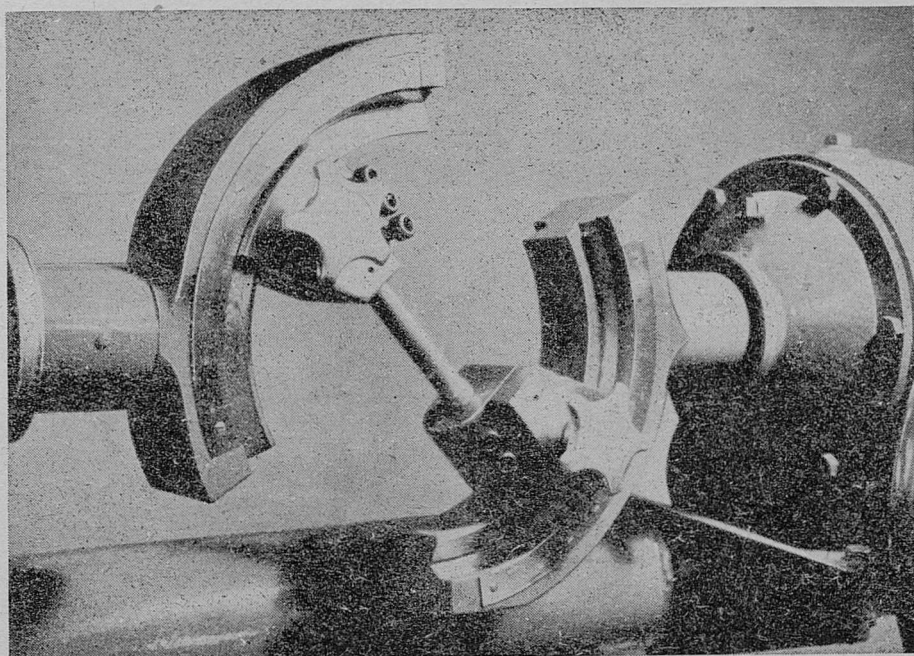


PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Głowica skręcarko-zginarki wykonanej w Laboratorium Wytrzymałości Materiałów Politechniki Wrocławskiej



MAJ 1953

ROK XII

ZESZYT 5

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS TREŚCI ZESZYTU 5/53

	Str.
Święto Pracy — 1 Maj 1953 r.	173
ARTYKUŁY GŁÓWNE	
<i>Mgr inż. Edward Żmihorski</i> — Niektóre zagadnienia techniczne w produkcji narzędzi	174
<i>Prof. dr inż. Jan Oderfeld</i> — Zasady statystycznej kontroli towaru w toku produkcji	177
<i>Mgr inż. Andrzej Mystkowski</i> — Silniki elektryczne w napędach obrabiarek	180
<i>Mgr inż. Wacław Kossowski</i> — Napięcia w rurociągach parowych	183
<i>Mgr inż. Władysław Pac</i> — Klasyfikacja kotłowych i zbiornikowych walczków spawanych	185
<i>Mgr inż. Marek Zakrzewski</i> — Skręcarko-zginarka	190
<i>Mgr inż. Stanisław Rytwiński</i> — Podstawy oceny gładkości powierzchni (dokończenie)	191
Komunikat PKPG	193
<i>Inż.-mech. Włodzimierz Dębski</i> — Głębokie łoczenie bez użycia pierścieni ciągowych	194
Nowoczesne sposoby nitowania drobnych konstrukcji — <i>R. C.</i>	196
TRYBUNA DYSKUSYJNA	
<i>Mgr inż. Kazimierz Heller</i> — Szkolenie w dziedzinie techniki pomiarowej	197
Odpowiedzi autorów artykułu „Nowe dziedziny szkolenia technicznego“	198
PRZEGLĄD PRASY TECHNICZNEJ	
Wyrób dwuwarstwowych odlewanych narzędzi skrawających — <i>W. L.</i>	199
Wózek do transportu wewnętrznego — <i>L. S.</i>	200
Nowa chłodziarka powietrzna — <i>inż. E. Augustyniak</i>	201
Nowa konstrukcja strugarki podłużnej — <i>J. St. K.</i>	201
Zastosowanie gazów jako chłodziwa — <i>M. Ch.</i>	202
BIBLIOGRAFIA	

Do zeszytu załączone są: Przegląd Dokumentacyjny Mechaniki (str. 4), Biuletyn Informacyjny Instytutu Obróbki Plastycznej (str. 2), Biuletyn Informacyjny Instytutu Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem (str. 2).

W NASTĘPNYM ZESZYCIE

ukazą się m. in. artykuły:

Wpływ tarcia na formowanie się wióra przy skrawaniu metali
Wyznaczanie wymaganego współczynnika udźwigu w układach wyciągów ciernych
Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie interferencyjnych pomiarów długości
Metalografia próżniowa
Technika statystycznej kontroli jakości w toku produkcji.
Kierunki konstrukcyjne napędowych silników morskich.

WARUNKI PRENUMERATY

Prenumerata normalna

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

Zgłoszenia przyjmują wyłącznie urzędy pocztowe oraz listonosze wiejscy i miejscy. Termin zgłoszenia prenumeraty upływa z dniem 15 każdego miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty.

Prenumerata ulgowa

(½ ceny prenum. norm.)

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.

PRZEGŁĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

REDAKCJA: WARSZAWA, CZACKIEGO 3/5, TEL. 674-61 w. 48

ADMINISTRACJA: WARSZAWA, MICKIEWICZA 18, TEL. 608-66

Święto Pracy — 1 Maj 1953

Z roku na rok rośnie w Polsce piękno Pierwszomajowego Święta. Dziewiąte Święto Pracy w wolnej, niezależnej Ojczyźnie napawa nas dumą wypływającą z osiągnięć gospodarki narodowej na przestrzeni ostatnich ośmiu lat.

W dniu tym powinniśmy uświadomić sobie, jak olbrzymiego kroku naprzód dokonał nasz przemysł, jak potężnie wzrosły i rozwinęły się produkcję nowe zakłady przemysłowe, o których przed wojną nie śmieliśmy nawet marzyć; jak wzrosła ilość zatrudnionych pracowników w naszym przemyśle, górnictwie i komunikacji. Nie istnieje u nas obawa klęski bezrobocia; odwrotnie — we wszystkich przemysłach odczuwa się brak rąk do pracy. Wzrastają zarobki, podwyższa się stopa życiowa mas pracujących, rozszerzają się coraz bardziej możliwości pracy i zarabkowania kobiet i młodzieży.

Cała nasza Ojczyzna, od Karpat po Bałtyk, od Bugu po Odrę i Nyse, jest dziś jak gdyby wielkim placem budowy. Budujemy fabryki, domy mieszkalne, statki, ciągniki, samochody, maszyny rolnicze, parowozy i wagony. Produkcujemy wiele innych maszyn, urządzeń i narzędzi, setki tysięcy przedmiotów. Wydobywamy węgiel, rudy metali, wytwarzamy energię elektryczną zasilającą nasze fabryki, huty, kopalnie, szkoły i mieszkania; przebudowujemy naszą Ojczyznę, tworząc z niej potężny socjalistyczny bastion światowego pokoju. Z tych placów budów, z fabryk i szkół emanuje na całą Polskę wspaniały przykład przodownictwa w walce o wielki plan, plan rozbudowy Polski Ludowej.

Wymowa tych faktów jest tak przekonująca, że mimo niewątpliwych trudności, jakie napotykamy w naszej pracy zawodowej i w naszym życiu codziennym, największą naszą troską powinno być socjalistyczne uprzedmiotowienie kraju i podnoszenie poziomu życia w dziedzinie materialnych i kulturalnych potrzeb mas pracujących.

W dniu tym, który corocznie jest jakby przeglądem sił walczącej klasy robotniczej, uwaga wszystkich narodów świata koncentruje się wokół zachowania pokoju. Umysły i serca ludzi pracy ogarnięte są troską o tę wielką i świętą sprawę — sprawę ustalenia trwałego pokoju między wszystkimi narodami. Obowiązkiem naszym i obowiązkiem wszystkich ludzi pracy jest więc umacnianie obozu pokoju przez wzmocnienie wysiłków nad wzmocnieniem naszego państwa ludowego, nad rozwojem jego potęgi materialnej, obronnej i kulturalnej.

Z okazji Święta 1 Maja Komitet Centralny PZPR zwrócił się do mas pracujących Polski z hasłami, które jako żywy i mobilizujący drogowskaz dla milionów pracujących, znalazły potężny oddźwięk. Hasła te bowiem są wyrazem uczuć, myśli, woli i siły naszego narodu, który przy boku Związku Radzieckiego i krajów demokracji ludowej walczy o utrzymanie pokoju. Podkreślają one wieczną przyjaźń naszego kraju z Wielkim Związkiem Radzieckim i krajami demokracji ludowej.

Hasła te — to konkretne wskazania dla polskich robotników, inżynierów i techników. Wskazania te dotyczą najbardziej węzłowych zadań stojących przed poszczególnymi oddziałami klasy robotniczej, kierują uwagę ku walce o śmielsze stosowanie nowej techniki i ulepszonych metod pracy, o ochronę własności społecznej przed marnotrawstwem, brakoróbstwem i biurokratyzmem.

Świadomych obywateli Polski Ludowej musi cechować socjalistyczny stosunek do pracy i rzetelna wyteżona walka o jakość produkcji, o oszczędną i racjonalną gospodarkę, wydajne wzmoczenie tempa produkcji, ulepszenie procesów produkcyjnych, mechanizowanie pracochłonnych robót, wykorzystywanie pełnej zdolności produkcyjnej maszyn, urządzeń i wyposażenia. Powinniśmy i musimy postępować tak, abyśmy mogli z dumą powiedzieć: pracuję polskim narzędziem, stoję przy polskiej maszynie, kupuję nasz krajowy produkt i jestem z niego zadowolony, gdyż jakość jego jest wysoka i pochodzi on z dobrej, krajowej produkcji.

Wskazania, zawarte w pierwszomajowych hasłach, wypływają z VIII Plenum KC PZPR, a w szczególności z referatu Bolesława Bieruta „Nieśmiertelne nauki tow. Stalina — orężem walki o dalsze wzmocnienie Partii i Frontu Narodowego“. W referacie tym Bolesław Bierut wypunktował wielkość dzieła i postaci Stalina, utrwalając w sercach polskich wizerunek największego nauczyciela mas pracujących całego świata, przy czym podkreślił stosunek Józefa Stalina do ruchu robotniczego w Polsce i wskazał na Jego wiekopomne zasługi dla sprawy niepodległości Polski. VIII Plenum KC PZPR było aktem historycznym manifestującym naszą niezłomną wolę czynu, nasze pragnienie zachowania tego, co w spuście zostawił nam Wielki nasz Przyjaciel — Józef Stalin. Referat Bolesława Bieruta oraz dyskusja na VIII Plenum były jak gdyby spojrzeniem w głąb własnego serca dla uświadomienia sobie naszej postawy wobec zadań, przed spełnieniem których stoimy.

Stosowanie wskazań, zawartych w hasłach pierwszomajowych „...przyczyni się do pełnego wykonywania i przekraczania naszych planów gospodarczych, do przyspieszenia naszego marszu naprzód ku socjalizmowi...“

Od nas samych przecież zależy, aby czwarty rok naszego Planu 6-letniego, planu wzrostu dobrobytu i sił potencjalnych państwa, został z nadwyżką wykonany. Tempo rozwoju naszej gospodarki krajowej zależy właśnie od wykonania Planu, a my nie możemy zawieść zaufania i nadziei, jakie pokłada w naszej pracy cały naród polski, który pragnie i dąży do jak najszybszego zbudowania silnej i potężnej gospodarczo Ojczyzny.

Niektóre zagadnienia techniczne w produkcji narzędzi

Mgr inż. EDWARD ŻMIHORSKI

Artykuł niniejszy omawia krótko produkcję narzędzi z punktu widzenia zagadnień, które w chwili obecnej wymagają największej uwagi i które mogą dać najprędzej znaczne efekty techniczno-gospodarcze.

Omówiono zagadnienia: obróbkę cieplną narzędzi, chromowanie techniczne, elektroiskrowe powlekanie nawierzchni węglkami spiekanyimi oraz zagadnienia konstrukcyjne zmierzające w kierunku oszczędności tworzyw narzędziowych.

Wstęp

Zagadnienia narzędziowe są — przy dzisiejszym tempie rozwoju przemysłu i wprowadzaniu nowoczesnych wysokowydajnych metod technologicznych obróbki metali — jednym z zasadniczych czynników, warunkujących planowe wykonanie zadań produkcyjnych.

Zaspokojenie całego zapotrzebowania przemysłu na narzędzia normalne, a w szczególności na narzędzia nienormalne, stanowiące równie dużą grupę, zależy przede wszystkim od:

1) organizacyjnego postawienia poszczególnych narzędziowni przykładowych, w szczególności od dobrego ujęcia wewnętrznej warsztatowej organizacji i planowania;

2) starannego przygotowania na szczeblu wyższym planu kooperacji specjalnych odcinków technologii wytwarzania narzędzi. Oznacza to współpracę między narzędziowniami w przypadkach specjalnych potrzeb w technologii wykonywania narzędzi, jak np. urządzeń technicznych, których nie posiadają wszystkie narzędziownie. Należy podkreślić, że urządzenia te są z reguły mało wykorzystywane przez narzędziownie, które je posiadają;

3) racjonalnej eksploatacji narzędzi w przemyśle, zapewniającej zmniejszenie zużycia narzędzi;

4) zwiększenia zdolności produkcyjnej przemysłu narzędziowego i narzędziowni przykładowych przez pełne wykorzystanie istniejących urządzeń oraz przez inwestycje;

5) poprawy jakości narzędzi przez wprowadzenie nowoczesnej techniki do produkcji narzędzi.

W artykule zajmujemy się jedynie niektórymi ważniejszymi zagadnieniami dotyczącymi punktu 5 — poprawy jakości wytwarzanych narzędzi.

Umiejętne wprowadzenie nowych zabiegów technologicznych do produkcji narzędzi może dać w naszym przemyśle zupełnie realne 2 ÷ 5-krotne obniżenie zużycia narzędzi. Umożliwi to również uzyskanie jeszcze innych poważnych efektów gospodarczych, jak oszczędność na deficytowych tworzywach narzędziowych, przyspieszenie wykonania zadań produkcyjnych, rozluźnienie „napięcia narzędziowego”, jakie obecnie panuje na płaszczynie „ilość i mało” i przez to pozwoli skupić się technikom nad zagadnieniami dalszej poprawy jakości narzędzi, oraz adaptowanie coraz nowszej techniki narzędziowej.

Dzisiejsze problemy techniczno-narzędziowe to nie tylko konstrukcja i mechaniczne wykonywanie narzędzi. Zagadnienia te rozrosły się obecnie znacznie szerzej.

Zarówno zagadnienie racjonalnego doboru tworzyw narzędziowych, jak i sprawa nowoczesnych zabiegów elektro-chemicznych i cieplnych stanowią obszerny odcinek wiedzy technicznej. Nawet tak mały odcinek technologii narzędziowej, jak szlifowanie po hartowaniu jest ważnym czynnikiem, który z punktu widzenia nowoczesnej techniki daleki jest jeszcze od doskonałości; jest to stosunkowo trudny zabieg technologiczny i dlatego też nie powinien być — jak to się jeszcze niejednokrotnie zdarza — niezrozumiały i niedoceniany przez niektórych narzędziowców.

1. Obróbka cieplna narzędzi

Obróbka cieplna narzędzi stanowi podstawowy odcinek technologii, od której zależy w pierwszym rzędzie wysoka jakość, a zatem i wysoka wydajność narzędzi.

Zagadnienie to wymaga specjalnie dużej uwagi ze względu na trudność uchwycenia i skontrolowania uzyskiwanych przez obróbkę cieplną własności wpływających na jakość narzędzi. Sam pomiar twardości narzędzia nie jest właściwie dostateczną oceną narzędzia i nie pozwala wyciągnąć wniosków co do przyszłej wydajności narzędzia w pracy. Na podstawie umiejętnego pomiaru twardości można tylko stwierdzić, że narzędzie jest nieprzydatne (za miękkie lub za twarde), lecz nie można stwierdzić, czy jakość narzędzia zapewni uzyskanie wysokiej wydajności pracy. Dlatego też każde, dobrze obrobione cieplnie narzędzie, oprócz odpowiedniej twardości, powinno charakteryzować się:

- a) czystą, nieutlenioną i nieodwęgloną powierzchnią;
- b) deformacja na skutek obróbki cieplnej powinna być jak najmniejsza;
- c) braki (jak np. pęknięcia) powinny być wyeliminowane;

d) poprawną wewnętrzną budową (strukturą), zapewniającą najwyższą odporność na ścieranie (jest to czynnik o największym znaczeniu dla pracy większości narzędzi) z wykluczeniem przegrzania, dającego kruchość narzędzia, a tym samym obniżenie trwałości ostrza.

Uzyskanie tych dobrych własności narzędzi (struktury) uzależnione jest od temperatury hartowania oraz od czasu wytrzymania w temperaturze hartowania, który to czas posiada szczególnie duże znaczenie dla stali wysokostopowych, a więc i szybko tnących.

Spełnienie wszystkich wymienionych warunków może być rozwiązane (przy dzisiejszym stanie techniki) najlepiej przez zastosowanie hartowania stopniowego oraz przez zastosowanie hartowniczych pieców elektrodowych solnych. Dla dużych narzędzi (np. matryce kuźnicze, prasy itp.) najlepiej nadają się piece komorowe z atmosferą ochronną.

Zastosowanie hartowania stopniowego umożliwia zredukowanie braków hartowniczych prawie do zera oraz daje tak znaczne deformacje po hartowaniu, że w większości przypadków, nawet dla narzędzi bardzo precyzyjnych i o małych tolerancjach wykonawczych, można tych zmian wymiarów w ogóle nie brać pod uwagę. Jeżeli wziąć jeszcze pod uwagę czyste, nieutlenione i nieodwęglone powierzchnie narzędzi, otrzymane przy zastosowaniu pieców solnych, to możliwości uzyskania poważnych oszczędności są duże. Oszczędności te polegają na wyeliminowaniu wykańczających operacji szlifowania, które nie tylko są ogromnie kosztowne, ale — co ważniejsze — często wręcz szkodliwe z uwagi na możliwość odpuszczania pracujących powierzchni narzędzi.

Np. wykonanie wysoce precyzyjnych, o bardzo złożonym kształcie wewnętrznym matryc ciągowych (do produkcji tulei itp.) dzięki zastosowaniu hartowania stopniowego może być przeprowadzone na gotowo (przy tolerancjach wykonawczych równych lub poniżej 0,01 mm) w stanie miękkim przed hartowaniem, przez co uzyskuje się poważne oszczędności na kosztownych operacjach wykańczających.

Hartowanie stopniowe narzędzi ze stali szybko tnącej, np. frezów zataczanych, pozwala — oprócz pewnego zabezpieczenia się przed brakami (np. pękaniem) — na uniknięcie potrzeby korekty dokładnego profilu zataczanego przez szlifowanie. Istnieje także możliwość wyeliminowania operacji szlifowania otworów we frezach przy uwzględnieniu z góry pewnej minimalnej poprawki wymiaru, wykonywanego na gotowo przed hartowaniem.

Wprowadzona już do przemysłu metoda prostowania długich narzędzi po hartowaniu (np. przyciągaczy itp.) jest stosowana również po hartowaniu stopniowym. Metoda ta, oparta na zasadzie szybszego rozpadu austenitu na martenzyt w tych partiach tworzywa, gdzie panują siły rozciągające (przez gięcie przy użyciu małych sił, dalekich od granicy sprężystości lub płynności), oraz na zasadzie opóźnionej przemiany austenitu w partii stali ściskanej (przez co zachodzą zmiany objętości powodujące prostowanie się narzędzi) — umożliwia produkcję bezbrakową, długich i zupełnie prostych przyciągaczy po hartowaniu.

W warunkach masowej produkcji narzędzi o bardzo dużych seriach poszczególnych typ wielkości narzędzi, produkowanych szczególnie ze stali węglowej (lub co najwyżej niskostopowej), może być celowe instalowanie urządzeń do hartowania za pomocą prądów wysokiej częstotliwości bezpośrednio w liniach produkcyjnych. Natomiast instalowanie tych urządzeń w hartowniach, zwłaszcza dla narzędzi ze stali stopowych, hartujących się w oleju, nie wytrzymuje konkurencji doskonałych pieców solnych.

Hartowanie narzędzi ze stali szybko tnącej prądami wysokiej częstotliwości jest niewskazane.

Zastosowaniu urządzeń wysokiej częstotliwości do operacji lutowania spiekanych węglików metali, szczególnie na narzędzia obrotowe, jak np. rozwiertaki, frezy itp., jest najlepszym i prawie jedynym rozwiązaniem. Do tego celu najlepiej nadają się generatory maszynowe o częstotliwości około 10 000 okr/sek i mocy 10 ÷ 20 kW. Mogą być w tym przypadku stosowane także generatory lampowe, lecz trzeba uwzględnić, iż ze względu na wyższą częstotliwość (od 225 000 okr/sek wzwyż) dają one bardziej powierzchowne nagrzewanie węglików metali, co jest



mniej korzystne niż równoczesne nagrzewanie całej masy płytki, zachodzące przy niższych częstotliwościach.

Każda nowoczesna hartownia narzędziowa średniej wielkości powinna posiadać, oprócz spawarki do oporowego spawania stali szybko tnącej i stali 0055, również urządzenie do lutowania spiekanych węglików w metali przy pomocy prądów wysokiej częstotliwości (o mocy i częstotliwości jak wyżej podano). W bezpośredniej bliskości tego urządzenia należy zainstalować szlifierkę do szlifowania na gorąco (w temperaturze około $700 \div 800^\circ\text{C}$) spiekanych węglików metali z możliwością wykorzystywania prądów wysokiej częstotliwości do bezpośredniego grzania na ostrzałce.

Taki przebieg technologii ostrzenia narzędzi ze spiekanych węglików metali eliminuje operację osobnego szlifowania trzonka lub kształtki narzędzia wykonanego ze stali węglowej, skracając bardzo wydatnie czas łącznego szlifowania płytki ze spiekanych węglików metali z oprawką stalową oraz — co najważniejsze — eliminuje pęknięcia płytek ze spiekanych węglików, które to pęknięcia występują dość często przy szlifowaniu w stanie zimnym, jak również przy elektrycznych metodach ostrzenia.

Cyjanowanie narzędzi

Pod tą nazwą rozumie się głównie azotowanie narzędzi najczęściej w kąpielach soli cyjanowych, lub cyjanowanie gazowe w temperaturze $520 \div 560^\circ\text{C}$ przez czas od 10 do 30 minut, zależnie od rodzaju narzędzia i charakteru jego pracy.

Cyjanowanie narzędzi winno być stosowane tylko w tych przypadkach, w których temperatura 550°C nie zmienia nadanej w obróbce cieplnej optymalnej twardości oraz nie zmienia wymiarów narzędzia w drodze zmian strukturalnych. Cyjanowanie stosuje się w przypadku narzędzi wykonanych na gotowo ze stali szybko tnącej oraz w przypadku matryc ciagowych i foremników do pras (szczególnie matryce ulepszone w temperaturze $500 \div 600^\circ\text{C}$ do prasowania i ciągów na zimno, wykazują poważny wzrost wydajności).

Cała technologia obróbki cieplnej narzędzi, powinna być stopniowo systematycznie opracowywana przez poszczególne zakłady przy łącznej pomocy biur technologicznych i instytutów w formie odpowiednich kart obróbki cieplnej.

2. Chromowanie techniczne

Chromowanie techniczne stanowi zagadnienie o ogromnym znaczeniu gospodarczym. Korzyści i oszczędności osiągane dzięki zastosowaniu chromowania technicznego są wielostronne.

Stosunkowo rzadkie stosowanie chromowania technicznego tłumaczy się tym, iż jest to proces raczej trudny, wymagający odpowiednio przeszkolonego personelu obsługującego oraz kosztownych urządzeń technicznych, jak np. kompletne dynamomaszyny prądu stałego z silnikami lub odpowiednie prostowniki w wielkościach $1000 \div 1200 \text{ A}$ i $500 \div 600 \text{ A}$ o regulowanym napięciu w granicach $4 \div 12 \text{ V}$.

Koszt inwestycyjny wzorowej chromowni, przeciętnej wielkości, zainstalowanej w zakładzie metalowym, wynosi około 90000 zł. Koszt ten amortyzuje się prawie zawsze w ciągu pół roku.

Nalożone elektrolitycznie warstwy chromu o grubości $0,005 \div 0,05 \text{ mm}$ spełniają rolę nie tylko czynnika utwardzającego powierzchnię, ale także i rolę pewnego rodzaju smaru stałego, przez co zmniejsza się zużycie narzędzi i sprawdzianów $3 \div 20$ -krotnie.

Niezależnie od tego istnieje możliwość wielokrotnego regenerowania narzędzi i sprawdzianów przez wielokrotne chromowanie. Dzięki chromowaniu można również naprawiać wszelkie braki produkcyjne, powstałe na skutek przekroczenia tolerancji przy wykańczającej obróbce mechanicznej.

Pogląd, polegający na twierdzeniu, iż cyjanowanie lub elektroiskrowe utwardzanie narzędzi może zastąpić względnie wyeliminować proces chromowania twardego, jest z gruntu fałszywy.

3. Elektroiskrowe powlekanie narzędzi

Elektroiskrowe powlekanie narzędzi cienką warstwą spiekanych węglików metali daje dodatnie wyniki w naszym przemyśle. Osiągnięty dzięki zastosowaniu tej metody wzrost wydajności narzędzi dochodzi w niektórych przypadkach do 200%. Szczególnie odnosi się to do tych przypadków, w których pracujące powierzchnie narzędzi są odpuszczone przez szlifowanie. Badania wykazują jednak, że w przypadku dobrze przeprowadzonej obróbki cieplnej narzędzi i nieodpuszczonej powierzchni w czasie szlifowania, elektroiskrowe utwardzanie nie poprawia wydajności narzędzi.

Wzrost wydajności tłumaczy się nie tylko nałożeniem i małą dyfuzją twardej warstewki spiekanych węglików metali na odpuszczoną miękką warstwę podłoża narzędzia, ale także prawdopodobnie i ponownym hartowaniem i azotowaniem tej cienkiej warstwy materiału narzędziowego. Pogląd ten znajduje potwier-

dzenie również w fakcie, że można otrzymać dobre wyniki elektroiskrowego utwardzania narzędzi przy zastosowaniu elektrod węglowych i żeliwnych. Ze względu na małą gładkość powierzchni utwardzanych i poważne braki w samej technice osadzania grubszych warstw spiekanych węglików metali przy ręcznym prowadzeniu elektrod, utwardzanie przeprowadza się głównie na powierzchni natarcia narzędzi tnących. Natomiast chromowanie przeprowadza się na płaszczyźnie przyłożenia (przez co uzyskuje się możliwość regenerowania utraconych wymiarów narzędzi i lżejszą pracę narzędzi) oraz na płaszczyźnie natarcia (przez co uzyskuje się lepszy spływ wióra z ostrza i gładszą powierzchnię obrabianą).

4. Zagadnienia konstrukcji narzędzi

Kierunki rozwojowe w konstrukcji narzędzi idą głównie po linii jak najdalej posuniętej oszczędności tworzyw narzędziowych. Natomiast znacznie słabiej uwidacznia się zagadnienie zwiększenia sztywności i mocy narzędzi, jakkolwiek zasługuje ono na dużą uwagę. Zwiększenie sztywności i mocy narzędzi powinno znaleźć odbicie w przekontrolowaniu i przekonstruowaniu wielu narzędzi.

Można stwierdzić ogólnie, iż prawie wszystkie narzędzia o końcówkach sporządzonych ze spiekanych węglików metali mają słabe trzonki względnie słabe inne kształtki (należy zwiększyć przekroje i podwyższyć wytrzymałość przez ulepszenie ciepłoty) oraz zbyt słabe (tzn. małe) płytki ze spiekanych węglików metali.

Zastosowanie małych płytek daje nie tylko słabsze ostrza, ale powoduje częstszą potrzebę lutowania nowych płytek, co w końcowym efekcie pociąga za sobą większe zużycie i niewykorzystanie tego cennego tworzywa narzędziowego.

Płytki i końcówki ze spiekanych węglików metali, mocowane mechanicznie (na noże i duże narzędzia obrotowe), mają dużo cech dodatnich, bowiem ten sposób mocowania eliminuje pęknięcia płytek przy operacji lutowania. Sprawa płytek ze spiekanych węglików metali do mechanicznego, bezpośredniego mocowania, wymaga przepracowania w kierunku zwiększenia ich wymiarów i zmian kształtu.

Uwzględniając zasadę narzędziową — stosowanie w jak najszerszym zakresie spiekanych węglików metali — stwierdzić należy, iż największa możliwość stosowania spiekanych węglików metali, poza nożami, istnieje w przypadku ostrzy narzędzi obrotowych wielostronowych. Płytki mocuje się drogą lutowania przy zastosowaniu grzania prądami wysokiej częstotliwości, zwłaszcza w przypadku mniejszych frezów wałowych i trzpieniowych, rozwiertaków jak również frezów spiralnych. Zastosowanie spiekanych węglików G4 na matryce do tłoczenia i wykroje zwiększa wydajność narzędzi 50-krotnie i więcej (w stosunku do narzędzi wykonywanych ze stali NC11), przy czym cena narzędzi wzrasta tylko 5-krotnie.

Jakkolwiek zagadnienie wykonywania frezów zataczanych z ostrzami ze spiekanych węglików metali nie znalazło jeszcze właściwego technicznego rozwiązania, to jednak wydaje się, że przy dzisiejszym postępie technicznym w dziedzinie produkcji narzędzi (zwłaszcza przy zastosowaniu obróbki na gorąco spiekanych węglików metali), rozwiązanie to powinno w najbliższej przyszłości nastąpić.

A. Płytki i końcówki ze stali szybko tnącej

Coraz większe zapotrzebowanie na stal szybko tnącą zmusza przemysł metalowy do jak najdalej idącej oszczędności w zakresie tego deficytowego tworzywa.

Poważne oszczędności na odcinku stali szybko tnącej można osiągnąć przez jej dobrą obróbkę cieplną. Dzięki prawidłowej obróbce cieplnej stali szybko tnącej można odpowiednio wykorzystać składniki stopowe i przez to podnieść wydajność narzędzi. Jednakże większość dotychczasowych narzędzi ze stali szybko tnącej ma poważnie zanizone wydajności w pracy ($2 \div 4$ -krotnie) właśnie z powodu wadliwej obróbki cieplnej. Szczególnie duże znaczenie ma w tym przypadku zbyt krótkie wytrzymywanie narzędzi w temperaturze hartowania i odwęglanie powierzchni.

Drugim czynnikiem poważnie obniżającym wydajność narzędzi jest złe ostrzenie (odpuszczanie powierzchni), jak również siatka pęknięć szlifierskich. Staranne przeprowadzone ostrzenie i specjalnie precyzyjne doglądanie powierzchni ostrzy daje wzrost wydajności narzędzi ze stali szybko tnącej do 300%. Osiągnięte w tym przypadku korzyści na czasie są nieproporcjonalnie większe w stosunku do czasu, zużytego na odpowiednie doglądanie ostrza.

Dążenie do opanowania starannej technologii przy produkcji i konserwacji narzędzi winno być równie intensywne jak czynione obecnie przez konstruktorów wysiłki w kierunku oszczędniejszego stosowania stali szybko tnącej, tj. ograniczania stosowania jej wyłącznie na pracujące końcówki narzędzi.

Spośród wszystkich, znanych nam dzisiaj metod oszczędzania stali szybko tnącej na pierwsze miejsce wysuwa się metoda stosowania płytek ze stali szybko tnącej SW18. W dziedzinie noży tokarskich zagadnienie to znalazło już zupełnie zadowalające rozwiązanie, mianowicie, przez zastosowanie lutowania płytek na trzonki przy pomocy lutu opartego na bazie żelazokrzemu, opilek i boraksu. Temperatura topności lutu jest równa temperaturze hartowania, zatem noże po lutowaniu są natychmiast hartowane. Metodę tę zaleca się jako najlepszą i najpewniejszą.

Jeżeli chodzi o narzędzia obrotowe, to najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie mechanicznego, wymiennego mocowania pracujących końcówek narzędzi. Należy podkreślić jednak, iż tego typu konstrukcje są niezmiernie pracochłonne, a przez to — kosztowne.

Sprawę konstrukcji narzędzi w odniesieniu do stali szybko tnącej należy postawić w ten sposób:

a) Narzędzia zupełnie drobne i o małej wadze (jak np. frezy walcowe, rozwiertaki, wiertła itp. o średnicy ok. $5 \div 8$ mm) należy wykonywać w całości ze stali SW9, lub w przypadku mniejszych wymagań wzgl. przy ostrożnym i starannym ostrzeniu — ze stali narzędziowej 1,5% C i 1,5% Cr, tj. NC6.

b) Narzędzia małe, jak np. frezy trzpieniowe, rozwiertaki, gwintowniki itp. (o średnicy ok. $10 \div 15$ mm) oraz wiertła o średnicy od ok. 10 mm wzwyż — należy wykonywać metodą spawania oporowego, tzn. część tnącą ze stali SW9, zaś część chwytową — ze stali 0055. Przy ostrożnym i starannym ostrzeniu, gwintowniki i rozwiertaki oraz te narzędzia, które nie pracują w podwyższonej temperaturze, mogą być wykonywane ze stali NC6.

c) Narzędzia średniej wielkości, jak frezy trzpieniowe i rozwiertaki o średnicy ok. $18 \div 50$ mm, frezy walcowe i rozwiertaki nasadzone do średnicy ok. 60 mm itp. — należy wykonywać jako napawane elektrodami ze stali szybko tnącej SW18. Na frezy zataczane, gwintowniki itp. nie zaleca się stosować napawania.

d) Na noże tokarskie, strugarskie i wszystkie inne, za wyjątkiem bardzo małych noży oprawkowych i małych przecinaków — należy stosować metodę lutowania płytek ze stali szybko tnącej SW18 i wyżej, jeżeli z jakichkolwiek powodów nie mogły być zastosowane spiekane węgliki metali. Na frezy walcowe o średnicy ok. $70 \div 120$ mm, na frezy trzpieniowe i rozwiertaki o średnicy od ok. 60 mm wzwyż itp. — należy stosować metodę lutowania płytek ze stali SW9, a przy wyższych wymaganiach ze stali SW18. Metoda lutowania analogiczna do stosowanej w przypadku noży tokarskich.

e) Na narzędzia większe i głowice należy stosować płytki i końcówki ze stali szybko tnącej SW9 lub SW18 mocowane mechanicznie. Odnosi się to również do większych frezów zataczanych, gdzie lutowanie ostrzy ze stali szybko tnącej nie może być stosowane z powodu trudności utrzymania dokładnego, wymiarowego ustawienia kształtowych ostrzy.

B. Narzędzia odlewane

Omówione wyżej zagadnienia konstrukcyjne idą zdecydowanie po linii jak najdalej posuniętej oszczędności stali szybko tnącej. Zagadnienie odlewania narzędzi ze stali szybko tnącej, stanowiąc niewątpliwie poważne osiągnięcie postępu technicznego w kierunku zmniejszenia kosztów produkcji narzędzi tnących, nie może być jednak zaliczone do metod o charakterze wyraźnie oszczędnościowym. Wszelka oszczędność materiałów musi opierać się na założeniu, iż gospodarka złomem, wiórami, odpadkami itp. jest racjonalnie postawiona, tzn., że złom, wióry, odpadki itp. są odpowiednio klasyfikowane i dostarczane właściwą drogą do wytwórców odpowiednich tworzyw, czyli, że bilans gospodarki tworzywami w zakładzie powinien się zbliżyć do cyfry 100%. Przewidywanie ewentualnych korzyści, wpływających z oszczędności tworzyw, które nie bazują na powyższej zasadzie nie daje prawdziwego obrazu korzyści. W związku z tym przetapianie na zakładzie wiórów i odpadów stali szybko tnącej na narzędzia nie jest oszczędnością stali szybko tnącej, lecz raczej usprawnieniem zakładowym (oczywiście pod warunkiem, że uzyskane z przetopu tworzywo będzie pełnowartościowym materiałem). Należy podkreślić, iż przetapianie wiórów i złomu (często różnorodnego i spawanego) nie jest wcale procesem prostym i wobec tego należy przestrzegać przed prowadzeniem takiej, niejednokrotnie zbyt pochopnej akcji zwłaszcza zakłady mniejsze, nie dysponujące odpowiednim wykwalifikowanym w tym kierunku personelem.

Nie należy oceniać tworzywa wyłącznie z punktu widzenia jego wartości pieniężnej, ani też wyłącznie z punktu widzenia włożonej w jego wyprodukowanie pracy. Jest to także dar przyrody, który przez nieodpowiednie wykorzystanie lub brak produkcyjny może być bezpowrotnie stracony.

Dlatego też byłoby rzeczą pożądaną, aby produkcja narzędzi odlewanych była opadowana i scentralizowana najwyżej w kil-

ku ośrodkach produkcji narzędzi tnących, w zakładach specjalizujących się w tym kierunku.

Metodą odlewania winny być wykonywane tylko takie narzędzia, które nie mogą być wykonane żadną z wyżej omówionych metod (np. lutowanie i napawanie ostrzy), i są bardzo pracochłonne. Takimi narzędziami mogłyby być cienkie frezy tar czowe, trzysłonne o ostrzach na przemian skośnych i prostych, frezy kątowe, niesymetryczne i symetryczne itp.

Odlewane narzędzia ze stali szybko tnącej mają gruboziarnistą budowę, a zatem są bardziej kruche, przez co ostrza tnące łatwiej się wyłamują niż ostrza wykonane ze stali szybko tnącej przekutej, drobnoziarnistej. Ten słaby punkt może być wyrównany przez podwyższenie zawartości węgla do 1,2% w stosunku do zawartości węgla $0,7 \div 0,8\%$ w normalnych stalach szybko tnących kutech. Przez podwyższenie zawartości węgla można zwiększyć wydajność narzędzia do 50% i więcej, pod warunkiem, że procesowi temu będzie towarzyszyło przeprowadzenie odpowiedniej obróbki cieplnej narzędzi odlewanych. Ponieważ często spotykamy się z poglądem, iż obróbka cieplna nie jest potrzebna dla narzędzi odlewanych, przeto musimy sprawę tę wyjaśnić w sposób zasadniczy.

Warunkiem dobrej obróbki cieplnej stali szybko tnącej jest przeprowadzenie do roztopu stałego jak największej ilości węglików, co uzależnione jest od czasu i temperatury. Na skutek doprowadzenia stali szybko tnącej do wysokiej temperatury, narzędzia odlewane spełniają bardzo dobrze wyżej wymieniony warunek. Szybkość studzenia wzgl. krytyczna szybkość hartowania dla stali szybko tnącej jest mała, skutkiem czego — jak wykazuje praktyka — studzenie w formach piaskowych jest wystarczające. Studzenie w kokilach metalowych jest intensywniejsze, niż zachodzi tego potrzeba (szybkość hartowania), co sprzyja powstawaniu drobnoziarnistej budowy stali szybko tnącej, odlewanej.

Sprawa pęknięć, wyjaśniana przyczyną szybkiego studzenia w wilgotnych formach lub kokilach metalowych, przedstawia się jednak nieco inaczej.

W czasie studzenia narzędzia odlewane ze stali szybko tnącej do temperatury około $400 \div 600^{\circ}\text{C}$ — pęknięcia te nie mogą powstać, gdyż tworzywo do tej temperatury jest jeszcze plastyczne i ma budowę austenityczną, którą cechuje nadzwyczajna ciągliwość i plastyczność, pozwalająca nawet na gięcia, uderzenia itp. bez spowodowania pęknięć narzędzia w tym stanie.

Oczywiście zupełnie inaczej przedstawiałaby się ta sprawa, gdyby narzędzie odlewane było studzone bardzo powoli (poniżej krytycznej szybkości hartowania); wtenczas otrzymujemy już strukturę trostytową lub sorbityczną, którą cechuje duża kruchość i przez to mała odporność na pękanie, spowodowane skurczami materiałowymi. Natomiast studzenie od temperatury około $300 \div 500^{\circ}\text{C}$ do temperatury otoczenia powinno być możliwe jak najwolniejsze, szczególnie w okresie, kiedy następuje ten najważniejszy proces zmiany budowy wewnętrznej, austenitycznej na martenzytyczną (cechującą się największą objętością), a tym samym stopniowy wzrost twardości od około 40 do około $62 H_{RC}$.

Otrzymanie tej twardości (od 60 do $63 H_{RC}$ nie może decydować o wyeliminowaniu obróbki cieplnej tych narzędzi. Wszystkie narzędzia ze stali szybko tnącej odlewane muszą być bardzo starannie odpuszczane (pożądane 2 — 3-krotnie) i dopiero po takiej obróbce cieplnej mogą być porównywane wyniki pracy tych narzędzi.

Jest to szczególnie ważne ze względu na podwyższoną zawartość węgla i wysoką temperaturę hartowania, jaką jest temperatura odlewania. Twardości po odpuszczaniu (które należy przeprowadzić bardzo ostrożnie i powoli, podgrzewając do $560 \div 600^{\circ}\text{C}$) powinny wzrastać do $63 \div 66 H_{RC}$ W przypadku spadku twardości po odpuszczeniu, należy powtórzyć całą obróbkę cieplną przedtem starannie wyżarzając narzędzia odlewane).

To byłyby najważniejsze problemy techniczne związane z konstrukcją i produkcją narzędzi. Jednakże techniczne zagadnienia narzędziowe nie ograniczają się bynajmniej do omówionych tu problemów. Z chwilą dostarczenia do przemysłu odpowiedniego narzędzia rozpoczyna się drugi ważny etap zagadnień narzędziowych, a to:

- 1) właściwe wykorzystanie i konserwacja narzędzi w przemyśle,
- 2) sposób wyeliminowania narzędzi w produkcji, jako zużytych.

Sprawa racjonalnego zużycia narzędzi przez przemysł, czyli odpowiednia gospodarka narzędziowa na zakładach produkcyjnych jest sprawą co najmniej równie ważną, jak sprawa wytwarzania narzędzi. Te dwa etapy zagadnień narzędziowych wymagają jednakowo dużej uwagi i starannego przygotowania technicznego.

Zasady statystycznej kontroli towaru w toku produkcji

621-229.88:519.22

Prof. dr inż. JAN ODERFELD

Statystyczna kontrola jakości polega na orzekaniu na naukowych podstawach o całym produkcie według wyniku sprawdzenia jego części. Jest to zespół metod znajdujących zastosowanie w przygotowaniu produkcji, jej prowadzeniu, obrocie i w okresie użytkowania towaru. W drugim etapie, zwanym zwykle kontrolą w toku produkcji, posługujemy się przeważnie kartami kontrolnymi. Pozwalają one na stwierdzenie, czy proces produkcyjny przebiega pod działaniem stałego systemu przyczyn statystycznych i pomagają w wykrywaniu jego zakłóceń. Ponadto przy użyciu kart kontrolnych można stwierdzić, czy proces produkcyjny jest zgodny z wymaganiami technicznymi.

W dalszym ciągu artykułu podano podstawy matematyczne jednej z wypróbowanych kart kontrolnych i na przykładzie pokazano najistotniejsze elementy toku postępowania.

1. Wstęp

Statystyczna kontrola jakości¹⁾ jest pomocniczym narzędziem, którym technik posługuje się w produkcji. W najściślejszym ujęciu oznacza ona orzekanie na naukowych podstawach o całym produkcie według wyniku sprawdzenia jego części. Zwracamy uwagę na umieszczone w definicji zastrzeżenia „na naukowych podstawach”, które odróżniają statystyczną kontrolę jakości od innych rodzajów kontroli wrywkowej. Warto zdać sobie sprawę z tego, że wrywkowa kontrola towaru jest naturalną i od niepamiętnych czasów znaną formą kontroli w tych przypadkach, gdy sprawdzenie całego produktu jest niemożliwe, a więc na przykład wtedy, gdy pociąga za sobą zniszczenie produktu lub zmianę jego właściwości, albo gdy ilość produktu uniemożliwia w praktyce kompletne jego sprawdzenie, nawet przy zautomatyzowaniu tej czynności. Nie trudno o przykłady. Z oczywistych powodów nie możemy sprawdzić wszystkich ogniw łańcucha przez zerwanie ich, ani miliona gwoździ przez zmierzenie ich długości; musimy orzekać na podstawie wrywkowej próby polegającej na zerwaniu kilku ogniw, czy zmierzeniu kilkudziesięciu gwoździ. Kontrola ta stanie się statystyczną, jeśli potrafimy tak ustalić jej parametry, aby z pozytywnym wynikiem sprawdzenia łączył się stopień zaufania do jakości towaru, dość dokładnie określony z góry i uzasadniony ekonomicznie oraz technicznie.

SKJ znajduje zastosowanie w przygotowaniu produkcji, przy wytwarzaniu, w obrocie towarowym i w okresie użytkowania produktu. W niniejszym artykule zajmiemy się etapem drugim. Kontrola wrywkowa przy wytwarzaniu może służyć dwóm celom. Pierwszym z nich jest dostarczenie przesłanek do orzekania o procesie produkcyjnym, w szczególności co do tego, czy należy uważać go za zadowalający, czy też należy wszcząć działania korygujące. Drugim celem jest dostarczenie przesłanek do decydowania o towarze już wykonanym, np. przez uznanie go za nadający się do użycia lub skierowanie do poprawy.

Postępowanie pierwszego rodzaju możemy porównać do profilaktyki przeciwgruźliczej, drugie do diagnozy lekarza po zbadaniu chorego. Nie ulega wątpliwości, że pierwszy sposób jest na dłuższą metę bardziej celowy, jakkolwiek nierównie trudniejszy od drugiego. Zapobiegawcza kontrola produkcji wymaga bowiem zespolenia elementów technicznych, statystycznych, ekonomicznych i organizacyjnych w znacznie większym stopniu niż odbiór, czyli kontrola towaru gotowego. Nie oznacza to, rzecz prosta, dyskwalifikacji odbioru, tak samo jak zapobiegawcza akcja przeciwgruźlicza nie czyni zbędnym masowego badania zdrowych i indywidualnego chorych.

Pałace potrzeby produkcji w Polsce po 45 roku spowodowały koncentrację wysiłku na zagadnieniu statystycznego odbioru, fundamentalnym dla normalizacji. Obecnie wchodzimy w okres, w którym można przystąpić do poprawnego kontrolowania w toku produkcji tych wymagań jakościowych, które nie mogą być sprawdzane inaczej niż statystycznie.

2. Problematyka karty kontrolnej

Wypróbowanym narzędziem SKJ w toku produkcji jest *karta kontrolna*. Służy ona do bieżącego rejestrowania w postaci graficznej tych właściwości danego towaru, które uznano za istotne do orzekania o jego jakości.

Użycie takich lub innych kart kontrolnych zależy przede wszystkim od rodzaju kontrolowanej właściwości, rodzaju narzędzia mierniczego i rodzaju rejestrowanej wielkości statystycznej.

Właściwość przedmiotu może być alternatywna lub liczbowa. Przykładem pierwszego przypadku jest odporność śruby na zgięcie w znormalizowanych warunkach sprawdzania, przykładem drugiego przypadku — wytrzymałość na zerwanie próbki

wyrażona w kg/mm^2 . Są również właściwości o charakterze pośrednim, gdy klasyfikacja jest stopniowa. Na przykład na powierzchni arkusza blachy ocynkowanej może być 0,1, 2... czarnych plam.

Narzędzie miernicze w wielu przypadkach wpływa na sposób mierzenia właściwości przedmiotu. Na przykład średnicę śruby możemy klasyfikować w sposób alternatywny jeśli zmierzono ją sprawdzianem granicznym, a w sposób liczbowy jeśli użyto mikrometru.

Wielkością statystyczną²⁾ podlegającą rejestracji może być każda właściwość zbiorcza próbek, na przykład, liczba niedobrych przedmiotów w próbie, średnia arytmetyczna lub mediana, odchylenie średnie lub rozstęp itd.

Karta kontrolna zawiera nie tylko rejestrację zaobserwowanych wielkości, lecz ich poprawne opracowanie statystyczne w postaci pozwalającej od razu na wyciągnięcie wniosków. Aby się przekonać o konieczności takiego opracowania, popatrzmy na tablicę I. W jej części grubo obwiedzonej zarejestrowano twardość 135 sworzni pobieranych, po 5 sztuk co godzinę, z bieżącej produkcji. Żądana twardość jest co najmniej $T_d = 235$ jednostek *Brinella*. Dozwolona wadliwość jest $w = 4\%$. Czy wolno uważać, że produkcja spełnia te warunki?

TABLICA I. Wyniki pomiaru twardości i ich opracowanie statystyczne

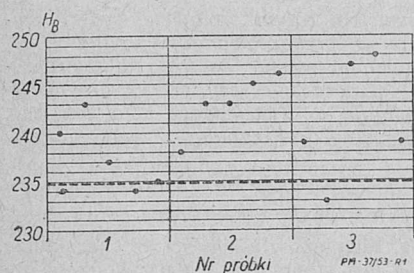
Nr próbki	X					$\bar{X}$	R
1	240	243	237	234	235	237,8	9
2	238	243	243	245	246	243,0	8
3	239	233	247	248	239	241,2	15
4	243	241	237	238	240	239,8	6
5	242	242	245	235	236	240,0	10
6	236	244	243	236	237	239,2	8
7	242	247	237	242	238	241,2	10
8	243	237	245	237	238	240,0	8
9	241	242	247	240	240	242,0	7
10	236	235	236	241	228	235,2	13
11	241	251	246	241	239	243,6	12
12	237	246	242	242	240	241,4	9
13	242	242	239	241	242	241,2	3
14	237	245	244	237	40	240,6	8
15	244	242	243	235	244	241,6	9
16	240	232	244	245	241	240,4	13
17	237	237	242	243	243	240,4	6
18	237	242	242	245	243	241,8	8
19	242	242	243	240	235	240,4	8
20	236	242	240	239	237	238,8	6
21	242	244	240	238	243	241,4	6
22	239	246	243	240	239	241,4	7
23	240	245	242	239	237	240,6	8
24	234	247	243	241	242	241,4	13
25	238	245	241	237	241	240,4	8
26	240	245	243	244	238	242,0	7
27	245	245	237	238	240	241,0	8
Razem						6497,8	233
						$\bar{X} = \frac{6497,8}{27} = 240,66$	$\bar{R} = \frac{233}{27} = 8,63$

Naturalny tok postępowania pracownika nie obeznanego z techniką kart kontrolnych polegałby zapewne na podkreśleniu w tablicy liczb mniejszych od 235. Zrobiliśmy to za niego

2) Przyjmuje się, że czytelnik obeznany jest z elementami statystyki np. w zakresie artykułu *mgr Kł. Wiśniewskiego* „Prawa przypadkowości w zastosowaniu praktycznym”. Przegl. Mech. zesz. 9 i 10/52 r.

1) Skrót SKJ na oznaczenie statystycznej kontroli jakości rozpowszechnia się w naszym kraju. Będziemy go nieraz używali w tekście.

i znaleźliśmy 5 takich liczb, czyli $u = 3,7\%$. Wskazywałoby to na spełnienie wymagań. Gdyby nasz fikcyjny pracownik miał zamiarowanie do metod graficznych, być może przystąpiłby do sporządzenia diagramu podobnego do rysunku 1. Robotę tę przerwaliśmy mu, po zarejestrowaniu trzeciej próbki, gdyż jest bezcelowa. Jeśli czytelnik jest innego zdania, radzimy wykres uzupełnić i sprawdzić, czy coś użytecznego da się z niego odczytać.



Rys. 1. Niewłaściwe opracowanie graficzne tablicy I.

dukcję pozytywnie. Inny wynik dałoby łączne uwzględnienie średniej i rozrzutu. Spieszymy jednak zaznaczyć, że do takiego opracowywania wyników nie ma żadnych podstaw, dopóki nie będzie udowodnione, że wszystkie pomiary dotyczą podobnych warunków produkcyjnych. Tylko wtedy można bowiem wielkościom statystycznym, obliczanym z próbek, przypisać sens fizyczny. Aby zrozumieć znaczenie tego ważnego warunku, zwróćmy uwagę, że rozmaitość wyników w tablicy I mogła być spowodowana albo działaniem stałego systemu przyczyn przypadkowych, albo rozregulowaniem procesu produkcyjnego w toku naszego eksperymentu. Dla uproszczenia pomijamy błędy pomiarowe i przyjmujemy, że liczby w tablicy I są prawdziwe w granicach zaokrąglenia do jednostki *Brinella*.

System przyczyn przypadkowych w rozważanym przypadku obejmował np. drobne różnice w składzie chemicznym materiału i jego zgncie, różnice w obróbce termicznej poszczególnych sworzników a zapewne i wiele innych okoliczności. Ogólnie pod tym systemem rozumiemy zespół okoliczności, których wykrycie i kontrolowanie jest na danym stopniu znajomości procesu albo niemożliwe, albo nieopłacalne. Jeśli proces podlega działaniu systemu przyczyn przypadkowych, mówimy, że jest uregulowany. Rozregulowanie procesu mogło polegać na przykład na zmianie gatunku materiału, poważniejszej zmianie obróbki termicznej itd. Ogólnie pod rozregulowaniem procesu technologicznego rozumiemy takie zmiany, których przyczynę można na danym stopniu znajomości procesu wyodrębnić i ewentualnie usunąć opłacalnym nakładem.

Jak widzimy, podział ten jest czysto praktyczny. W miarę postępu wiedzy, ulepszania i potaniania metod produkcji coraz więcej przyczyn przechodzi z grupy pierwszej do drugiej, wobec czego wolno nam podwyższać wymagania co do jednorodności produktu.

Karta kontrolna jest narzędziem, które pozwala stwierdzić, czy proces technologiczny jest uregulowany. Czułość tego narzędzia można dowolnie nastawiać w sposób, który poznamy w dalszym toku artykułu.

Wróćmy do naszego pracownika kontroli, którego powstrzymaliśmy przed chwilą od orzekania o sworznikach tylko na podstawie średniej. Rozumiemy już, że powinien być zacząć od przekonania się, czy 135 pomiarów twardości odnosi się do produktu, który pochodził z uregulowanego procesu produkcyjnego. Karta wykrywa nie tylko rozregulowanie procesu, lecz wskazuje na jego charakter; pozwala na przykład ustalić, że rozregulowanie polega na systematycznych zmianach jednokierunkowych lub okresowych, albo że ma charakter doraźny. Zauważymy przy sposobności, że pod rozregulowaniem rozumiemy istotne zmiany zarówno niekorzystne jak korzystne.

Technika karty polega na tym, że na wykresie rejestruje się punkty charakteryzujące kolejne próbki, a ponadto umieszcza się odpowiednie linie kontrolne. Najprostszym sposobem korzystania z karty kontrolnej jest następujący: dopóki wszystkie punkty leżą w polu między liniami kontrolnymi, uważamy, że proces jest uregulowany i nie próbujemy go korygować.

Wystąpienie punktu poza tym polem uważamy za sygnał świadczący o rozregulowaniu procesu i za wskazówkę, że należy przystąpić do działania korygującego. Działanie takie obejmuje przede wszystkim poszukiwanie powodów rozregulowania; usunięcie ich jeśli były niekorzystne, a utrwalenie jeśli były korzystne; decyzję co do losu towaru wyprodukowanego w okresie gdy wystąpiły zmiany niekorzystne; nieraz rewizję linii kontrolnych.

Należy zauważyć, że proces uregulowany statystycznie nie zawsze możemy uważać za dobrze uregulowany. Aby to zilu-

strować, przypuśćmy, że w tablicy I otrzymano 135 razy twardość $H_B = 233$. Proces jest uregulowany idealnie, ale na poziomie zdecydowanie złym.

Dlatego niezmiernie ważnym zadaniem SKJ w toku produkcji jest zbadanie, czy stabilizacja procesu nastąpiła na poziomie zgodnym z wymaganiami technicznymi.

Ostatnim zagadnieniem ogólnym, jakie rozważymy, jest sprawa toków postępowania przy stosowaniu kart kontrolnych. Należy rozróżnić dwa przypadki. Pierwszy z nich zachodzi wtedy, gdy nasze informacje o produkcie i o możliwościach produkcyjnych są na tyle kompletne, że można z góry narzucić dopuszczalną wadliwość lub też przyjąć za znane główne parametry rozkładu mierzonej właściwości; w przypadku sworzników na przykład, odchylenie średnie rozkładu twardości. Przypadek taki należy uważać za normalny w zaawansowanej gospodarce planowej. Jak zobaczymy później, informacje tego rodzaju bardzo ułatwiają pracę organów SKJ.

Drugi przypadek zachodzi wówczas, gdy nasza znajomość produktu jest ograniczona i gdy jedynym źródłem informacji jest sam produkt, ściślej mówiąc — zespół próbek pobranych z produkcji bieżącej. Taki stan rzeczy jest typowy dla zupełnie nowej produkcji, ale w praktyce spotykamy go i wtedy, gdy produkcja jest prowadzona od dawna, lecz bez głębszej analizy zagadnień jakości. Jest to przypadek trudniejszy i ogólniejszy.

3. Podstawy matematyczne karty kontrolnej $\bar{X} - R$

W ciągu 25 lat przemysłowego stosowania karty kontrolnych wypróbowano praktycznie wiele ich odmian. Około dziesięciu odmian przeszło pomyślnie przez próbę życia. W niniejszym artykule, który nie pretenduje do tytułu monografii, ograniczymy się do jednej tylko karty kontrolnej, szczególnie przydatnej w przemyśle metalowym, mianowicie do karty $\bar{X} - R$.

Opiera się ona na założeniu, że badana wielkość ma rozkład normalny; jego parametrami niechaj będą: średnia μ i odchylenie średnie σ , co przyjęto zapisywać w postaci: rozkład jest $N(\mu, \sigma)$.

W przypadku ogólnym (por. zakończenie rozdziału 2) parametry te są nieznane w chwili, gdy przystępujemy do zakładania karty kontrolnej i pierwszym naszym krokiem jest ich oszacowanie na podstawie próbnych wyników. W tym celu pobieramy N (kilkanaście lub kilkadziesiąt) próbek po n (kilkę) przedmiotów i każdy z nich mierzymy, otrzymując w ten sposób Nn wyników, z których każdy oznaczamy ogólnie przez x_i . Kierujemy się przy tym ogólną zasadą, że każda n — sztukowa próbka powinna się składać z przedmiotów wyprodukowanych w możliwie zbliżonych warunkach, to znaczy takich przedmiotów, że ich rozmaitość jest spowodowana tylko działaniem stałego systemu przyczyn przypadkowych. Najczęściej, chociaż nie zawsze, będą to przedmioty wyprodukowane jednocześnie lub kolejno.

Wyniki badania poszczególnych przedmiotów w próbce oznaczamy przez x_i , gdzie $i = 1, 2, 3 \dots n$. Wartość średnią w poszczególnych próbkach wyznaczamy ze wzoru

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \text{gdzie } j = 1, 2, 3 \dots N. \quad [1]$$

Rozstęp w poszczególnych próbkach wyznaczamy ze wzoru

$$R_j = x_{j, \max} - x_{j, \min}, \quad \text{gdzie } j = 1, 2, 3 \dots N. \quad [2]$$

przy czym $x_{j, \max}$ oznacza największą, a $x_{j, \min}$ — najmniejszą wartość w próbce o numerze j .

Potem obliczamy na podstawie wszystkich N próbek średnią ogólną $\bar{\bar{X}}$ i średni rozstęp $\bar{R}$ jako

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \bar{x}_j, \quad [3]$$

$$\bar{R} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N R_j. \quad [4]$$

Przykład obliczenia według wzorów od [1] do [4] podajemy w tablicy I.

Można wykazać, że najlepszym oszacowaniem średniej μ jest $\bar{\bar{X}}$, a niemal najlepszym oszacowaniem nie znanego odchylenia średniego σ jest $\bar{R}/d_n$, gdzie d_n jest współczynnikiem zależnym tylko od liczności n próbki (tablica II).

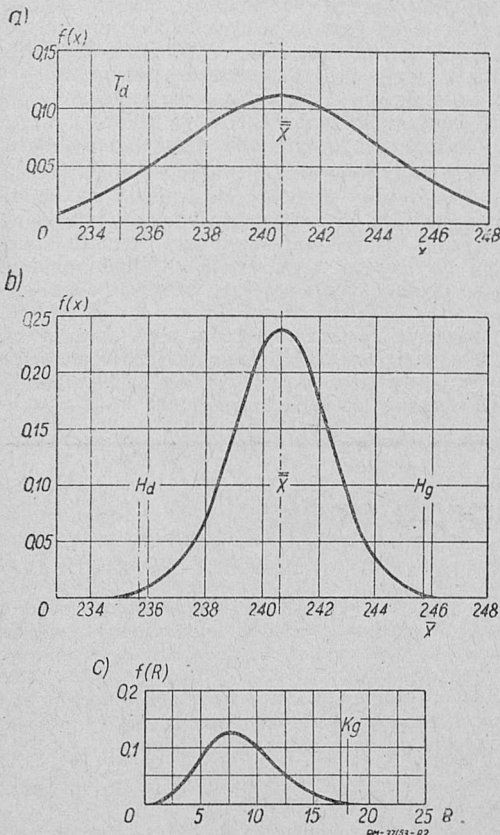
TABLICA II. Współczynniki d_n

n	4	5	6	8	10
d_n	2,059	2,326	2,534	2,847	3,078

Przyjmujemy więc, że rozkład badanej właściwości w produkcji (używając terminologii statystycznej — w populacji ge-

neralnej) jest $N\left(\bar{X}, \frac{\bar{R}}{d_n}\right)$. W ten sposób robimy hipotezę, że wszystkie przedmioty próbne pochodzą z produkcji o tym samym rozkładzie, to znaczy z uregulowanego procesu produkcyjnego. Czy hipoteza ta jest wiarogodna — okaże karta kontrolna.

Jak wiadomo z teorii prawdopodobieństwa, rozkład średniej $\bar{X}$ z próbki n — sztukowej będzie $N\left(\bar{X}, \frac{\bar{R}}{d_n\sqrt{n}}\right)$. Rozkład rozstępu w próbce n — sztukowej ma dość zawiłą postać matematyczną, we wszelkich więc jego zastosowaniach korzystamy z gotowych tablic.



Rys. 2. Oszacowane rozkłady; a) — twardości sworznia, b) — średniej twardości w próbce 5-szatkowej, c) — rozstępu twardości w próbce 5-szatkowej.

Na rys. 2 pokazano rozkłady x , $\bar{X}$ oraz R wynikające z liczb tablicy I. Pokazano również linie kontrolne, oznaczone odpowiednio:

H_d i H_g — dla średniej $\bar{X}$ w próbce,

K_g — dla rozstępu R w próbce.

Linie te dobiera się tak, aby było prawdopodobieństwo

Q_x — przekroczenia linii H_d albo linii H_g przez średnią $\bar{X}$ w próbce,

Q_R — przekroczenia linii K_g przez rozstęp R ,

przy czym Q_x i Q_R są wielkościami małymi. W naszym przykładzie przyjęto $Q_x = 0,27\%$, $Q_R = 0,5\%$. Znaczący to, że jeśli nasza hipoteza o uregulowanym procesie produkcyjnym jest słuszna, to średnia $\bar{X}$ może przekraczać jedną z linii H_d lub H_g bardzo rzadko, mianowicie przeciętnie 1 raz na $1/Q_x$ przypadków (w naszym przykładzie 1 raz na 370 przypadków). Rzadkim przypadkiem jest również — w założeniu słuszności hipotezy — przekroczenie przez rozstęp R linii K_g ; może się ono zdarzyć przeciętnie 1 raz na $1/Q_R$ przypadków (w przykładzie 1 raz na 200 przypadków).

Jeśli więc takie przekroczenie się zdarzy, to rozsądnym wnioskiem będzie odrzucenie hipotezy o uregulowanym procesie i przyjęcie hipotezy przeciwnej, że proces się rozregulował. Dlatego przekroczenie którejkolwiek z linii kontrolnych uważamy za sygnał do wszczęcia działania korygującego. Częstość występowania sygnału czyli czułość metody zależy od doboru Q_x i Q_R . Im te prawdopodobieństwa są większe, tym metoda jest czulsza. W praktyce zwykle przyjmuje się $Q_x = 0,27\%$, $0,5\%$, 1% lub 2% , zaś $Q_R = 0,5\%$ lub 1% . Od-

powiednio do wyboru ustala się linie kontrolne według wzorów

$$H_g = \bar{X} - A_2 \cdot \bar{R}, \quad [5]$$

$$H_d = \bar{X} + A_2 \cdot \bar{R}, \quad [6]$$

$$K_g = D_2 \cdot \bar{R}, \quad [7]$$

przy czym współczynniki A_2 i D_2 bierze się z tablicy III.

TABLICA III. Współczynniki A_2 i D_2

Q_x lub Q_R	n	A_2	D_2
2%	4	0,565	
	5	0,447	
	6	0,375	
	8	0,289	
	10	0,239	
1%	4	0,626	2,14
	5	0,495	1,98
	6	0,415	1,88
	8	0,320	1,75
	10	0,265	1,68
0,5%	4	0,682	2,28
	5	0,540	2,11
	6	0,452	1,98
	8	0,349	1,85
	10	0,288	1,76
0,27%	4	0,729	
	5	0,577	
	6	0,483	
	8	0,373	
	10	0,308	

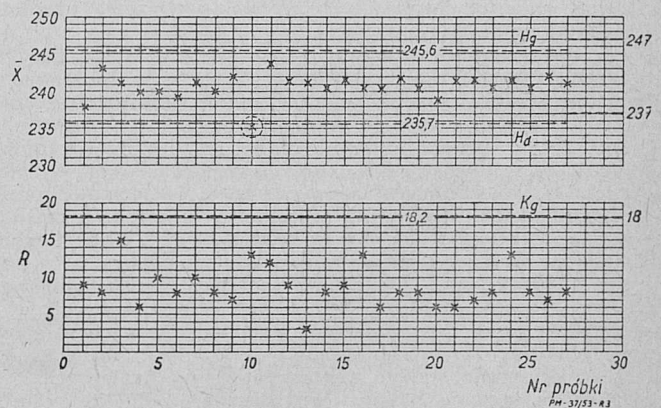
Rejestrację wyników dogodnie jest przeprowadzić na karcie kontrolnej, której roboczą część podajemy na rys. 3. Karta ta ma dwa tory, górny dla $\bar{X}$, dolny dla R . Wypełniono ją według liczb z tablicy I. Linie kontrolne ustalono według wzorów [5], [6] i [7] przyjmując współczynniki A_2 i D_2 z tablicy III dla $n = 5$.

$$H_d = 240,66 - 0,577 \cdot 8,63 = 235,7.$$

$$H_g = 240,66 + 0,577 \cdot 8,63 = 245,6.$$

$$K_g = 2,11 \cdot 8,63 = 18,2.$$

Z rysunku 3 widać, że jeden punkt (próbka nr 10) przekracza linię H_d . Jest to wskazówka, że w okresie pobierania tej próbki proces produkcyjny był zakłócony i że należy przystąpić do działania korygującego. Należy ono do personelu technicznego i może polegać np. na sprawdzeniu urządzeń produkcyjnych, materiału itd. oraz na decyzji co do wątpliwej części produktu, jeśli to oczywiście jest jeszcze możliwe.



Rys. 3. Robocza część karty kontrolnej $\bar{X}$ — R , wypełniona według liczb tablicy I.

Jeśli otrzymano wynik pozytywny, to znaczy znaleziono i usunięto powód zakłócenia procesu, wolno uważać, że w przyszłości proces będzie przebiegał regularnie. To nas upoważnia do uznania próbki z punktem wykraczającym poza linię kontrolną za „obcą” i do skorygowania linii kontrolnych.

Pomijając w naszym przykładzie (tablica I) próbki nr 10, otrzymalibyśmy ze wzorów od [5] do [7] kolejno $\bar{X} = 240,87$, $R = 8,46$, $H_d = 236,0$, $H_g = 245,8$, $K_g = 17,8$. Parametry tak znalezione są naturalnymi parametrami procesu uregulowanego statystycznie. W rozważanym przykładzie zmiana parametrów była nieznaczna, w każdym razie należy pamiętać, że — pomijając wyjątkowe przypadki — rewizja zawsze na-

stepuje w kierunku podwyższenia wymagań jakościowych. W ten sposób karta kontrolna przyczynia się do wykrywania zakłóceń produkcji, które być może bez niej pozostałyby nie zauważone i staje się narzędziem systematycznego i uzasadnionego podwyższania wymagań jakościowych.

Wróćmy teraz do naszego przykładu, który jako ilustracja przewija się przez cały artykuł. W warunkach technicznych określono dolną granicę twardości $T_d = 235$ oraz dopuszczalną wadliwość $w = 4\%$. Nasuwa się naturalne pytanie, czy proces produkcyjny, nawet ulepszony i uregulowany, zapewnia nam nieprzekraczanie tej wadliwości, mówiąc ogólnie: czy proces technologiczny jest uzgodniony z wymaganiami? Aby na to odpowiedzieć, wróćmy do rysunku 2a, na którym zaznaczono granicę T_d . Zakresowane pole w lewo od tej granicy reprezentuje wadliwość, którą wyliczymy ze wzoru

$$w = 1 - \Theta \left(\frac{\bar{X} - T_d}{R/d_n} \right), \quad [8]$$

gdzie Θ oznacza funkcję Laplace'a.

Podstawiając wartości skorygowane i korzystając z tablic rozkładu normalnego, znajdujemy

$$w = 1 - \Theta \left(\frac{240,87 - 235}{8,46/2,326} \right) = 5,3\% > 4\%.$$

Znaczy to, że proces nasz jest wprawdzie uregulowany statystycznie, lecz na niewłaściwym poziomie. Jak widać ze wzoru [8], można temu zaradzić albo przez podwyższenie średniej ogólnej $\bar{X}$ albo przez zmniejszenie rozrzutu, którego miarą jest rozstęp średni $\bar{R}$. Od możliwości technicznych zależy, którą z dróg wybrać. W rozważanym przypadku podwyższenie $\bar{X}$ wy-

magaloby być może zmiany warunków obróbki cieplnej, zmniejszenie $\bar{R}$ być może przeróbki pieca. Przypuśćmy, że technik wybrał pierwszą ewentualność. Statystyk może mu z góry powiedzieć, ile powinno wynieść $\bar{X}$, aby wymagania były spełnione. Kładąc po lewej stronie wzoru [8] liczbę 3%, co jest rozsądną asekuracją wobec nieprzekraczalnej granicy wadliwości 4% znajdujemy

$$0,03 = 1 - \Theta \left(\frac{\bar{X} - 235}{8,46/2,326} \right),$$

skąd po rozwiązaniu $\bar{X} = 242$.

Jeśli to żądanie uważamy za możliwe technicznie, to przyjmując $\bar{X} = 242$ (parametr narzucony) oraz $\bar{R} = 8,46$ (parametr naturalny) raz jeszcze zastosujemy wzory od [5] do [7]. Wynik po zaokrągleniu jest $H_d = 237$, $H_g = 247$, $K_d = 18$.

Te właśnie granice przyjmujemy na nowy okres kontrolny jako z góry narzucone. Dalszy tok postępowania polega, podobnie jak przy zakładaniu karty kontrolnej, na pobieraniu próbek 5 - sztukowych co godzinę, mierzeniu i obliczaniu średnich $\bar{X}_j$ i rozstępów R_j w każdej próbie. Różnica polega na tym, że teraz odpowiednie punkty rejestrujemy na karcie natychmiast po obliczeniu. Proces technologiczny pozostawiamy dopóty w spokoju, dopóki nie otrzymamy punktu poza liniami kontrolnymi na jednym z torów karty. Wtedy następuje nowe działanie korygujące i ewentualnie nowa rewizja granic kontrolnych.

Na zakończenie zauważymy, że w niniejszym artykule celowo pominięto wiele zagadnień matematycznych, ekonomicznych, technicznych i organizacyjnych, aby nie zaciemniać toku wywodów. Zamierzamy do nich powrócić.

Silniki elektryczne w napędach obrabiarek

621.313.291.1:621.9

Mgr inż. ANDRZEJ MYSTKOWSKI

Dokonując wyboru silnika czy silników do obrabiarki, należy ustalić cały szereg warunków jakim te silniki mają odpowiadać. Właściwe ustalenie niektórych warunków, jak: rodzaj obudowy, wykonanie — na łapach czy kołnierzowe itp. nie sprawia konstruktorowi żadnych trudności. Zagadnienie zaczyna się komplikować dopiero przy wyborze rodzaju (asynchroniczny, czy na prąd stały) i mocy silnika.

Artykuł podaje ogólnie zalety i wady silników elektrycznych stosowanych do napędu obrabiarek, a w szczególności silników komutatorowych prądu stałego. Omówiono: regulację szybkości obrotów silnika przy stałej mocy oraz przy stałym momencie obrotowym, zapotrzebowanie mocy i dobór silnika napędowego.

1. Wstęp

Powszechnie przyjmuje się, że z punktu widzenia przydatności silnika do napędu obrabiarki silniki asynchroniczne mają następujące zalety: 1) prosta konstrukcja i związana z tym niska cena silnika, 2) łatwość konserwacji, 3) prostota obsługi, 4) ilość obrotów silnika praktycznie biorąc jest niezależna od obciążenia, 5) możliwość zainstalowania silnika w każdym warsztacie, podłączonym do sieci prądu trójfazowego o częstotliwości 50 okresów/sek (jednakowej w całej Europie) i o napięciu międzyfazowym prawie wyłącznie 380 voltów. Jedyną wadą silników asynchronicznych jest brak możliwości regulacji szybkości obrotów w sposób ciągły. Wady tej nie posiadają silniki boczniowe prądu stałego o. Odnosząc się one natomiast bardziej skomplikowaną, a więc i droższą budową, są trudniejsze w konserwacji, wymagają stosowania rozruszników lub skomplikowanych układów sterujących oraz zazwyczaj specjalnych źródeł prądu z uwagi na brak sieci prądu stałego w warsztatach mechanicznych.

Opinia ta, ogólnie biorąc, jest słuszna, jednakże często utrzymuje się niewłaściwą hierarchię podanych wyżej zalet i wad. Prócz tego, jeśli weźmiemy pod uwagę wielką różnorodność przeznaczeń silnika w obrabiarence, musimy uznać opinię tę za zbyt ogólnikową.

Zalety asynchronicznych trójfazowych silników zwartych są bardzo poważne i dzięki nim właśnie silniki te są stosowane w ogromnej większości (dziewięćdziesiąt kilka procent) do napędu obrabiarek. Silniki te przy specjalnym wykonaniu, jako silniki wielobiegunowe, pozwalają na uzyskanie z jednego silnika dwóch, trzech, czy nawet czterech szybkości obrotów.

Zasadniczymi wadami wielobiegunowego silnika asynchronicznego są:

1) Obroty silnika więcej niż dwubiegunowego nie mieszczą się w geometrycznym ciągu liczb, najwłaściwszym dla ustopniowania obrotów wrzeciona czy liniowej prędkości stołu obrabiarki. Z tego powodu silniki trój- i czterobiegunowe stosowane są

w obrabiarkach zupełnie wyjątkowo (np. do napędu wrzecion szlifierek).

2) Wprawdzie sterowanie przełączania obrotów silnika wielobiegunowego jest bardzo proste i daje się stosunkowo łatwo zautomatyzować, jednak nie należy zapominać, że przełączaniu obrotów wzywać towarzyszy uderzenie prądu rozruchowego, a przełączaniu obrotów w dół jeszcze silniejsze uderzenie prądu hamującego. W wyniku tego silniki wielobiegunowe nie nadają się do częstych przełączeń, a jako orientacyjną wielkość dopuszczalną można przyjąć 20 przełączeń na godzinę.

3) Silniki wielobiegunowe nie posiadają stałej mocy znamionowej na wszystkich obrotach — moc ta spada stosunkowo łatwo z obrotów silnika. Tak np. w silniku dwubiegunowym o stosunku obrotów 1:2, stosunek mocy wynosi około 1 : 1,3. Prócz tego wymiary silnika zależą od mocy znamionowej na najniższych obrotach, są więc z reguły znacznie większe niż dla silnika jednobiegunowego z mechaniczną redukcją obrotów. Wada ta wynika ze znanej zależności wymiarów silnika elektrycznego nie od mocy znamionowej lecz od momentu obrotowego.

Możliwość stosowania bezstopniowej (praktycznie biorąc) regulacji obrotów dają jedynie silniki komutatorowe, zarówno na prąd zmienny jak i stały. Pierwsze z tych silników znajdują stosunkowo niewielkie zastosowanie ze względu na trudności ich wykonania oraz mniejszy niż w silnikach prądu stałego zakres regulacji obrotów.

2. Silniki komutatorowe prądu stałego

Z uwagi na nieuniknione wahania obciążenia przy pracy obrabiarki, do napędu głównego nadają się jedynie silniki prądu stałego o tzw. sztywnej charakterystyce mechanicznej, zapewniające nieznaczne tylko wahania szybkości obrotowej przy znacznych zmianach obciążenia. Z silników prądu stałego warunkowi temu odpowiadają jedynie silniki boczniowe. Istnieją dwa sposoby regulacji obrotów silnika prądu stałego, a mia-

nowicie: a) przez regulację wzbudzenia i b) przez regulację napięcia prądu zasilającego.

a. Regulacja wzbudzeniem (przy stałej mocy).

Przy regulacji wzbudzeniem uzyskujemy podwyższenie obrotów silnika w stosunku do obrotów znamionowych, odpowiadających pełnemu wzbudzeniu i znamionowemu napięciu prądu zasilającego. Ponieważ przy tej regulacji napięcie prądu zasilającego nie ulega zmianie, a znamionowe obciążenie odpowiada określonej wielkości twornika, moc silnika wyrażona wzorem $N = U \cdot I \cdot \eta_s$ jest, praktycznie biorąc, stała w całym zakresie regulacji, dlatego też ten sposób regulacji nazywa się regulacją przy stałej mocy. Zjawisko to, jak wykazemy dalej, jest w napędzie obrabiarek bardzo pożądane, niestety zakres regulacji w wyniku występowania tak zwanych trudności komutacyjnych (iskwienie szczotek) jest niewielki. Zakres ten maleje ze wzrostem mocy silnika, dla silników większych nie przekracza na ogół stosunku 1 : 2. Zakres regulacji można nieco zwiększyć, najwyżej jednak do wartości 1 : 3, przez zastosowanie uzwojenia mieszanego, szerego-bocznikowego; rozwiązanie takie daje jednak miększą charakterystykę mechaniczną silnika i podwyższa jego cenę.

Przy regulacji wzbudzenia w obwód silnika włącza się regulowany opornik. Ponieważ prąd wzbudzenia jest niewielki (około 3% prądu twornika), straty mocy na oporniku są nieznaczne, a sam opornik niewielki i łatwy do manipulacji. Zmianę oporności możemy przeprowadzać bardzo niewielkimi skokami, jednak nie w sposób zupełnie ciągły, dlatego też „bezstopniowość” takiej regulacji jest określeniem przybliżonym — w rzeczywistości mamy i tu stopniową zmianę obrotów, jednak bez większych trudności możemy uzyskać wykładnik szeregu obrotów $\varphi = 1,06$, a nawet i mniejszy.

b. Regulacja przez zmianę napięcia prądu zasilającego.

W daleko szerszym zakresie możemy zmieniać obroty silnika przez zmianę napięcia zasilającego, przy czym obroty silnika zmieniają się proporcjonalnie do napięcia, obniżanego w stosunku do napięcia znamionowego. Ten sposób regulacji posiada dwie poważne wady. Pierwszą z nich jest spadek mocy znamionowej. Istotnie, jeżeli przyjmiemy, że w całym zakresie regulacji będzie można przyjąć jako dopuszczalną stałą wartość prądu twornika, że wzoru $N = U \cdot I \cdot \eta_s$ wynika, że moc silnika będzie malała proporcjonalnie do napięcia U , a więc i obrotów. Z tego powodu regulację obrotów zmianą napięcia nazywamy zmianą obrotów przy stałym momencie.

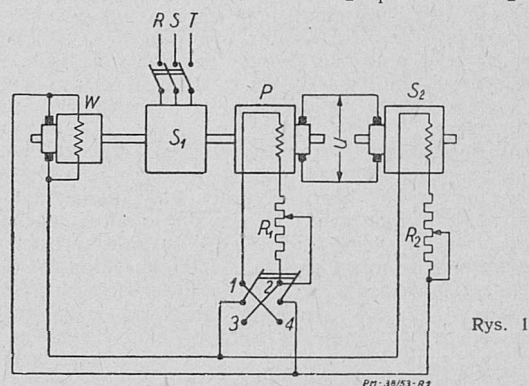
W rzeczywistości w silniku z własną wentylacją warunki chłodzenia pogarszają się wybitnie ze spadkiem obrotów, dopuszczalne obciążenie silnika maleje więc szybciej niż obroty. Jeśli chcemy utrzymać przy tej regulacji stały moment obrotowy silnika, trzeba stosować dodatkowe chłodzenie za pomocą oddzielnego wentylatora pracującego na stałych obrotach, co znowu podraża instalację.

Drugą wadą tego sposobu regulacji jest konieczność stosowania dla każdego silnika oddzielnego źródła prądu o regulowanym napięciu. Istnieje wprawdzie możliwość redukcji napięcia zasilającego na oporach włączonych w obwód twornika, sposób ten jest jednak wysoce nieekonomiczny i dlatego nie znajduje zastosowania. Najbardziej rozpowszechniony sposób regulacji napięcia polega na zastosowaniu tzw. układu Ward-Leonarda. Układ ten w najprostszej postaci przedstawiony jest schematycznie na rys. 1.

Asynchroniczny silnik S_1 napędza umieszczone z nim na jednym wale dwie prądnice prądu stałego: prądnice główną P i małą prądnice pomocniczą W . Prądnica P stanowi źródło prądu dla twornika silnika prądu stałego S_2 napędzającego obrabiarkę, prądnica W dostarcza prądu do obwodów wzbudzenia prądnicy P i silnika S_2 , z tego powodu nosi nazwę wzbudnicy. Zależnie od położenia przełącznika Pr , zacisk 1 uzwojeń wzbudzenia prądnicy przyłączony zostaje bądź to do przewodu (+) wzbudnicy, bądź też do przewodu (—). Przystawiając więc przełącznik Pr , zmieniamy kierunek prądu w uzwojeniach wzbudzenia prądnicy P , a tym samym kierunek prądu w przewodach zasilających twornik silnika S_2 , co w wyniku daje zmianę kierunku obrotów silnika S_2 . Zmieniając wartość zmiennej oporności opornika R_1 zmieniamy wzbudzenie prądnicy P , a więc wielkość dostarczanego przez nią silnikowi S_2 napięcia. Całkowite zwarcie opornika R_1 odpowiada napięciu prądnicy, równemu znamionowemu napięciu silnika S_2 . Powiększając oporność R_1 zmniejszamy napięcie U , obniżając obroty silnika S_2 przy zachowaniu stałego momentu znamionowego tego silnika. Opornik R_2 służy do regulacji obrotów silnika S_2 w zakresie stałej mocy.

Całkowite zwarcie tego opornika daje pełne, znamionowe wzbudzenie silnika S_2 .

Sterowanie regulacji oporników R_1 i R_2 jest ze sobą mechanicznie sprzężone w ten sposób, że najpierw zwiększa się obroty silnika S_2 przy jego pełnym wzbudzeniu opornikiem R_1 , a po uzyskaniu pełnego wzbudzenia prądnicy a tym samym znamionowych obrotów silnika S_2 dalszy wzrost obrotów następuje przez osłabienie wzbudzenia silnika S_2 opornikiem R_2 .



Rys. 1

Tego rodzaju regulacja pozwala na osiągnięcie zmiany obrotów w zakresie około 1 : 15, a przy zastosowaniu specjalnych wzbudnic i układów (rototrolowe, amplitdynowe) zakres ten można kilkakrotnie zwiększyć, niestety jedynie w zakresie regulacji przy stałym momencie¹⁾. Drugą wadą układu Ward-Leonarda jest jego stosunkowo wysoki koszt.

Układ Ward-Leonarda poza możliwością dużego zakresu regulacji obrotów posiada jeszcze szereg innych zalet, z których najważniejszymi są: 1) możliwość częstych zmian kierunku obrotów (600 i więcej na godzinę), 2) zarówno regulacja obrotów jak i rozruch oraz zmiana obrotów odbywają się przez sterowanie stosunkowo słabych prądów wzbudzenia, 3) energia hamowania przy zmianach szybkości i nawrotach zostaje oddana do sieci, zasilającej silnik S_2 .

Innym, stosowanym w napędach obrabiarek, źródłem prądu stałego o regulowanym napięciu może być prostownik lampowy z trójelektrodowymi lampami elektronowymi, wypełnionymi rozrzedzonym gazem (tzw. tyratrony). Tego rodzaju napęd nosi nazwę elektronowego, tyratronowego lub jonowego. Obciążenie organów sterujących, znajdujących się w obwodach siatkowych lamp, jest tu minimalne, dzięki czemu te elementy sterujące (zazwyczaj potencjometry) są małe (jak w radioodbiornikach), dają się więc łatwo instalować w dowolnym miejscu obrabiarki, a wreszcie pozwalają na stosunkowo proste i łatwe rozwiązywanie pełnej automatyzacji cykli roboczych. Wprawdzie żywot lampy tyratronowej nie jest zbyt długi (przeciętnie 1000 godzin), jednak cena jednej lampy przy produkcji nie jest duża i nie przekracza 200 ÷ 300 zł.

Napęd elektronowy pozwala bez trudności uzyskać zakres regulacji obrotów przy stałym momencie 1 : 40, a dodając jeszcze regulację wzbudzenia silnika można otrzymać całkowity zakres regulacji 1 : 120. Napędy takie są stosowane do mocy kilkunastu kilowatów.

* * *

Jak z tego krótkiego przeglądu wynika, możemy przy zastosowaniu silników prądu stałego uzyskać bezstopniową (lub prawie bezstopniową) regulację szybkości obrotów w znacznym zakresie, ale kosztem spadku mocy napędowej przy obniżaniu obrotów. Zakres regulacji przy stałej mocy natomiast może w najlepszym przypadku osiągnąć wartość 1 : 3.

3. Zapotrzebowanie mocy w funkcji obrotów silnika

Zastanówmy się, jak w rzeczywistości przedstawia się w obrabiarkach zapotrzebowanie mocy w funkcji obrotów silnika. Zależy to oczywiście od rodzaju obrabiarki, które to możemy podzielić na trzy grupy.

Grupę pierwszą stanowią będą obrabiarki o prostoliniowym ruchu roboczym (np. strugarki). Utałoło się, że w tego rodzaju obrabiarkach potrzebna moc napędowa jest proporcjonalna do szybkości skrawania, czyli silnik napędowy powinien dawać stały moment obrotowy, a zatem najmniejsza będzie tu regulacja obrotów silnika zmianą napięcia na zaciskach twornika. Tego rodzaju regulacja jest najłatwiejsza do uzyskania, niestety założenie nie jest słuszne.

¹⁾ Specjalne układy amplitdynowe pozwalają na zwiększenie zakresu regulacji nawet do 1000 : 1.

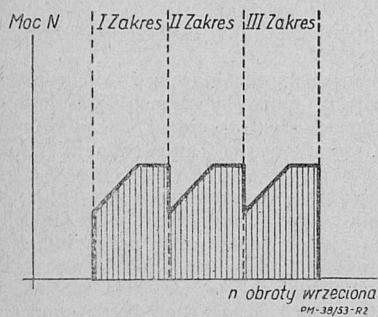
Przy skrawaniu bowiem ze wzrostem szybkości skrawania stosuje się coraz to mniejszy przekrój wióra (ograniczona odporność narzędzia na wysokie temperatury), w wyniku czego opór skrawania maleje ze wzrostem szybkości skrawania, a moc napędowa rośnie powolniej niż szybkość. Jeśli jednak do napędu strugarki zastosujemy układ *Ward-Leonarda* z mieszaną regulacją obrotów silnika napędowego (napięciem i wzbudzeniem), a moc układu dobierzemy odpowiednio do wymagań przy najniższych obrotach, będziemy mogli przy najwyższych obrotach dość dobrze wykorzystać rozporządzalną moc napędową. Przy pokryciu całego zakresu prędkości jedynie regulacją napięcia, trzeba będzie zastosować silnik napędowy, z którego przy najwyższych obrotach będzie można wykorzystać w najlepszym przypadku $30 \div 40\%$ mocy.

Nie są to jeszcze zbyt rażące dysproporcje między mocą rozporządzalną, a mocą wykorzystywaną, lecz gdy weźmiemy jeszcze pod uwagę ciężkie warunki pracy napędu na skutek częstych nawrotów dużych mas przedmiotu, stołu i mechanizmu napędowego, warunki, którym najlepiej potrafi sprostać układ *Ward-Leonarda*, zrozumiałe się staje dlaczego układ ten spotyka się bardzo często właśnie przy napędzie większych strugarek.

Grupa druga stanowią obrabiarki, w których obrotowy ruch roboczy wykonuje przedmiot (tokarki poziome i pionowe). W tym przypadku zachodzi taka sama zależność mocy od szybkości skrawania, jak dla obrabiarek grupy pierwszej. Ponieważ jednak uzyskujemy tę samą szybkość skrawania, w zależności od średnicy przedmiotu, przy różnych obrotach wrzeciona czy stołu — zrozumiałe jest, że prawie w całym zakresie obrotów będziemy wykorzystywali tę samą maksymalną moc napędową. Jedyne na najniższych obrotach, mniej więcej zgod-

nie z doświadczeniem w zakresie $1 : \sqrt[4]{R}$ (R — całkowita rozpiętość zakresu obrotów), nie będzie wykorzystywana pełna moc obrabiarki.

Tego rodzaju warunki pracy ograniczają bardzo stosowanie silników o ciągłej zmianie obrotów. Zakres ten można nieco zwiększyć, dzięki zastosowaniu dodatkowego wzbudzenia szeregowego oraz przez połączenie regulacji wzbudzeniem z regulacją napięciem przy jednoczesnym przedymensjonowaniu silnika. Pamiętajcie bowiem należy, że jeśli stosuje się regulację obrotów wrzeciona przez zmianę obrotów silnika i zmianę biegów mechanicznych — wahania mocy w funkcji obrotów silnika będą okresowo powtarzały na wszystkich biegach skrzyn-



Rys. 2

ki napędowej, w wyniku czego otrzymuje się nieprzyjemne skoki mocy (rys. 2).

Stosowanie do obrabiarek grupy drugiej elektrycznych układów napędowych (rototrol, jonowy itp.), pokrywających cały zakres regulacji obrotów wrzeciona, prowadzi z konieczności do nadmiernie przedymensjonowanych silników. Jeżeli dla przykładu rozpatrzmy tokarkę o zakresie obrotów wrzeciona

$1 : 30$, wymagającą w zakresie $1 : \sqrt[4]{30} \approx 1 : 2,3$ napędu o stałym momencie, a powyżej tego zakresu — o stałej mocy, i stosujemy tu silnik o regulacji wzbudzeniem $1 : 3$, a regulacji napięciem $1 : 10$, łatwo sprawdzić, że na najwyższych obrotach silnik ten będzie miał moc przeszło czterokrotnie za dużą. Takie przedymensjonowanie silnika odbija się już poważnie na jego współczynniku sprawności oraz na wymiarach gabarytowych, a te staramy się utrzymać możliwie nisko zwłaszcza w tokarkach, gdzie zazwyczaj silnik jest ukryty w nodze łoża¹⁾.

Do trzeciej grupy obrabiarek zaliczamy te, w których obrotowy ruch roboczy wykonuje narzędzie (wierarki, frezarki). Ponieważ w tych obrabiarkach wyższe obroty stosuje się przy narzędziu o mniejszej średnicy, a więc słabszym wytrzymałościowo, ze wzrostem obrotów wykorzystywana moc maleje. Do tych obrabiarek zatem stosowanie silników z regulacją obrotów przy stałym momencie obrotowym jest jeszcze bardziej niewskazane, niż do obrabiarek grupy drugiej. Pozostaje więc do dyspozycji jedynie napęd silnikami asynchronicznymi

mi ze zmianą obrotów wrzeciona przy pomocy odpowiednio rozbudowanej skrzynki przekładniowej, lub napęd silnikami prądu stałego z regulacją obrotów wzbudzeniem z dodatkiem skrzynki napędowej o paru zakresach biegów zmienianych mechanicznie.

Inaczej przedstawia się sprawa z napędem posuwów, gdzie zastosowanie napędu o stałym momencie obrotowym dość dobrze odpowiada rzeczywistemu zapotrzebowaniu mocy. Z tych właśnie powodów napęd elektronowy mimo bezspornie wielkich zalet i możliwości właściwie nie przyjął się do napędu roboczego, natomiast coraz to częściej jest stosowany do napędu posuwów w nowoczesnych obrabiarkach.

4. Dobór mocy silnika napędowego

Nie trzeba tłumaczyć, jakie skutki może mieć zastosowanie zbyt słabego silnika, lecz również bardzo niepożądany jest silnik zbyt duży. Pomijając już bynajmniej nie błahą sprawę małego współczynnika sprawności w tych przypadkach oraz małe wartości współczynnika mocy dla silników asynchronicznych, musimy pamiętać, że w okresie rozruchu mechanizm napędowy przenosi moment rozruchowy silnika. Niezależnie więc od stopnia wykorzystania mocy silnika przy pracy obrabiarki, mechanizm napędowy w okresie rozruchu jest w pełni obciążony siłami dynamicznymi odpowiadającymi wielkości silnika.

Sprawa jest prosta, jeśli chodzi o napęd posuwów, pracujące przez krótki czas z dłuższymi przerwami (szybkie przesuw, zaciskanie i luzowanie belek suportowych itp.). Z jednej strony nie potrzebujemy się tu obawiać przeciążenia silnika w sensie nazbyt intensywnego jego grzania się. Byle tylko silnik był w stanie pokonać opory i obracać się — nie zdąży się nagrzać nadmiernie. Z drugiej strony energia elektryczna pobierana przez te silniki pomocnicze jest tak niewielka w porównaniu z pobieraną przez silnik główny, że zastosowanie zbyt dużego silnika pomocniczego nie odbija się na kosztach eksploatacji. Ponieważ zaś przy obliczaniu tego rodzaju mechanizmów mamy do czynienia z szeregiem czynników bardzo trudnych do ustalenia (opory tarcia, kantowanie się na prowadnicach itp.), zazwyczaj konstruktor decyduje się zupełnie słusznie na silnik większy.

Trudniejsza jest sprawa z doбором mocy silnika do napędu roboczego. Najczęściej konstruktor oblicza moc odpowiadającą maksymalnemu przewidywanemu obciążeniu obrabiarki, przyjmując ją jako moc znamionową silnika. Tymczasem w tych najcięższych warunkach obrabiarka nigdy nie pracuje długo. Biorąc więc pod uwagę dopuszczalną okresową przeciążalność silnika, można zawsze dobrać silnik o mocy znamionowej mniejszej niż przewidywana moc maksymalna. Można dość ściśle ustalić obliczeniowo moc silnika napędowego jedynie w rzadkich przypadkach obrabiarek specjalnych, przeznaczonych do obróbki ściśle określonych przedmiotów. Przykładem takiej obrabiarki może być tokarka do obróbki kół zestawów parowozowych albo wagonowych. Dla takiej obrabiarki można sporządzić wykres przewidywanego obciążenia w funkcji czasu z uwzględnieniem przerw pracy niezbędnych dla zdjęcia obrobionego przedmiotu i założenia nowego, na podstawie którego można obliczyć potrzebną do danego napędu moc znamionową silnika.

W ogromnej większości przypadków niesposób dla obrabiarki ustalić taki wykres obciążenia. Wówczas na podstawie doświadczenia przyjmuje się jako moc znamionową silnika $77 \div 80\%$ mocy maksymalnej, innymi słowy zakłada się, że przy eksploatacji obrabiarki będą zachodzić krótkotrwałe przeciążenia silnika o wielkości 125 do 130%. Oczywiście pojęcie „krótkotrwałości” dopuszczalnego przeciążenia jest pojęciem względnym; zależy ono od stałej czasowej nagrzewania się silnika. Stała ta rośnie ze wzrostem mocy silnika, a więc i wielkości obrabiarki. Jednocześnie ze wzrostem wielkości obrabiarki wzrasta okres czasu przypuszczalnej pracy przy maksymalnym obciążeniu. Zjawisko to pozwala stosować wyżej podaną szacunkową metodę ustalania mocy znamionowej do obrabiarek różnej wielkości.

W obrabiarkach, w których ustawianie przedmiotu i narzędzia zajmuje stosunkowo dużo czasu (jak np. w wiertarko-frezarkach) stosuje się czasem silniki o mocy znamionowej odpowiadającej maksymalnemu obciążeniu obrabiarki, ale ustalonej dla pracy dorywczej jednogodzinnej.

* * *

Na zakończenie omówimy jeszcze pokrótce sprawę często jeszcze stosowanego rozruchu w układzie gwiazda — trójkąt silników asynchronicznych zwartych. Sposób ten, wymagający przy rozruchu automatycznym stosowania dwóch dodatkowych styczników i przełącznika cza-

¹⁾ W przykładzie powyższym nie brano pod uwagę pogorszenia się chłodzenia silnika przy niższych obrotach — a przecież zjawisko to zmniejsza do dalszego poważnego zwiększenia wymiarów silnika.

sowego, wpływa z obaw o nadmierne przeciążenie sieci przy rozruchu. Ponieważ jednak nowoczesny warsztat wyposażony w większe obrabiarki ma z reguły własną transformatornię dla sieci zasilającej silniki, obawy takie są nieuzasadnione.

Przepisy radzieckie i krajów zachodnich dopuszczają bezpośrednie włączenie do sieci silników o mocy dochodzącej do 25% mocy zainstalowanej, można więc w rezultacie włączyć każdy silnik napędowy bezpośrednio. Uzasadnienie rozruchu w gwieździe ze względu na oszczędzanie ciepła silnika napę-

dowego również nie wytrzymuje krytyki, ponieważ przy takim uruchamianiu silnika rośnie nieproporcjonalnie czas rozruchu. Włączanie silnika na zmniejszonym napięciu (w gwieździe zamiast włączania bezpośredniego w trójkąt) może być uzasadnione przy tzw. impulsowaniu silnika przy zmianie biegów, podczas którego silnik nie zdąży набrać pełnych obrotów, a więc otwieranie styczników następuje przy dużym prądzie zasilającym. Stosuje się również włączanie na zmniejszonym napięciu przy hamowaniu silnika przeciwwrędem.

Napięcia w rurociągach parowych

621.774.034.8:539.319

Mgr inż. WACŁAW KOSSOWSKI

Celem niniejszego artykułu dyskusyjnego jest skorygowanie niektórych błędnych podstaw, którymi kierują się konstruktorzy przy obliczaniu rurociągów oraz wyjaśnienie, że naprężenia w krzywkach kompensacyjnych, które w nich powstają po wyrównaniu wydłużeń cieplnych, nie sumują się z naprężeniem roboczego ciśnienia pary (wody). Redakcja czasopisma spodziewa się, że artykuł wywoła dyskusję, co umożliwi na tej drodze wyjaśnienie interesującego zagadnienia, poruszonego przez autora.

1. Wstęp

Źródłem powstawania napięć w rurociągach parowych jest z jednej strony ciśnienie pary, z drugiej zaś wydłużenia cieplne, występujące pod wpływem istnienia różnicy temperatury ($t-t_0$) w ruchu i podczas montażu. Zjawisko cieplnego wydłużania rury działa dość krótko, a mianowicie do chwili osiągnięcia przez ścianki rury temperatury właściwej warunkom ruchowym rurociągu, przy czym ustalają się naprężenia, odpowiadające tym wydłużeniom.

Jeżeli siła działa na materię, której nie może wprawić w ruch, to wówczas w materii tej powstają naprężenia.

Rozpatrzmy dwa rodzaje naprężeń ze względu na przypisywane im bezpośrednie przyczyny ich powstawania:

I) naprężenie jako skutek działania siły stałej, niezależnej od późniejszych odształceń powstałych z innych przyczyn,

II) naprężenie pozostające w materii jako skutek poprzedniego działania siły, której działanie ustało.

Jeżeli na przykład na końcu drutu o przekroju 1 mm² powiesimy ciężar 10 kG, to możemy określić naprężenie drutu jako 10 kG/mm². Drut ten pod działaniem ciężaru obciążony jest stałe i naprężenie jego się nie zmienia. Jest to naprężenie kategorii I.

Gdybyśmy jednak zamiast ciężaru założyli na koniec drutu nakrętkę, przez dokręcenie której można by wywołać naprężenie w drucie do 10 kG/mm², to naprężenie to będzie wynikiem pracy naszych mięśni, które po dokonaniu swej roli pracować przestały i będzie podpadało pod kategorię II.

Jakkolwiek cyfrowo oba naprężenia są równe (10 kG/mm²), to jednak mają charakter zupełnie odmienny, a mianowicie:

gdybyśmy drut w przypadku pierwszym grzali do czerwoności, drut by się zerwał, — gdybyśmy to samo uczynili z drutem w przypadku drugim, drut nie zerwie się lecz straci swe naprężenie, wydłużając się cokolwiek. Tu należy jeszcze zauważyć, że aby ciężar mógł zerwać drut — potrzebna jest swoboda ruchu siły, tj. ciężar musi mieć możliwość opadania. Gdyby na przykład pod ciężarem znajdowała się podstawka, na którą zaraz w pierwszym momencie swego opuszczania się ciężar ten by osiadł, to oczywiście zerwanie drutu nie nastąpi, gdyż ciężar przestanie działać na drut.

Wszystkie powyższe wywody dotyczą zjawisk ogólnie znanych i jeżeli się o nich wspomina to dlatego, że wydaje się wskazane omówić we wstępie te zagadnienia, jako krótkie przypomnienie pewnych zjawisk, na które w dalszym ciągu niejednokrotnie nastąpią powołania.

Dla uproszczenia dalszego wykładu ustalmy następujące definicje:

- 1) siła o ruchu swobodnym,
- 2) siła ograniczona w ruchu,
- 3) naprężenie pierwszej kategorii (I),
- 4) naprężenie drugiej kategorii (II).

Nie konieczne trzeba być sceptykiem i krytycznie odnosić się do wszelkich osiągnięć ludzi wiedzy, aby natknąć się czasami na pewne niedociągnięcia albo zgola błędy. Każdy myślący konstruktor, który pracuje nie wg utartych szablonów lecz wnika w istotę rzeczy, staje czasami wobec zagadnień, które sam musi rozstrzygnąć; nie znajdując odpowiednich wzorów w podręcznikach lub popadając nawet w wątpliwość, znajduje pomoc w postaci eksperymentu. Kto lubi i potrafi eksperymentować, ten może dojść do interesujących rezultatów. W artykule

niniejszym będzie kilka powołań na przeprowadzone doświadczenia.

Badania, które prowadził autor nad elastycznością krzywek rurowych, doprowadziły do wyników bardzo interesujących, które publikowano w swoim czasie (artykuł w „Przeglądzie Technicznym” nr 16, sierpień 1934). Posłużyły one u nas w kraju i za granicą jako pierwszy impuls do racjonalnego projektowania krzywek kompensacyjnych. Gdyby polegać na opinii i eksperymentach niemieckich powag bez ich krytycznej oceny, pozostawilibyśmy być może do dziś pod sugestią ich autorytetu bez możliwości rozwiązania danego zagadnienia.

2. Obliczanie śrub połączenia kołnierowego

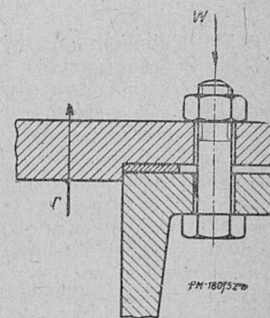
Przy obliczaniu śrub dla połączenia kołnierowego zauważymy, że właściwie naprężenie wstępne w śrubach nie sumuje się z obciążeniem tych śrub przez robocze ciśnienie płynu czy gazu wewnątrz rury, że zupełnie wystarcza, jeżeli naprężenie wstępne przewyższa 2 do 2,5 raza naprężenie robocze, co jest nieodzownym warunkiem szczelności połączenia kołnierowego. Jeśli na przykład przy ciśnieniu 40 atm pary na każdą z 12 śrub ϕ 32 mm, którymi połączone są kołnierze rurociągu ϕ 250 mm, przypada obciążenie robocze 2000 kG, to obciążenie wstępne wynosić powinno 4000 do 5000 kG na każdą śrubę. Obciążenie robocze podczas pracy (2000 kG) nie sumuje się z obciążeniem wstępnym, odciąża ono tylko docisk kołnierzy własnie o 2000 kG.

Gdyby natomiast obciążenie wstępne wynosiło tylko 2000 kG, to odciążenie byłoby zupełne i połączenie kołnierowe zaczęłoby przepuszczać parę!).

Tymczasem w wielu podręcznikach technicznych do dziś dnia panuje zasada, że naprężenie w śrubie połączenia kołnierowego jest sumą naprężenia roboczego i naprężenia wstępnego.

Dziwne jest, że choć od prawie 20 lat propaguję tę zasadę, ciągle jeszcze spotykam się z niedowierzaniem mych słuchaczy, którzy albo nie są w stanie objąć swym umysłem tego zagadnienia, albo wprost powołują się na podręczniki techniczne, gdzie zagadnienie to jest błędnie tłumaczone. Wobec tego skonstruowałem aparat, na którym w każdej chwili można unaocznic, że naprężenia drugiej kategorii (naprężenie wstępne w śrubach jest właśnie naprężeniem drugiej kategorii) nie sumują się z naprężeniem od siły o ruchu swobodnym. Wydaje mi się, że nie od rzeczy będzie, jeśli na tym miejscu raz jeszcze podam krótkie wyjaśnienie tego zagadnienia.

Na rys. 1 pokazane jest połączenie kołnierowe. Ciśnienie robocze naciska na zaślepkę i przez to działa na śruby, rozciągając je w kierunku strzałki r , zaś naprężenie wstępne (po dokręceniu śrub) ściąga śrubę w kierunku strzałki w . Jasne jest,



Rys. 1.

1) Potwierdzenie słuszności zasady rozważań autora znaleźć można w „Wykładach Elementów Maszyn” prof. W. Moszyńskiego, część I str. 305 (PWT), wydanie z 1951 r. oraz w tomie drugim Poradnika technicznego Mechanik, str. 293, wyd. z 1952 r. (Red.).

że te dwa naprężenia nie mogą się sumować, jako naprężenia o kierunkach przeciwnych. Jeżeli naprężenie robocze Q jest mniejsze od naprężenia wstępnego Q' tj. $Q < Q'$, to Q mieści się w Q' , odciążając cokolwiek docisk kołnierzy. W przypadku gdy $Q = Q'$, docisk kołnierzy spada do 0, naprężenie zaś w śrubie pozostaje Q' .

Gdy $Q > Q'$ wówczas naprężenie w śrubie będzie równe Q i pomiędzy kołnierzami powstanie szczelina.

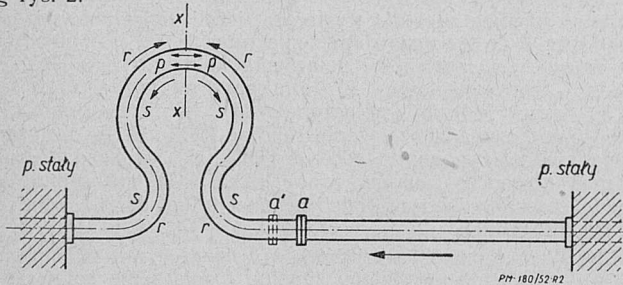
Ta sama zasada odnosi się do wszelkich śrub, sworzni, nitów, które po założeniu mają naprężenia wstępne.

3. Naprężenia w sprężystych wydłużalnikach rurowych

Rury, przez które przepływa para lub gorąca woda, nagrzewają się i wskutek tego wydłużają się, a przyrost długości ich bywa czasem tak znaczny, że nie można go zlekceważyć. Trzeba więc zastosować taką konstrukcję, która nie psując się i bez szkody dla rurociągu byłaby w stanie przejść to wydłużenie cieplne, które na nią przypada. Do tego celu służą specjalne urządzenia zwane k o m p e n s a t o r a m i, które bywają różnej konstrukcji. Najpraktyczniejszymi i najmniej kosztownymi okazały się odpowiednio wykonane krzywki rurowe w formie liry, łuków podwójnych (esowych) i wszelkich innych form zależnych od potrzeb i układu rurociągu. Odnosne elementy przewodu muszą być w ten sposób obliczone i wbudowane w przewód, aby pod wpływem odkształceń cieplnych lekko się poddawały, nie wywołując zbyt poważnych reakcji w punktach stałych i aby w nich samych naprężenia nie przekraczały naprężeń przyjętych w normach dla danego materiału i temperatury pary.

We wszystkich podręcznikach krajowych i zagranicznych traktujących o projektowaniu siłowni i dotyczących specjalnie konstrukcji rurociągów utrzymuje się dotąd zasada, że w krzywkach kompensacyjnych naprężenia od sił gnących i skręcających sumują się z naprężeniem pochodzącym od ciśnienia roboczego pary.

Rozważmy dokładnie pochodzenie i rodzaj naprężeń w krzywkach, a dla przykładu wyobraźmy sobie część przewodu od punktu zamocowania stałego do kompensatora lirowego, wg rys. 2.



Rys. 2.

Pod działaniem gorącej pary rurociąg zacznie się wydłużać od punktu zamocowania w stronę kompensatora. Gdy temperatura w metalu rury zrówna się z temperaturą pary, proces wydłużania się cieplnego ustanie, kołnierz a przesunie się do a' , zaś kompensator zostanie przygięty. W tym stanie rzeczy sił zwiększających zginanie kompensatora już nie ma, pozostaje jedynie reakcja w punkcie zamocowania stałego, zaś w łukach kompensatora powstają reakcje rozciągające oraz ściskające. Poza tym w kompensatorze istnieje robocze ciśnienie pary, wywołujące styczne i osiowe naprężenia w ściankach rury. Przypomnijmy sobie, że rury oblicza się tylko na dopuszczalne naprężenie styczne, gdyż osiowe naprężenie (od ciśnienia roboczego) stanowi tylko połowę naprężenia stycznego i nie jest ważne, wobec czego nie bierze się go pod uwagę²⁾. Zachodzi jednak kwestia, czy w przekroju niebezpiecznym $x-x$ osiowe naprężenia $p-p$, pochodzące od ciśnienia roboczego, sumują się z naprężeniami $r-r$ oraz $s-s$. W tym celu rozpatrzmy dokładnie rys. 2.

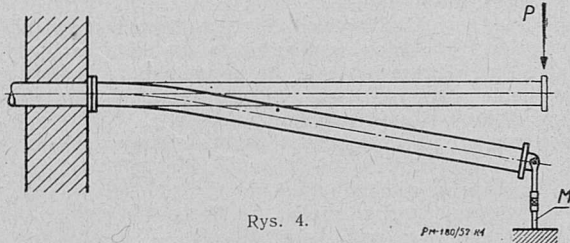
Przed wszystkim zauważmy, że naprężenia $r-r$ i $s-s$ są naprężeniami drugiej kategorii (II). W zewnętrznej ścianie łuku naprężenie reakcji materiału $r-r$ skierowane jest ku osi $x-x$, wg strzałek, — naprężenie zaś osiowe od ciśnienia

pary $p-p$ działa w kierunku przeciwnym i nie może się sumować z naprężeniem $r-r$. Natomiast od strony wewnętrznej łuku naprężenie reakcji materiału $s-s$ działa w tymże kierunku, co naprężenie osiowe ciśnienia pary $p-p$ i z nim się sumuje. Wypadkowa tych naprężeń podpada pod pojęcie sił o ruchu ograniczonym (2) albowiem jest ustalona przez punkt zamocowania stałego. Z drugiej zaś strony należy zauważyć, że dla rozerwania ścianki rury po linii $x-x$ w wewnętrznej części łuku, materiał ścianki musi się przedtem rozszerzyć do granicy plastyczności. Ponieważ w danym momencie jest on elastycznie sprężony, przeto musi się przed tym odprężyć, tj. naprężenie $s-s$ musi spaść do zera, a wówczas w danym punkcie pozostaje tylko naprężenie osiowe $p-p$. Podczas pracy rurociągu koniec kompensatora (z kołnierzem a') wywiera stały nacisk w kierunku zamocowania stałego, gdyż po pierwsze stara się on odprężyć, po drugie zaś ciśnienie wewnętrzne stara się rozciągać wszelkie łuki; siły te sumują się, a ponieważ są ograniczone w ruchu, więc konstrukcyjnie są unieszkodliwione.

Krzywki kompensacyjne mogą być płaskie i przestrzenne. Krzywki płaskie sprężynują podobnie jak wyżej przytoczony kompensator lirowy, tj. w czasie swej pracy kolana są przyginane, a nie rozginane, za wyjątkiem krzywki bramkowej (rys. 3), dwu- lub trzylukowej, w której w zależności od ruchu cieplnego jeden łuk może się przyginać, drugi zaś rozginać.

Rozpatrzmy łuk rozginający się (łuk przyginany będzie miał takie same naprężenia, jakie obserwowaliśmy w kompensatorze lirowym). W łuku rozginającym się naprężenia ściskające powstają na zewnętrznej stronie, na wewnętrznej stronie łuku — naprężenia rozciągające. Po ustaniu ruchu cieplnego oczywiście reakcja materiału będzie odwrotna: naprężenia ściskające $s-s$ będą się starały odkształcić ściśniętą ściankę, wydłużając ją, czyli kierunek tego naprężenia będzie zgodny ze strzałkami, — zaś rozciągnięcie po stronie wewnętrznej łuku będzie się starało skurczyć z powrotem ściankę rury, tj. kierunek tego naprężenia $r-r$ będzie zwrócony ku środkowi. Naprężenie osiowe od ciśnienia roboczego pary $p-p$ nie sumuje się z $r-r$, jako o kierunku przeciwnym, natomiast sumują się z naprężeniami $s-s$. Jednak naprężenia $s-s$ nie mogą współdziałać z naprężeniem rozrywającym rurę osiowo, gdyż przed tym materiał rury musiałby przejść ze stanu ściśnięcia ku rozciąganiu, tj. przejść przez 0 naprężenia, a w tym momencie pozostaje tylko napręż. $p-p$ tj. robocze ciśnienie pary.

Do rury prostej, przeginanej w poprzek do osi podłużnej, można zastosować te same wywody. Wyobraźmy sobie rurę przytwierdzoną jednym końcem nieruchomo (rys. 4), przy czym na drugi jej koniec działa siła poprzeczna P w ten sposób, że zgięcie wywołuje naprężenia na granicy plastyczności. Wówczas w przekroju niebezpiecznym naprężenia rozciągające i ściskające będą wynosiły dla miękkiej stali ok. 1800 kg/cm².



Rys. 4.

Jeżeli siłę P usuniemy, zastępując ją przez ściągnacz M , który by utrzymywał przegięcie rury, to naprężenia w rurze będą naprężeniami drugiej kategorii (II), które również nie będą się sumowały z naprężeniem osiowym ciśnienia roboczego.

Przypuśćmy, że w rurze istnieje ciśnienie wodne, które wywołuje naprężenie styczne ok. 1800 kg/cm², zatem osiowe naprężenie wynosić będzie ok. 900 kg/cm². Gdyby naprężenia powstałe od zgięcia rury sumowały się z naprężeniem osiowym ciśnienia wody, to suma 1800 + 900 = 2700 kg/cm², musiałaby wywołać odkształcenie plastyczne rury w punkcie niebezpiecz-

²⁾ Ściśle rzecz biorąc zachodzi to jedynie w rurach posiadających oś prostą, natomiast w rurach z osią wygiętą kołowo, powstają wskutek działania ciśnienia wewnętrznego: a) naprężenia rozciągające równomierne rozłożone w przekroju ścianki prostopadłym do osi rury, b) naprężenia zmienne wzdłuż obwodu rury w kierunku stycznym do obwodu. Zagadnienie to zostało szczegółowo omówione w książce prof. Z. Kłobowskiego „Obliczenia naczyń ciśnieniowych” na str. 30—33. Patrz również A. i L. Fopplowie „Drang und Zwang”, część II, 1928 r., str. 8, wzory siódme. (Red.).

nym. Tymczasem rura wytrzyma podczas swego elastycznego przecięcia pełne ciśnienie hydrauliczne bez jakichkolwiek odkształceń w miejscu niebezpiecznym.

Gdyby jednak ściągać M zastąpić znowu przez siłę P , na przykład przez odpowiedni ciężar, to naprężenie osiowe od ciśnienia hydraulicznego zsumuje się z naprężeniem rozciągającym od przecięcia (gdyż jest to naprężenie pierwszej kategorii) i rura odkształci się w miejscu maksymalnego momentu gnącego, pod działaniem siły o ruchu swobodnym.

Ponieważ siły cieplnego rozprężania w rurociągu ograniczone są w czasie swego działania, tj. są czynne tylko w czasie wyrównywania się temperatury, zaś po ustaleniu się temperatury nie istnieją, przeto wszelkie elastyczne naprężenia w rurociągu należą do drugiej kategorii (II) i nie należy ich sumować z naprężeniami pochodzącymi od ciśnienia roboczego. Natomiast należy zawsze sprawdzić obliczeniowo, czy naprężenia w zginanych krzywkach nie przekraczają normy wytrzymałości dla danej temperatury i materiału.

Oprócz naprężeń, pochodzących od zginania, w rurowych wydłużeniach sprężystych często powstają naprężenia od skręcania, co najczęściej zdarza się w krzywkach wygiętych przestrzennie. Tu oczywiście postępować należy ściśle wg zasad ogólnych konstrukcji mechanicznych, tj. należy sumować naprężenia zginające z naprężeniami skręcającymi wg wzoru:

$$k \leq \sqrt{\sigma^2 + 3 \tau^2}$$

przy czym k nie powinno przewyższać współczynnika wytrzymałości dla danej temperatury i materiału.

4. Wnioski

Na podstawie powyższych rozważań można ustalić następującą zasadę ogólną, dotyczącą projektowania i obliczania krzywek kompensacyjnych:

1) Naprężenia w krzywkach kompensacyjnych, które w nich powstają po wyrównaniu cieplnych ruchów rurociągu, nie sumują się z naprężeniem roboczego ciśnienia pary (wody).

2) Jeżeli naprężenia gnące lub naprężenia zastępcze przy zginaniu i skręcaniu w krzywkach kompensacyjnych nie przekraczają dopuszczalnego naprężenia, przyjętego dla danego materiału rury i temperatury, to należy krzywki te uważać za wystarczająco mocne.

3) Gdyby naprężenia gnące lub naprężenia zastępcze przy zginaniu i skręcaniu w krzywe kompensacyjnej przekraczały naprężenie dopuszczalne dla przewodu, to należy: a) albo wydłużyć krzywkę, tj. zwiększyć jej elastyczność, b) albo zastosować dla danej krzywki materiał odporniejszy.

* * *

Nie będzie to bez pożytku dla czytających, jeśli na tym miejscu podam niektóre dane techniczne, dotyczące gatunku stali i dopuszczalnych naprężeń wg B. S. S. Nr 806 (brytyjskie normy techn., nr 806).

Dla niższych temperatur pary rury mogą być wykonane z miękkiej stali węglowej, zawierającej do 0,18% C o wytrzymałości 38 do 45 kG/mm². Dla temperatur powyżej 470°C należy stosować stal stopową, chromowo-molibdenową. Naprężenia robocze, dopuszczalne przy różnych temperaturach dla stali węglowej, przyjęte przez normy brytyjskie, wynoszą:

do 290°C	788 kG/cm ²	371 ÷ 400°	562	..
291 ÷ 315°	704	401 ÷ 425°	527	..
316 ÷ 345°	625	426 ÷ 455°	493	..
346 ÷ 370°	590	456 ÷ 470°	412	..

Wykonanie rur w hucie powinno być jak najstaranniejsze; wg naszych przepisów należy zastosować „trzeci stopień” przyjęcia.

Klasyfikacja kotłowych i zbiornikowych walczaków spawanych

621.181.41:621.595.5:621.791.052

Mgr inż. WŁADYSŁAW PAC

Jednym z największych osiągnięć techniki Polski Ludowej w pierwszych powojennych latach, było uruchomienie nie istniejących dotychczas produkcji spawanych walczaków kotłowych, dzięki czemu zwiększyła się przelotność zakładów produkcyjnych oraz osiągnięto poważne oszczędności materiałów i robocizny. Osiągnięcia te znalazły swój wyraz w przemówieniu Min. Szyra na II Kongresie Inżynierów i Techników Polskich we wrześniu 1952 r.

Sukces ten, obok ofiarnej pracy spawaczy huty Ferrum, jest rezultatem twórczych pionierskich prac badawczych inż. Józefa Pilarczyka z Instytutu Spawalnictwa, inż. St. Rudowskiego, B. Pawluka i A. Zawitniewicza z huty Ferrum oraz inż. W. Paca i O. Krudy ze Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie, którzy opracowali metody odbioru i kontroli spawania walczaków kotłowych.

Zagadnienie to omówione było szczegółowo kilkakrotnie w „Przeglądzie Spawalnictwa”, do którego odsyłamy zainteresowanych czytelników.

Niniejszy artykuł stanowi uzupełnienie i rozszerzenie doświadczeń z walczakami kotłowymi na zbiorniki ciśnieniowe, przy czym omawia równocześnie przepisy zagraniczne oraz krajowe instrukcje wykonawcze.

Redakcja

Przepisy urzędowe z 1937 r. o budowie kotłów parowych ustalają warunki wykonania i odbioru walczaków nitowanych i zgrzewanych na gazie wodnym. Spawanie łukowe i gazowe jest prawie pominięte.

Odpowiadało to ówczesnemu stanowi rzeczy. Kotły walczakowe i płomienicowe budowano powszechnie jako nitowane, a walczaki kotłów wodnorurkowych wykonywano za pomocą zgrzewania na gazie wodnym. Produkcja ta stała wówczas w Polsce na wysokim poziomie. Natomiast spawanie w budowie kotłów jeszcze prawie nie istniało. Stosowano je z pewną rezerwą głównie w naprawach kotłów.

Po zniszczeniach ostatniej wojny ambicją naszego odradzającego się przemysłu było nie tylko jak najszybsze uruchomienie dawnych gałęzi produkcji, ale stworzenie nowych, jakich nie było w Polsce przedwojennej. Toteż już w pierwszych latach powstała fabrykacja walczaków spawanych łukiem elektrycznym.

Równolegle z poważnymi i trudnymi studiami przygotowawczymi w warsztatach i laboratoriach zakładowych opracowywano projekt instrukcji, która stała się podstawą wykonania i odbioru pierwszych walczaków spawanych. Projekt ten był punktem wyjścia dla późniejszych szczegółowych prac Komisji Kotłowej przy Polskim Komitecie Normalizacyjnym.

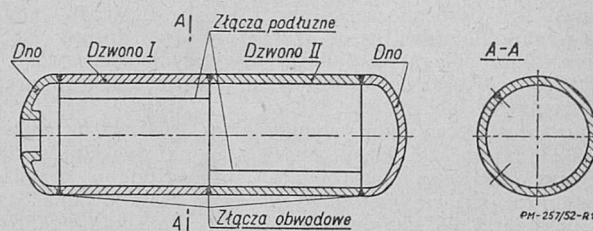
Tak powstały wytyczne wykonania i odbioru spawanych walczaków kotłowych, które nie tylko wyprzedzają inne dzieła naszego spawalnictwa, ale w ujęciu tematu są pracą

pełniejszą od wielu norm i przepisów zagranicznych, regulujących zagadnienia związane z wykonywaniem i odbiorami walczaków spawanych w sposób bardziej fragmentaryczny.

W oparciu o te wytyczne została następnie opracowana instrukcja dla budowy i odbioru technicznego stałych zbiorników ciśnieniowych.

Wymagania stawiane walczakom

Wiadomo powszechnie, że kocioł parowy jest akumulatorem dużych ilości energii cieplnej, która w razie pęknięcia ścianki kotła wyzwała się gwałtownie, powodując wielkie zniszczenie.



Rys. 1.

Ze względu na swe wymiary i dużą pojemność walczak jest najważniejszą częścią kotła, toteż wszystkie przepisy kładą największy nacisk na pewność jego wykonania.

Walczak składa się z płaszcza cylindrycznego i dwóch den (rys. 1). Płaszcz jest zwinięty z blachy i posiada podłużne złącze spawane. Dna prasowane przymocowane są do płaszcza za pomocą spawanych złącz obwodowych. Płaszcz walczaka może się składać z kilku dzwon, a wówczas każde dzwono ma złącze podłużne i połączone jest z sąsiednimi dzwonami za pomocą złącz obwodowych. Aby uzyskać właściwą pewność wykonania walczaka, wszystkie te złącza spawane powinny być możliwie wysokiej jakości. Złącza te nazywamy w y s o k o w a r t o ś c i o w y m i.

Wysokowartościowe złącze spawane — to złącze możliwie jednorodne z materiałem rodzimym. O poważniejszych błędach spawania, jak niepełny przetop, niedostateczny wtop, podtopienia itp. nie może być mowy. Nieciągłości materiału spoiny, jak pory i wtrącenia żuźlowe powinny być minimalne i nie mogą występować w skupieniach. Struktura nie tylko samej spoiny, ale i strefy przejściowej powinna być możliwie zbliżona do struktury materiału łączonych blach.

Jednocześnie wszystkie własności złącza spawanego powinny być teoretycznie takie same jak własności materiału rodzimego. Dotyczy to nie tylko wytrzymałości na rozciąganie, ale również plastyczności, twardości, uderzeniowości.

Warunek aby własności złącza były możliwie zbliżone do własności materiału rodzimego oznacza, że złącze nie powinno być gorsze, ale też poszczególne jego cechy nie powinny być lepsze od materiału rodzimego. Istnieje bowiem pewien związek między własnościami wytrzymałościowymi złącza spawanego. Tak np. przeciętny spawacz łatwo uzyskuje złącze o wytrzymałości na rozciąganie wyższej od wytrzymałości na rozciąganie materiału rodzimego. Przy próbie rozciągania próbka z takiego złącza nawet po usunięciu z niej nadlewów, rozrywa się nie w złączu lecz w materiale rodzimym. Ale plastyczność takiego złącza jest zwykle obniżona. Próba zginania często zawodzi. Próba twardości daje podwyższone wyniki.

Stawiany złączom wysokowartościowym zasadniczy warunek, aby materiał złącza był możliwie jednorodny z materiałem rodzimym, ma na celu zapewnienie jak najbardziej zgodnej współpracy złącza spawanego z materiałem rodzimym. Scinki kotła poddawane są zmieniającym się obciążeniami tak w czasie pracy kotła pod wpływem wahań ciśnienia roboczego jak i podczas nagrzewania i stygnięcia ścian kotła. Jeżeli materiał złącza będzie się znacznie różnił od materiału rodzimego, każdy z nich będzie się inaczej odkształcał, a na pograniczu złącza i materiału blachy będą powstawać skupienia naprężeń, które mogą doprowadzić z czasem do naderwań i niebezpiecznych uszkodzeń.

Sytuacja staje się jeszcze poważniejsza, jeżeli ten miejscowy wzrost naprężeń sumuje się z naprężeniami wewnętrznymi, jakie pozostały w złączu w wyniku procesu spawania. Te dodatkowe naprężenia spawalnicze mogą być bardzo znaczne (patrz artykuł „Wyżarzanie spawanych rur kotłowych“, Przegląd Spawalnictwa, nr 1—2, 1950 r.).

Wymienione względy skłaniają do przeprowadzania obróbki cieplnej złącza wysokowartościowych. Zmniejsza ona do minimum naprężenia wewnętrzne, a zależnie od sposobu jej przeprowadzania może wpływać również na poprawienie struktury złącza spawanego, czyniąc ją bardziej zbliżoną do struktury materiału rodzimego.

Przy odbiorze walczaka trzeba się przekonać, że złącza spawane odpowiadają stawianym im wysokim wymaganiom. Prowadzi do tego prześwietlanie złącz oraz próby mechaniczne i badania metalograficzne spoiny i strefy przejściowej złącza.

Klasy walczaków kotłowych

Opierając się na wymienionych założeniach, wytyczne wykonania i odbioru walczaków spawanych przyjęły zasadę, że walczaki kotłowe powinny posiadać złącza wysokowartościowe, podlegające obowiązkowej obróbce cieplnej. Kontrola wykonania musi być bardzo szczegółowa. Każdy walczak podlega urzędowemu odbiorowi przez rzeczoznawców dozoru kotłów, a odbiór złącz polega na badaniach wytrzymałościowych i metalograficznych oraz obowiązkowym prześwietleniu promieniami rentgena lub gamma.

Aby sprostać wysokim wymaganiom, zakłady produkujące walczaki spawane tej klasy muszą stać na wysokim poziomie technicznym. Muszą być bogato wyposażone w urządzenia warsztatowe, jak prasy lub silne walce do kształtowania dzwon, duże obrabiarki do ukosowania rowków dla spoin podłużnych i obwodowych itp. Obróbka cieplna walczaków wymaga specjalnych pieców do wyżarzania o wielkich wymiarach i kosztownym wyposażeniu. Do prześwietlania złącz walczaków potrzebne są aparaty rentgena, a do badań wytrzymałościowych i metalograficznych — odpowiednio urządzone laboratoria.

Nasz przemysł zniszczony przez wojnę posiada jeszcze niewiele tak postawionych kotłowych zakładów spawalniczych. Nie mogą one pokryć całego zapotrzebowania na walczaki kotłowe, tym bardziej, że gwałtownie rozbudowujący się przemysł żąda coraz to nowych ilości jednostek kotłowych. Musi przejść pewien okres czasu, zanim następne zakłady spawalnicze otrzymają potrzebne wyekwipowanie i przygotowują się do spawania walczaków I klasy.

Dlatego w okresie przejściowym trzeba dopuścić wykonywanie walczaków kotłowych II klasy. Wymagamy od nich również złącz dobrych i pewnych, ale rezygnujemy z tak daleko posuniętej jednorodności z materiałem rodzimym. Musimy pogodzić się z brakiem w tych zakładach pieców do wyżarzania oraz aparatów rentgena i dlatego rezygnujemy z wyżarzania walczaków i prześwietlenia ich złącz spawanych.

Jasne jest, że zakres stosowania walczaków II klasy musi być znacznie ograniczony. Wchodziłyby tu w grę tylko nieduże kotły o niskich ciśnieniach. Najistotniejszą jednak jest granica grubości ścian. Im grubsze blachy z których wykonujemy walczak, tym trudniejsze jest kształtowanie dzwon i przygotowanie do spawania. Im grubsze złącze spawane ręcznie, tym trudniejsze staje się jego wykonanie i tym większe prawdopodobieństwo dużych naprężeń wewnętrznych, o których w walczakach II klasy nie wolno zapominać, skoro nie poddajemy ich złącz wyżarzaniu.

Wytyczne nie określają granic stosowania walczaków II klasy. Pozostawione to jest uzdaniu czynników, w kompetencji których leży dopuszczanie wytwórni do spawania walczaków kotłowych. Jeżeli miarodajne czynniki uznają, że dany zakład ma wytwarzać walczaki II klasy, to ustalają dla danej wytwórni zakres dopuszczenia, który określa do jakich ciśnień wolno budować walczaki i przy jakiej maksymalnej grubości ścian. Komisja Kotłowa wysunęła jedynie sugestie, że graniczne ciśnienie robocze dla walczaków II klasy nie powinno przekraczać 8 atn. Do budowy tych walczaków należałoby dopuszczać tylko blachy rodzaju B-36 o grubości nie większej niż 16 mm.

Dążenie aby budowa walczaków II klasy była ograniczona do ram chwilowej konieczności, usprawiedliwione jest względami nie tylko technicznymi ale i gospodarczymi. Opisane wyżej cechy złącza wysokowartościowego pozwalają, że w obliczeniu wytrzymałościowym walczaka traktujemy takie złącze prawie na równi z materiałem rodzimym. Wskutek tego w walczaku I klasy połączenia za pomocą spawania prawie że nie wpływają na pogrubienie ścian walczaka.

Inaczej sprawa się przedstawia ze złączami walczaków II klasy. Tutaj musimy uwzględnić pewną niejednorodność złącza z materiałem rodzimym i musimy liczyć się z naprężeniami pozostającymi w złączu po spawaniu. Znajduje to wyraz w obliczeniu wytrzymałościowym przez zastosowanie niższej obliczeniowej pewności złącza spawanego. Wymaga to większej grubości złącza, a więc zwiększenia tonażu kosztownego materiału, z którego budujemy walczak.

Początkowo zamierzano wprowadzić jeszcze III klasę walczaków. Byłyby one wytwarzane dla kotłów małych o niskim ciśnieniu roboczym, przeważnie pionowych, jakie są dość rozpowszechnione w zakładach przemysłowych o bardzo małym zapotrzebowaniu pary, przy robotach ziemnych itp.

Kociolki tego rodzaju budowane są przeważnie przez mniejsze wytwórnie, słabiej technicznie wyposażone. Jeżeli taki warsztat posiada nawet walce do zwijania blach rą dzwona, to już ukosowanie brzegów blach do spawania wykonuje się z reguły ręcznie, a składanie i dopasowanie przed spawaniem bywa mniej dokładne. Spawacze są słabsi. O wyborze sposobów spawania decyduje sam wykonawca, a kontrola nad nim jest niedostateczna, gdyż małej wytwórni trudno zdobyć się na odpowiednio wykwalifikowanych kontrolerów spawalniczych. Ze względu na ograniczone możliwości odbiór złącz spawanych sprawdzałby się jedynie do oględzin zewnętrznych, gdyż nawet próbę wodną takiego walczaka, ze względu na brak odpowiednich urządzeń, można zwykle wykonać dopiero po złożeniu całego kotła.

Wykonane w tych warunkach złącza spawane mogą posiadać wiele wad ukrytych i należy je traktować z dużą ostrożnością. Trzeba to uwzględnić w obliczeniu wytrzymałościowym i wartość takiego złącza przyjmuje się równą zaledwie połowie wartości materiału rodzimego walczaka. Prowadzi to do znacznego pogrubienia ścian walczaka, tak że w stosunku do walczaków I klasy ściany wypadająby aż o 80% grubsze.

Wprowadzenie trzeciej klasy walczaków umożliwiałoby marnotrawienie materiału i sankcjonowałoby wykonywanie złącz spawanych niskiej jakości. Dlatego zrezygnowano z wprowadzenia III klasy walczaków kotłowych. Będzie słuszniej, je-

żeli wytwórnie nie mogące sprostać wymaganiom stawianym walczakom II klasy, zaniechają spawania i będą nadal stosowały nitowanie małych kociołków.

Podział walczaków zbiornikowych

Przy odpowiedniej gospodarce wodą zasilającą, o warunkach pracy walczaka kotłowego decyduje temperatura jego ścian, która jest zależna od temperatury wytwarzanej pary nasyconej oraz od tego, czy walczak jest ogrzewany bezpośrednio czy też znajduje się poza strefą wpływu spalin. Natomiast warunki pracy walczaków zbiornikowych zależą nie tylko od tego, czy walczak jest opalany czy też nie, ale i w dużym stopniu od samego czynnika zawartego w zbiorniku, a więc od jego ciśnienia, temperatury i oddziaływania chemicznego na ścianki zbiornika.

Niektóre zbiorniki, jak np. na powietrze o sprężeniu kilku atm, pracują w szczególnie dogodnych warunkach i można je budować ze stali niższej jakości, ale też i gorszych pod względem spawalniczym. Inne znów zbiorniki ze względu na zachodzące w nich procesy muszą być budowane ze specjalnych stali — przeważnie wysokostopowych, wymagających dużej umiejętności i specjalnych zabiegów przy spawaniu, a następnie specjalnej obróbki cieplnej.

Rozpoczęty jeszcze przed wojną projekt przepisów o budowie zbiorników ciśnieniowych dzielił je pod względem bezpieczeństwa na 3 kategorie:

I k a t e g o r i a — zbiorniki zawierające sprężone powietrze lub gazy niepalne i nieszkodliwe dla otoczenia;

II k a t e g o r i a — zbiorniki zawierające parę wodną lub gazy skroplone niepalne i nieszkodliwe dla otoczenia;

III k a t e g o r i a — zbiorniki zawierające gazy skroplone lub sprężone, o ile są palne lub szkodliwe dla otoczenia.

Wymieniona klasyfikacja dzieliła zbiorniki według ich wartości, mniej lub więcej niebezpiecznej dla otoczenia. Zbiorniki traktowane z tego punktu widzenia jako mniej pewne, starano się zabezpieczyć jedynie drogą obliczeniową, powiększając grubość ścianki przez wprowadzenie wyższego współczynnika bezpieczeństwa we wzorze na obliczenie grubości ścianki zbiornika.

Przyrównując więc zbiorniki II kategorii pod względem bezpieczeństwa do kotłów parowych i przyjmując do ich obliczania współczynnik bezpieczeństwa x_{II} taki sam jak dla kotłów, projekt ustalał następujące wartości współczynnika bezpieczeństwa dla pozostałych kategorii zbiorników:

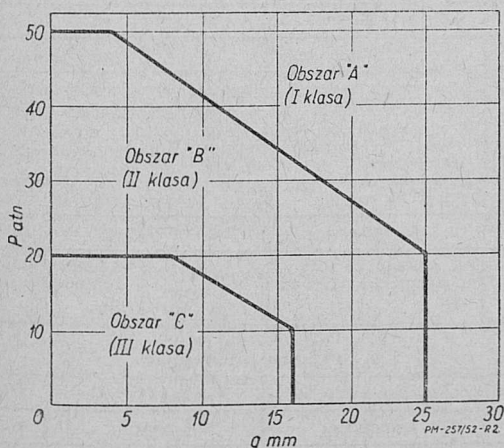
$$\text{dla I kategorii } x_I = 0,9 \cdot x_{II}$$

$$\text{dla III kategorii } x_{III} = 1,1 \cdot x_{II}$$

Obecna instrukcja dla budowy i odbioru technicznego stальных zbiorników ciśnieniowych dzieli walczaki zbiorników na trzy następujące klasy:

I k l a s a — z b i o r n i k i :

- na gazy wybuchowe i trujące oraz ciecze, z których mogą się wytworzyć gazy wybuchowe lub trujące,
- wykonane ze stali stopowych,
- wykonane ze stali węglowej rodzaju B-42 lub B-46,
- wykonane ze stali węglowej rodzaju B-34, B-36, B-37 lub B-41 o ile nie podpadają pod punkt a) ale ze względu na wysokość ciśnienia roboczego i grubość ścianki leżą w obszarze A wykresu pokazanego na rys. 2.



Rys. 2.

II k l a s a — zbiorniki ze stali węglowej rodzaju B-34 B-36, B-37 lub B-41 nie zaliczone do I klasy, jeżeli ze względu

na wysokość ciśnienia i grubość ścianki leżą w obszarze B wykresu (rys. 2),

III k l a s a — pozostałe zbiorniki ze stali węglowej rodzajów tych samych jak w klasie drugiej.

Klasyfikacja obecna dzieli zbiorniki nie tylko pod kątem niebezpieczeństwa, jakie przedstawia zawartość zbiornika oraz panujące w nim ciśnienie. Uwzględnia się tu również trudność wykonania.

Dlatego do I klasy zaliczono zbiorniki grubościennne, co pośrednio wprowadza tu również walczaki o dużych średnicach. W I klasie znalazły się także zbiorniki wykonywane z materiałów trudniej spawalnych, jak stal kotłowa o wyższej zawartości węgla a przede wszystkim różnorodne stale stopowe.

II klasa obejmuje zbiorniki o przeciętnej trudności wykonania, a więc o średniej grubości ścianek i wykonywane ze stali kotłowych niskowęglowych.

Do III klasy zaliczono pozostałe zbiorniki, tj. na niskie ciśnienia i małej grubości ścianek, wykonywane ze stali niskowęglowych. Przy ciśnieniach do 10 atm grubość ścianki zbiornika może dochodzić do 16 mm, a przy najwyższym możliwym ciśnieniu w tej klasie zbiorników grubość ścianki nie przekracza 8 mm.

Zmienił się również pogląd co do podniesienia bezpieczeństwa zbiorników wyższych kategorii. Nie załatwia się już tej sprawy tylko drogą obliczeniową, nie narzuca się zbiornikom I klasy wyższego współczynnika bezpieczeństwa x . Wzrost bezpieczeństwa powinna zapewniać wyższa jakość wykonania.

W imię tej zasady spawanie walczaków zbiornikowych I klasy — podobnie jak walczaków kotłowych — wolno wykonywać tylko w wytwórniach, które uzyskały urzędowe dopuszczenie. Aby otrzymać takie dopuszczenie wytwórnia musi się wykazać, że posiada wszystkie urządzenia potrzebne do wzorowego wykonywania tak operacji wstępnych, jak też spawania walczaków oraz obowiązkowej dla tej klasy obróbki cieplnej złącz spawalnych. W ramach badań wytwórni, związanych z jej dopuszczeniem, następuje kwalifikowanie przyjętych przez nią sposobów spawania oraz poddaje się wielostronnym próbom złącza spawane wykonanych przez wytwórnię walczaków próbnych.

Do spawania walczaków I klasy wytwórnia może zatrudniać tylko spawaczy, którzy zostali przez urzędowego rzeczoznawcę poddani sprawdzeniu kwalifikacji i wykazali umiejętności, wymagane od spawaczy walczakowych I kategorii.

Walczaki I klasy podlegają urzędowemu odbiorowi, który obejmuje prześwietlanie złącz oraz ich próby wytrzymałościowe i badania metalograficzne.

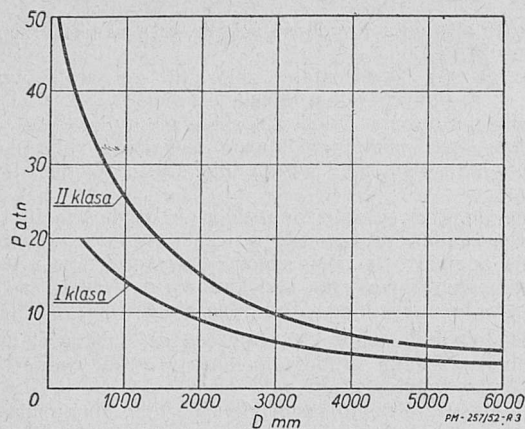
Spawanie walczaków II klasy powierzane jest również tylko zakładom posiadającym dopuszczenie, ale wymagania stawiane przy tym są już znacznie niższe. Spawacze poddawani są uprzednio sprawdzeniu kwalifikacji, wystarczające jest jednak uzyskanie dopuszczenia spawacza zbiornikowego II kategorii.

Walczaki II klasy nie podlegają obowiązkowi obróbki cieplnej. Odbiór urzędowy nie jest wymagany, obowiązkowy jest natomiast odbiór walczaków przez kontrolę warsztatową zakładu. Polega on na wykonaniu próby wodnej walczaka oraz na próbach wytrzymałościowych złącz spawalnych. Badania radiograficzne nie są wymagane.

Walczaki III klasy zwolnione są zarówno od obróbki cieplnej jak i od obowiązku badania złącz spawalnych. Spawanie powinno być przeprowadzane przez dopuszczonych spawaczy, wystarczają jednak kwalifikacje II kategorii. Do wykonywania tych walczaków nie jest wymagane dopuszczenie zakładu, a odbiory walczaków przeprowadza kontrola warsztatowa wytwórni.

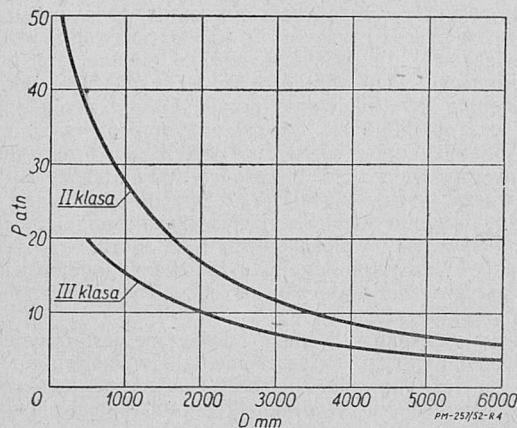
Znając ciśnienie robocze na jakie ma pracować projektowany zbiornik, możemy z wykresu na rys. 2 określić, jaką wolno nam przyjąć maksymalną grubość ścianki walczaka, aby utrzymać się w granicach dozwolonych dla II i III klasy. Praktycznie interesuje nas nie w mniejszym stopniu również i maksymalna dozwolona w danej klasie średnica walczaka, która wypływa z przyjętej grubości ścianki przy danym ciśnieniu roboczym. Toteż podany wykres możemy przedstawić w innej formie.

Przyjmijmy dla ścian walczaka wytrzymałość na rozciąganie wynikającą z rodzaju wybranej stali oraz współczynnik bezpieczeństwa i obliczeniową pewność złącza spawanego, zależnie od charakteru pracy zbiornika i jego wykonania. Posiadając te dane, możemy dla określonego ciśnienia roboczego i granicznej w danej klasie grubości ścianki walczaka obliczyć związaną z nią maksymalną średnicę walczaka. W ten sposób dochodzimy do wykresów przedstawionych na rys. 3 i rys. 4. Przyjęto tu zwykłą dla II i III klasy pewność obliczeniową złącza spawanego $z = 0,7$ oraz współczynnik bezpieczeństwa $x = 4$, stosowany dla zbiorników nieopalanych.



Rys. 3.

Rys. 3 przedstawia krzywe maksymalnych średnic walczków II i III klasy, wykonanych z blachy kotłowej B-36. Na rys. 4 widzimy analogiczne krzywe dla walczków z blachy rodzaju B-41. Wykresy te mogą stanowić pożyteczny materiał orientacyjny. Jeżeli np. zakład dopuszczony do spawania walczków II klasy z blach rodzaju B-36 ma zbudować zbiornik na ciśnienie 15 atn, to może znaleźć z wykresu na rys. 3, że waleczak zbiornika nie powinien mieć większej średnicy niż 2000 mm, bowiem inaczej znalazłby się w zakresie zbiorników I klasy, a takich zbiorników budować temu zakładowi nie wolno.



Rys. 4.

Z wykresów tych możemy wywnioskować, że ze względu na stosowane w zbiornikach średnice walczków, zakres ciśnień roboczych w klasie II i III jest dość ograniczony. Najwyższe ciśnienie robocze walczków III klasy wynosi w praktyce około 16 atn; dla II klasy wynosi ono około 30 atn.

Klasyfikacja w przepisach zagranicznych

Kotły i zbiorniki. Porównajmy jeszcze podstawy naszej klasyfikacji z zasadami przyjętymi w innych krajach. Przy studiowaniu obcych przepisów może nas uderzyć jeden szczegół. Tak w Związku Radzieckim jak i w niektórych innych krajach znikł mur graniczny między kotłem i zbiornikiem. Kotły potraktowano jako specjalną odmianę zbiorników ciśnieniowych i wciągnięto je do ogólnej klasyfikacji zbiorników.

Jest w tym dużo słuszności. Wymagania konieczne ze względów bezpieczeństwa uzależniamy od warunków pracy urządzenia a nie od tego, czy nazywamy je kotłem lub zbiornikiem. Dlatego nie ma zasadniczej różnicy np. między kotłem parowym a zbiornikiem ciśnieniowym bezpośrednio opalanym.

Formalna definicja, w myśl której za kocioł przyjmuje się każde urządzenie, w którym wytwarza się i odpływa na zewnątrz para, zaczyna być mało przekonująca. Prowadzi ona do traktowania jako kotły takich urządzeń jak wyparki, cieplarki i niektóre inne wymienniki ciepła, podczas gdy urządzenia te pod względem konstrukcji, osprzętu i warunków pracy stoją bliżej zbiorników ciśnieniowych niż kotłów parowych.

Walczaki kotłowe. Z przytoczonej tablicy zestawieniowej widzimy, że walczaki kotłowe są wszędzie traktowane podobnie. Zalicza się je do I klasy i stawiane są im najwyższe wymagania.

KLASYFIKACJA WALCZAKÓW KOTŁOWYCH I ZBIORNIKOWYCH W RÓŻNYCH KRAJACH A. Instrukcje polskie

Walczaki I klasy		
kotłowe	zbiornikowe	wymagania
zasadniczo wszystkie	1) na cieple i gazy wybuchowe i trujące 2) ze stali stopowych 3) ze stali węglowej B-46 i B-42 4) ze stali węglowej o niższej wytrzymałości, jeżeli ze względu na ciśnienie i grubość ścianki wypadają w obszarze A wykresu rys. 2	1) obróbka cieplna 2) prześwietlanie złączy spawanych 3) badania wytrzymałościowe złączy spawanych
Walczaki II klasy		
kotłowe	zbiornikowe	wymagania
przejściowo (dla małych ciśnień i grubości ścian)	ze stali węglowej B-34, B-36, B-37 i B-41, nie przeznaczone na cieple lub gazy wybuchowe i trujące, jeżeli ze względu na ciśnienie i grubość ścianki wypadają w obszarze B wykresu rys. 2.	badania wytrzymałościowe złączy spawanych
Walczaki III klasy		
kotłowe	zbiornikowe	wymagania
—	jak II klasy, jeżeli ze względu na ciśnienie i grubość ścianki wypadają w obszarze C wykresu rys. 2.	badania wytrzymałościowe złączy spawanych

B. Przepisy radzieckie

Walczaki I klasy		
kotłowe		zbiornikowe
wszystkie podlegające dozorowi		1) na ciecie i gazy wybuchowe i trujące 2) o temperaturze ścianek $> 200^{\circ}\text{C}$ 3) zawierające w jednej przestrzeni ciecie i parę 4) warki celulozy
wymagania: 1) obróbka cieplna: a) wszystkich ze stali stopowych b) ze stali węglowych gdy grubość ścianki $> 25\text{ mm}$ 2) prześwietlanie złącz spawanych 3) badania wytrzymałościowe złącz spawanych		wymagania: 1) obróbka cieplna: a) gdy grubość ścianki $> 32\text{ mm}$, b) gdy $\frac{D}{g} > 16$ (D — średnica wewn. w cm, g — grubość ścianki w cm) 2) prześwietlanie złącz spawanych 3) badania wytrzymałościowe złącz spawanych
Walczaki II klasy		
kotłowe	zbiornikowe	wymagania
—	wszystkie nie zaliczone do I klasy	1) prześwietlanie złącz spawanych 2) badania wytrzymałościowe złącz spawanych

C. Przepisy angielskie

Walczaki I klasy			
kotłowe	zbiornikowe	wymagania	
wszystkie	1) na cieple oraz na gazy wybuchowe i trujące 2) o temperaturze ścianki $> 260^{\circ}\text{C}$ i grubości ścianki $> 38\text{ mm}$	1) obróbka cieplna 2) prześwietlanie złączy spawanych 3) badania wytrzymałościowe złączy spawanych	
Walczaki II klasy		Walczaki III klasy	
kotłowe	zbiornikowe	kotłowe	zbiornikowe
—	nie zaliczone do I klasy, o grubości ścianki $> 25\text{ mm}$	—	nie zaliczone do I klasy, o grubości ścianki $\leq 25\text{ mm}$

D. Przepisy niemieckie

Walczaki kotłowe I klasy		Walczaki kotłowe II klasy	
zakres	wymagania	zakres	wymagania
zasadniczo wszystkie	1) obróbka cieplna 2) prześwietlanie złączy spawanych 3) badania wytrzymałościowe złączy spawanych	warunkowo ze stali węglowej o wytrzymałości do 50 kg/mm^2 i grubości ścianki $\leq 25\text{ mm}$	bez wymagań

E. Przepisy Lloyd's Register of Shipping

Walczaki I klasy		
kotłowe	zbiornikowe	wymagania
wszystkie	zbiorników opalanych o ciśnieniu > 3,5 atn	1) obróbka cieplna 2) prześwietlanie złącz spawanych 3) badania wytrzymałościowe złącz spawanych
Walczaki II klasy		
kotłowe	zbiornikowe	wymagania
—	1) zbiorników opalanych o ciśnieniu ≤ 3,5 atn 2) zbiorników nieopalanых o ile: a) $p \cdot g > 160$ b) $p > 17,5$ c) temperatura czynnika > 150° C d) $g > 16$ gdzie: p — ciśnienie w atn. g — grubość ścianki w mm.	1) obróbka cieplna o ile: $\frac{D}{g^3} < 0,155$ gdzie D — średnica wewnętrzna walczaka w mm. g — grubość ścianki w mm. 2) badania wytrzymałościowe złącz spawanych
Walczaki III klasy		
kotłowe	zbiornikowe	wymagania
—	zbiorników nieopalanых, nie zaliczonych do II klasy	badania wytrzymałościowe złącz spawanych

F. Przepisy biura Veritas

Walczaki I klasy		
kotłowe	zbiornikowe	wymagania
wszystkie o ciśnieniu > 2,5 atn.	wszystkie o grubości ścianki > 15 mm	1) obróbka cieplna 2) prześwietlanie złącz spawanych 3) badania wytrzymałościowe złącz spawanych
Walczaki II klasy		
kotłowe	zbiornikowe	wymagania
o ciśnieniu ≤ 2,5 atn.	o grubości ścianki ≤ 15 mm i ciśnieniu > 2,5 atn.	1) obróbka cieplna o ile: a) średnica walczaka $D_w > 250$ cm $\frac{D_w}{g^3} < 16$ b) średnica walczaka $D_w \leq 250$ cm $\frac{D_w}{g} < 100$ gdzie g — grubość ścianki w cm 2) badania wytrzymałościowe złącz spawanych
Walczaki III klasy		
kotłowe	zbiornikowe	wymagania
—	o grubości ścianki ≤ 15 mm i ciśnieniu > 2,5 atn.	dla spoin obustronnych — badania wytrzymałościowe złącz spawanych

W Związku Radzieckim wyjątek stanowią walczaki kotłowe o ciśnieniu nie przekraczającym 0,7 atn, ale takie kotły są już poza granicą urzędowego dozoru. Przepisy biura Veritas dopuszczają drugą klasę, ale tylko dla ciśnień do 2,5 atn, co praktycznie stwarza minimalny zakres jej zastosowania.

Wymagania stawiane spawanym walczacom I klasy są wszędzie podobne. Konieczne jest dopuszczenie wytwórni do spawania walczaków, spawacze powinni być kwalifikowani. Złącza spawane powinny być wysokowartościowe. Na ogół obowiązuje obróbka cieplna po spawaniu, aczkolwiek przepisy radzieckie zwalniają od niej walczaki ze stali węglowej o grubości ścianek poniżej 25 mm. Odbiór złącz polega na badaniu rentgenem oraz próbach mechanicznych i badaniach metalograficznych płyt próbnych, spawanych jednocześnie z wykonaniem złącza walczaka.

Zakres badań płyt próbnych różni się w poszczególnych przepisach dość znacznie. Jeżeli jedno przewidują tylko próbę rozciągania i zginania złącza, to inne jak np. francuskie przepisy stosują b. szeroki zakres, obejmujący również próby łamania złącza, uderności spoiny i strefy przejściowej, a nawet próbę rozciągania spoiny i próbę twardości. Angielskie przepisy wymagają ponadto sprawdzania ciężaru właściwego materiału spoiny.

Jedne przepisy wymagają prześwietlania złącz na całej długości, inne znów zgadzają się na badanie rentgenem tylko 25% ogólnej długości złącz walczaka.

Są to jednak drugorzędne szczegóły. Ważniejszą różnicę stanowią wymagania co do rodzaju obróbki cieplnej, ale to stanowi już oddzielny temat.

Nieco odmienne traktowanie walczaków kotłowych spotykamy w przepisach niemieckich z 1943 i 1947 r. Dopuszczają one mniejsze wymagania dla walczaków o grubości ścianek do 25 mm, wykonywanych ze stali odpowiadających naszym blachom rodzaju B-36 i B-41. Walczaki te mogą być zwolnione od obróbki cieplnej oraz badań płyt próbnych, a odbiór walczaka polega tylko na wykonaniu próby wodnej i sprawdzeniu, czy różnice w wymiarach i kształcie walczaka nie przekraczają dozwolonych odchyłek.

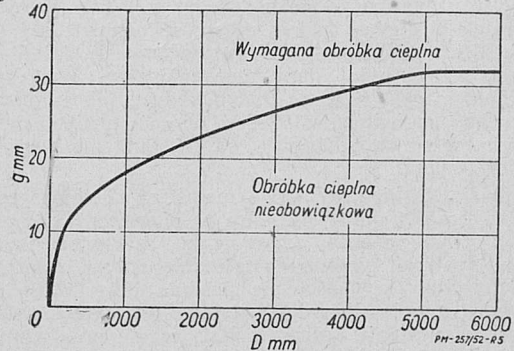
Walczaki zbiornikowe. Większą różnorodność spotykamy w założeniach do klasyfikacji walczaków zbiornikowych. Przepisy radzieckie nie wyróżniają bezpośrednio materiałów stopowych i stali o wyższej wytrzymałości, ale uwzględniają w klasyfikacji temperaturę ścianek walczaka. Przepisy radzieckie z 1939 r. o zastosowaniu spawania w budowie zbiorników dzielą walczaki tylko na dwie klasy.

Podobnie podchodzą przepisy angielskie, dzieląc zbiorniki według temperatury ścianek i wprowadzając dodatkowo granice grubości. Mamy tu 3 klasy zbiorników, przy czym do II klasy zalicza się zbiorniki o grubości ścianek powyżej 25 mm.

Przepisy Lloyds Register rozróżniają zbiorniki opalane (I klasa) i nieopalane, przy czym te ostatnie rozmieszczono w II i III klasie zależnie od grubości i temperatury ścianki oraz ciśnienia roboczego.

Biuro Veritas klasyfikuje zbiorniki według grubości ścianki, zaliczając do I klasy ogromną większość walczaków, gdyż wszystkie o grubości ścianki powyżej 15 mm. Istnieje tu również 3 klasa zbiorników ale już tylko o ciśnieniu nie przekraczającym 2,5 atn.

Wymagania dla walczaków I klasy są na ogół takie same jak dla walczaków kotłowych. Jednak przepisy radzieckie zwalniają od obowiązku obróbki cieplnej walczaki o grubości ścianek poniżej 32 mm pod warunkiem wszakże, aby stosunek średnicy do sześciu grubości nie wykroczył poza określoną granicę.



Rys. 5.

Warunek ten bardzo ścieśnia zakres walczaków zwolnionych od obróbki cieplnej. Wynika bowiem stąd, że przy małych grubościach ścianek od wyzarczania mogą być zwolnione walczaki o tak małych średnicach, jakie w praktyce nie są w zbiornikach spotykane. Widzimy to na rys. 5. Przedstawiona krzywa ogranicza obszar, w którym walczaki zwolnione są od obowiązku obróbki cieplnej po spawaniu. Dla grubości ścianek powyżej 25 mm zwolnienie to dotyczy walczaków dopiero o średnicy powyżej 2500 mm.

Podobny warunek stawiają przepisy Lloyds Register i biura Veritas przy zwalnianiu od obróbki cieplnej walczaków II klasy.

Wymagania dla walczaków spawanych II klasy sprowadzają się przeważnie do prób wytrzymałościowych złącz płyt próbnych. Przepisy radzieckie wymagają ponad to prześwietlania złącz.

Przepisy Lloyds Register stawiają walczakom III klasy takie same wymagania odbiorcze jak w II klasie, natomiast biuro Veritas żąda prób wytrzymałościowych płyty próbnej, o ile spoiny walczaka są wykonane obustronnie. Natomiast spoiny jednostronne, jak np. na U lub V bez podpawania, nie są badane. Ale obliczeniowa pewność złącza tak spawanego przyjmowana jest bardzo nisko, gdyż $\alpha = 0,55$.

Niemieckie przepisy zbiornikowe nie ustalają jasnej klasyfikacji. Przedstawiają one labirynt przestarzałych rozporządzeń, traktujących o poszczególnych rodzajach zbiorników ciśnieniowych. Podjęte przed wojną prace nad scaleniem i unowocześnieniem przepisów zbiornikowych nie zostały doprowadzone do końca.

Skręcarko-zginarka

620.178.325.3:608

Mgr inż. MAREK ZAKRZEWSKI

Do przeprowadzenia badań złożonego stanu napiecia, jakim jest skręcanie z równoczesnym zginaniem, w Laboratorium Wytrzymałości Materiałów Politechniki Wrocławskiej skonstruowano i wykonano skręcarko-zginarkę, której zasadę oraz opis podaje niniejszy artykuł. Omówiono: przyczyny jakie spowodowały konieczność skonstruowania skręcarko-zginarki, podstawy teoretyczne przyrządu, jego opis oraz sposób przeprowadzania prób skręcanio-zginania.

Jednym z pytań, jakie stawiać sobie musi konstruktor przy opracowywaniu projektu, jest: czy stan napiecia, wywołany siłami działającymi na dany element konstrukcyjny, zwiększonymi odpowiednio o wielkość współczynnika bezpieczeństwa, nie spowoduje jego zniszczenia. Powstaje zatem konieczność ustalenia, czy w jakimś przekroju elementu stan napiecia nie przekroczy wartości granicy plastyczności lub granicy wytrzymałości doraźnej, jeżeli obciążenie jest obciążeniem statycznym.

W przypadku prostego stanu napiecia odpowiedź na to pytanie jest łatwa i sprowadza się do porównania założonego stanu ze stanem niebezpiecznym, określonym na drodze doświadczeń przy pomocy odpowiedniej aparatury wytrzymałościowej.

W przypadku złożonego stanu napiecia, dla określenia możliwości osiągnięcia granicy niebezpiecznej, czyli wyłączenia materiału, konieczne jest przyjęcie tej czy innej hipotezy wytrzymałościowej. Hipotezy wytrzymałościowe opierają się natomiast na pewnych uproszczonych własnościach wytrzymałościowych materiału i stąd zgodność ich z wynikami praktycznymi nigdy nie może być całkowicie ścisła.

Prawie wszystkie hipotezy wytrzymałościowe zakładają klasyczny podział materiałów na materiały elastoplastyczne i materiały kruche. Skłonni jesteśmy dzisiaj twierdzić, że stan plastyczności¹⁾, względnie kruchości²⁾ jest również funkcją stanu napiecia. Powstaje zatem nowa trudność, należy bowiem wprawdzie dla danego materiału i określonego stanu napiecia stwierdzić, czy znajduje się on w stanie kruchości czy plastyczności, a dopiero potem stosować odpowiednią hipotezę wytrzymałościową. Trudności tej pozbywamy się, jeżeli zastosujemy jeden z wykresów stanu mechanicznego. Wykresy stanu mechanicznego tak *Fridmana-Dawidkowskiego*, jak i *Pelczyńskiego* zbudowane są jednak w ścisłym oparciu o hipotezy wytrzymałościowe częściowe, odnoszące się do stanu plastyczności lub kruchości z osobna.

Wydać się, że hipotezy wytrzymałościowe, odnoszące się do stanu plastyczności materiału — a to hipoteza *Hubera* — wyczerpują w chwili obecnej zagadnienie całkowicie zadowalająco, jeżeli materiał spełnia dostatecznie dobrze założenie izotropowości. Stan kruchości nie posiada dotychczas hipotezy, która byłaby równie dokładna, dlatego też określenie wyłączenia materiału w stanie kruchości jest jeszcze praktycznie obciążone zbyt dużym błędem.

Jednym ze złożonych stanów napiecia, o dużym praktycznym znaczeniu, jest stan odpowiadający równoczesnemu skręcaniu i zginaniu elementu konstrukcyjnego. W przekrojach elementu wystąpi stan napiecia, który określimy jako *skręcanio-zginanie*. Rzecz prosta, w przypadkach praktycznych stosunek obciążenia momentem skręcającym i momentem gnącym jest dowolny.

Wysunięte uprzednio zastrzeżenia co do hipotez wytrzymałościowych wyloniły konieczność rozwiązania tego zagadnienia na przykładzie skręcanio-zginania drogą doświadczenia. W tym celu potrzebna jest przede wszystkim odpowiednia aparatura, której postawiono następujące wymagania:

1) możliwość uzyskania kontrolowanego momentu skręcającego i zginającego równocześnie w dowolnym stosunku wzajemnym, przy czym stosunek ten musi być stały przez cały czas obciążenia próbki od zera do wartości maksymalnej;

2) możliwość uzyskania zapisu automatycznego przebiegu próby.

Skonstruowana przez autora skręcarko-zginarka spełnia obydwie te żądania na następującej drodze:

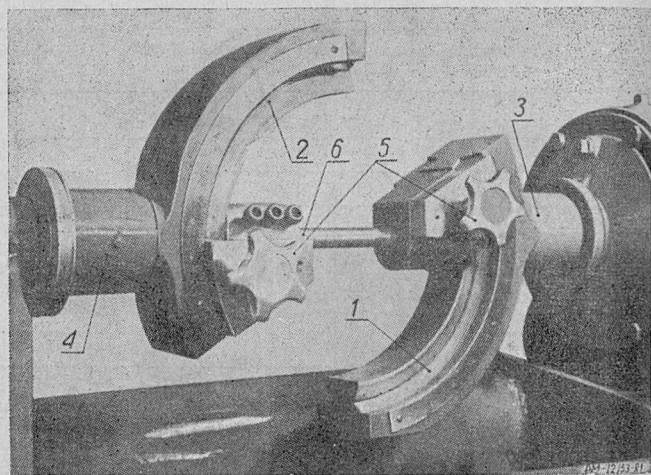
Możność uzyskania kontrolowanego momentu skręcającego i zginającego równocześnie w żądanych wielkościach osiągnięto

1) Przez stan plastyczności chcemy rozumieć takie zachowanie się materiału, które przy obciążeniu wywoła, jako niebezpieczną granicę wytrzymałościową, granicę plastyczności w formie fizycznej lub umownej czyli odkształcenia trwale niedopuszczalnej wielkości.

2) Przez stan kruchości natomiast — takie zachowanie się materiału, które spowoduje powstawanie złomu bez uprzednich odkształceń trwałych, lub też odkształcenia trwale występują w tak małej wielkości, że dla celów praktycznych można je pominąć.

przez zastosowanie uchwytów półkolistych przedstawionych na rys. 1 i 2.

Uchwyty półkoliste 1 i 2 połączone są, jeden z częścią napędową skręcarko-zginarki 3, drugi z częścią pomiarową 4, przy czym zmontowane są w ten sposób, że krzywizny ich stanowią fragmenty tego samego koła. Dzięki temu uchwyty właściwe 5 razem z próbką 6 zajmować mogą położenie dowolnej średnicy w tym kole. Uchwyt napędowy 1 można obracać w stosunku do uchwytu pomiarowego 2 dookoła ich wspólnej osi napędowo-pomiarowej i wywoływać zatem moment, którego wektor moment $\bar{M}$ leżeć będzie zawsze w tej osi. Oś próbki 6 pokrywa się z osią napędowo-pomiarową aparatury. Dla tego przy-



Rys. 1. Widok głowicy skręcarko-zginarki.

padku oczywiście próbka poddana jest czystemu skręcaniu momentem $M_s = \bar{M}$.

Schemat na rys. 3 przedstawia próbkę zamocowaną pod kątem α w stosunku do osi napędowo-pomiarowej aparatu. Jeżeli rozpatrujemy przekrój prostopadły do osi próbki, to moment $\bar{M}$ możemy rozłożyć na momenty składowe; w kierunku prostopadłym do przekroju (kierunek osi próbki) i kierunek leżący w płaszczyźnie przekroju (prostopadły do osi próbki).

Rzut momentu $\bar{M}$ na kierunek osi próbki wynosić będzie $\bar{M} \cos \alpha$ i jest tą częścią momentu $\bar{M}$, która powoduje skręcanie próbki

$$M_s = \bar{M} \cos \alpha$$

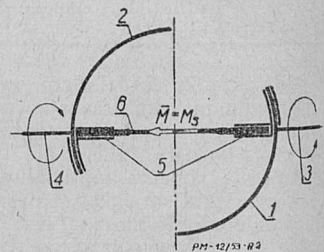
Rzut momentu $\bar{M}$ na płaszczyznę przekroju wyniesie $\bar{M} \sin \alpha$. Rzut ten jest składową momentu $\bar{M}$, powodującą czyste zginanie próbki

$$M_g = \bar{M} \sin \alpha$$

Stosunek momentu gnącego do momentu skręcającego

$$\frac{M_g}{M_s} = \frac{\bar{M} \sin \alpha}{\bar{M} \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

Wynika z tego, że zarówno wielkość momentu skręcającego M_s jak i gnącego M_g jest wprost proporcjonalna do momentu $\bar{M}$, gdy kąt α podczas całej próby jest stały. Stosunek momentu gnącego M_g do momentu skręcającego M_s jest niezależny od wielkości momentu $\bar{M}$, a zależy tylko od kąta α . Ze względu



Rys. 2. Schemat głowicy, próbka zamocowana współosiowo z głowicą.

PRZEGLĄD BIBLIOGRAFICZNY MECHANIKI

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODEK DOKUMENTACJI

CENTRALNEGO BIURA KONSTRUKCJI URZĄDZEŃ BUDOWLANYCH

DODATEK DO MIESIĘCZNIKA „PRZEGLĄD MECHANICZNY”

ROCZNIK 4

WARSZAWA — MAJ 1953

NR 5

A — DŹWIGI

- 26* A1 621.87:539.411.5 16
GOMIELLA S. P., IWANCZENKO F. K.: Dynamiczne obciążenia mechanizmów dźwignic. „Dinamicheskie nagruzki”. Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 6, czerw. 52, s. 11; A4, 7,5 str., 2 rys., 4 wyk., 2 tabl., 7 poz. bibl. — Oprócz statycznych i dynamicznych obciążeń podczas pracy dźwigni występują obciążenia wahałami na skutek elastyczności elementów łącznych (sprężyn, wałów itp.). Rozpatrzono działanie obciążeń podczas ruchu i hamowania z obciążeniem i bez obciążenia. Wprowadzono konieczne do obliczeń wzory.
- 27* A1/B1 658.28 16
VIERLING A.: Współczesne zagadnienia techniki transportu wewnętrznego. „Gegenwartsfragen der Foerbertechnik”. Z. V D I, t. 94, Nr 6, luty 52, s. 153; A4, 5 str., 5 fot., 4 rys., 4 schem., 1 wyk., 1 tabl., 7 poz. bibl. — Omówiono zagadnienia organizacji produkcji w powiązaniu z zagadnieniem transportu wewnętrznego. Podano przykłady nowoczesnych konstrukcji elementów dźwigni i transporterów.
- 28* A2 621.873:621.436:621.313.13 16
ASZURKOW A. A. i in.: Spalinowo-elektryczny dźwig kolejowy SK-25. „Dizelektriceskij železnodorožnyj kran SK-25”. Mechaniz. trudoj. Rabot, t. 6, Nr 4, kw. 52, s. 25; A4, 3,5 str., 4 fot., 1 rys. — Samojedźny, wielosilnikowy dźwig kolejowy o udźwigu 25 ton przy wysokości słupa 10 m, a 15 ton przy 25 m. Omówienie głównych mechanizmów, schemat ich rozmieszczenia, dane techniczne.
- 29* A2 621.863 16
WOŁODIENKOW F. I.: Terenowa dźwigarka W.L.-3. „Wiediechnodnaja lebiodka W.L.-3”. Mechaniz. trudoj. Rabot, t. 6, Nr 10, paźdz. 52, s. 25; A4, 2,5 str., 3 fot., 1 tabl. — Przy pomocy dźwigarki terenowej W.L.-3 mechanizuje się początkowe procesy spławu drzewa. Dźwigarka W.L.-3 stanowi pływający traktor, którego konstrukcja części opiera się na bazie traktora KT-12. Dźwigarka posiada benzynowy silnik LSS-5, o mocy 73 KM przy 2.200 obr/min. Jest on umieszczony wraz z przekładnią traktora i 3-tonową, 2-bębnową dźwigarką spychacza w wodoszczelnym korpusie. Spychacz umocowany na czole dźwigarki służy do zgarniania rozrzuconego po brzegu drzewa. Dźwigarka zaopatrzona jest w gaszenie i śrubę okrętową, których napędy można włączać oddzielnie lub jednocześnie. Siła pociągowa na dźwigarce 3.000 kg, a na haku — 6.000 kg. Szybkość jazdy wynosi na lądzie od 2,5 do 15 km/godz., na wodzie do 9 km/godz. Długość dźwigarki terenowej W.L.-3 wynosi 8.000 mm, szer. 3.100 mm, wys. 3.160 mm, ciężar 10,6 t. Podano przykłady typowych robót za pomocą dźwigarki oraz dostrzeżone w praktyce błędy konstrukcyjne.
- 30* A2 621.865:621.866.12 16
Ręczna wciągarka-podnośnik. „Manual aand winching machine”. Engineering, t. 174, Nr 4320, paźdz. 52, s. 359; 36×27 cm, 0,5 str., 1 fot., 2 rys. — Opisano bezbębnową ręczną wciągarkę-podnośnik linowy. Podano jej wymiary, ciężar i zdolności robocze. Dokładne rysunki konstrukcyjne wyjaśniają zasadę budowy i działania.
- 31* A2 629.114.4:621.869 16
Urządzenia do samozaładowywania samochodu. „Hercules Load/N-Gate”. Flow, t. 7, Nr 7, kw. 52, s. 90; A4, 0,5 str., 1 fot., 1 rys. — Dla ułatwienia załadunku samochodu ciężarowego z tyłu samochodu umieszczony jest hydrauliczny dźwig platformowy. Podnosi on ładunek z poziomu jezdni na poziom skrzyni samochodu, tak że załadunek sprowadza się jedynie do przetaczania (bez podnoszenia).
- 32* A2/L3 621.863 16
LEPIENCOW P. A.: Obsługa wciągarek TL-3. „O tiehniczeskim obslužiwani lebiodok TL-3”. Lesn. Promyszl., t. 12, Nr 4, kw. 52, s. 20; A4, 1,5 str. — Trójbębnowe wciągarki TL-3 znajdują szerokie zastosowanie przy eksploatacji lasów. Mechanizmy proste. Obsługa wciągarek i poszczególnych zespołów przy odpowiedniej konserwacji i profilaktycznych remontach zapewnia dużą wydajność, bezawaryjność i długotrwałość użytkowania.
- 33* A4 621.873.003 16
IWANOW B. W.: Próby eksploatacji 10-tonowych żurawi bramowych. „Opyt eksploatacji 10-tonnyh portalnyh kranow”. Mechaniz. trudoj. Rabot, t. 6, Nr 7, lipiec 52, s. 55; A4, 3,5 str., 3 fot., 2 rys. — Produkcja nowych (1950 r.) żurawi o udźwigu 10 ton, typ TY-724. Dokładna charakterystyka. Opis konstrukcji. Wyniki rocznego stosowania żurawia TY-724 przy budowie kanału Wołga-Don wykazują wyższość typu TY-724 nad innymi. Konstrukcja bramy żurawia. Schemat kinematyczny napędu. Wskazówki dla dalszej produkcji.
- 34* A4 621.873 16
ŁOZANSKI W. R.: Stateczność żurawi wieżowych. „Obiezpieżenie ustojczivosti baszennyh kranow”. Mechaniz. Stroit., t. 9, Nr 8, sier. 52, s. 27; A4, 2,5 str., 2 rys. — Artykuły Abramowicza i Kogana w Nr 4 i 12 „Mechanizacji Stroitelstwa” z r. 1951, omawiające stateczność żurawi wieżowych, niedostatecznie wyjaśniają zagadnienie bezpieczeństwa pracy. Autor omawia czynniki określające stateczność tych żurawi; przyrząd kontrolujący siłę wiatru i pochylenie żurawia. Wnioski.
- 35* A4 621.873 16
SURENIAN G. S., ŁABOW A. G.: Żuraw kroczący. „Szagajuszczij kran”. Mechaniz. trudoj. Rabot, t. 6, czerw. 52, s. 29; A4, 5 str., 3 fot., 4 rys. — Omówienie i opis konstrukcji w szczególności mechanizmu kroczącego. Charakterystyka techniczna zawiera dane liczbowe i omówienie różnic schematu kinematycznego w porównaniu z innymi kroczącymi maszynami. Mechanizm podnoszenia się żurawia z piętra na piętro. Rozmaitość zastosowań zwłaszcza w budownictwie; główne zalety żurawia kroczącego.
- 36* A4 621.873 16
16 chwytających urządzeń żurawia. „16 ways to handle materials with „Lorain”. Flow, t. 7, kw. 52, s. 40; A4, 1 str., 1 fot., 16 rys. — Podano przegląd wyposażenia chwytającego żurawia „Lorain”, urządzenia do podnoszenia materiałów sypkich, ciężkich przedmiotów pojedynczych, kontenerów. Podano najważniejsze zastosowania poszczególnych haków i chwytaków.
- 37* A4 621.873.3:629.119.4 16
20-tonowy żuraw na samochodzie. „Lorry-mounted 20-ton crane”. Engineering, t. 174, Nr 4525, paźdz. 52, s. 519; 36×27 cm, 0,5 str., 2 fot. — Podano opis techniczny 20-tonowego żurawia obrotowego, ustawionego na podwoziu samochodu ciężarowego Leyland. Żuraw posiada wysięg 10 m. Dokładne dane odnośnie wymiarów żurawia i jego możliwości roboczych.
- 38* A4 621.873.3/4:621.874 16
Samomontujący się szynowy żuraw wieżowy. „Self-erecting tower-crane”. Engineering, t. 174, Nr 4513, lip. 52, s. 125; 36×27 cm, 3,5 str., 3 fot. — Podano dokładny opis konstrukcji, montażu bez użycia urządzeń pomocniczych oraz działania żurawia wieżowego produkcji szwajcarskiej. Dane odnośnie zakresu pracy przy różnych wysięgach. Wyposażenie. Zastosowania specjalne.
- 39* A4/C3 621.873:621.879 16
Żurawie samojedźne i koparki: cz. 1. „Power cranes and shovels: part I”. Flow, t. 7, kw. 52, Nr 7, s. 60; A4, 9 str., 13 fot., 29 rys. — Omówiono typy, elementy składowe, zastosowanie żurawi samojedźnych i koparek. Rozważono zasadnicze wymiary decydujące o ich zakresie pracy. Opisano zastosowanie żurawi

A — DŹWIGI c. d.

i koparek przy użyciu różnorodnego wyposażenia specjalnego. Artykuł jest przeglądem żuraw samojedźnych i koparek.

B — URZĄDZENIA PRZENOŚNIKOWE

40* B1 621.86/7+656.225 16

16 sposobów załadowywania materiałów sypkich z hałd. „16 ways to handle bulk material in the yard“. Flow, t. 7, Nr 9, czerw. 52, s. 70; A4, 4 str., 16 fot. — Omówiono załadowywanie samochodów, wagonów kolejowych, statków materiałami sypkimi za pomocą przenośników taśmowych, koparek łyżkowych, chwytakowych, wielokubkowych itp. Artykuł może być pomocą w opracowaniu załadunku materiałów sypkich z hałd.

41* B1 621.86/7:658.28 16

24 sposoby transportu materiałów sypkich w fabryce. „24 ways to handle bulk materials in the plant“. Flow, t. 7, Nr 9, czerw. 52, s. 64; A4, 6 str., 24 fot. — Omówiono różne sposoby transportu wewnętrznego materiałów sypkich w zakładach przemysłowych, takich jak: cementownie, cukrownie itp. tj. tam, gdzie istnieje transport materiałów sypkich na wielką skalę. Artykuł może być pomocą w opracowaniu transportu wewnętrznego w w/w zakładach.

42* B1 658.281:621.86 16

Transport pomiędzy maszynami. „Handling between machines“. Flow, t. 7, Nr 10, lip. 52, s. 55; A4, 5 str., 24 fot. — Omówiono w pytaniach i przykładach zasady właściwego międzyoperacyjnego transportu w zakładzie przemysłowym. Zwrócono uwagę na drobne zwiększenie czasów transportu dające się łatwo wyeliminować, co w skali ogólnej przy produkcji masowej daje poważne różnice kosztów własnych wytwarzania.

43* B1/B2 621.86:629.1—44 16

Transport przedmiotów o dużym ciężarze i długości. „Transport of huge loads“. Flow, t. 7, Nr 5, luty 52, s. 53; A4, 0,5 str., 1 fot. — Opisano transport skrzydła samolotowego superfortecy B-36 przy użyciu specjalnego wózka z urządzeniem widłowym umieszczonym z boku. Wózek ten może się również nadawać do przewożenia innych przedmiotów o podobnym kształcie.

44* B1/N 621.798 16

Czy używasz właściwego kontenera.... „Are you using the right container....“ Flow, t. 7, Nr 12, wrzes. 52, s. 60; A4, 6,5 str., 23 fot. 1 tabl. — Rozważono zastosowanie właściwego kontenera pod względem materiału, z jakiego jest wykonany, konstrukcji oraz rodzaju środków transportowych, którymi dany kontener ma być przemieszczony. Przykłady konstrukcji kontenerów dla różnych celów.

45* B1/N 621-758:656.073.235 16

Higieniczne przechowywanie materiałów sypkich w kontenerach. „Bulk material clean in portable bins (Portable)“. Flow, t. 7, Nr 9, czerw. 52, s. 74; A4, 2 str., 3 fot. — Zastosowanie specjalnych, b. szczelnych kontenerów do transportu materiałów sypkich przemysłu spożywczego i farmaceutycznego. Jednoczesne ułatwienie przeładunku i ewentualnego magazynowania.

46* B2 621.867.3 16

Samoczynne urządzenia przenośnikowe do drobnych części. „Automatic dispatch system for small parts“. Flow, t. 7, Nr 10, lip. 52, s. 62; A4, 2 str., 6 fot. — Omówiono urządzenia przenośnikowe do zaopatrywania 23 punktów na hali fabrycznej w drobną armaturę. Przenośnik kubekowy szynowy, typu podsufitowego o napędzie łańcuchowym. Za pociśnięciem odpowiedniego guzika kubek przenośnika skierowany jest do właściwego punktu na hali, gdzie jest samoczynnie rozładowywany.

47* B2 621.867.07.002.52 16

Urządzenia ulepszające transport podsufitowy. „Specialised attachments can make overhead handling equipment more versatile“. Flow, t. 7, Nr 10, lip. 52, s. 64; A4, 7 str., 22 fot., 9 rys. — Dokonano przeglądu wszelkich urządzeń ułatwiających transport wewnętrzny, którego podstawowym elementem są przenośniki podsufitowe. Podano zastosowania specjalnych chwytaków, haków, pasów, łańcuchów itp. sprzętu. Zastosowanie chwytaków magnetycznych. Zalecenia stosowania poszczególnych urządzeń w zależności od kształtu i rodzaju transportowanego materiału.

48* B2/K1 622.647.2/5:622.33 16

SAMOJLJUK N. D.: Przenośniki SKT-6 dla transportu węgla w chodnikach o cienkich pokładach. „Konwiejery SKT-6 dla dostawki uгля w лавах тонких пластов“. Mechaniz. trudoj. Rabot, t. 6, Nr 4, kw. 52, s. 9; A4, 4 str., 5 rys., 1 tabl. — Pomyślne zastosowanie przenośnika SKT-6. Omówienie konstrukcji. Typy pochodne: SKT2-6M i SKT3-6. Charakterystyki techniczne. Wyniki zastosowania. Schematy i opisy elementów konstrukcji. Wydajność przeciętna 25—40 t/godz.

49* B2/K1 658.28:662.6 16

Urządzenie załadunkowe do węgla, koksu i popiołu. „Mechanical handling plant for coal, coke and ash“. Mechan. Handl., t. 39, Nr 5, maj 52, s. 202; A4, 2 str., 3 fot., 1 rys. — Omówiono urządzenia transportu wewnętrznego węgla i koksu w siłowniach: przenośniki taśmowe, szynowe podwieszane oraz zmechanizowany rozładunek silosów. Podano dane techniczne wydajności tych urządzeń.

50 B21 658.28:620.4 16

BAILEY L.: Transport wewnętrzny węgla w siłowni West Ham „B“. „Coal handling at West Ham „B“ power station“. Mechan. Handl., t. 39, Nr 5, maj 52, s. 191; A4, 5 str., 8 fot., 2 rys. — Omówiono transport wewnętrzny węgla w siłowni West Ham „B“ o mocy 180.000 kW. Podano schematy sytuacyjne układu przenośników taśmowych oraz dane techniczne tych przenośników. Zastosowanie suwnic bramowych nad placami składowymi węgla. Powiązanie suwnic bramowych z przenośnikami taśmowymi. Wydajność transportowa całości urządzeń w West Ham „B“ — 2.000 ton dziennie.

51* B3 658.5:621.86 16

KÖTHER F.: Racjonalizacja produkcji przemysłowej dzięki bezszynowemu transportowi wewnętrznemu. „Rationalisierung der industriellen Erzeugung durch gleislose Flurfoerderung“. Z. V D I, t. 94, Nr 26, wrzes. 52, s. 880; A4, 0,5 str. — Podkreślono brak właściwego zrozumienia u kierownictwa fabryk dla znaczenia dobrze zorganizowanego, mechanicznego transportu wewnętrznego na terenie zakładu przemysłowego. Podano przykłady kalkulacji kosztów wytwarzania — udziału kosztów transportu wewnętrznego w Ameryce i w Europie.

52* B3 621.867.006.5:658.28 16

SCHULTZ H. L.: Transport w wąskich odgałęzieniach magazynów. „Stacking in narrow aisles“. Flow, t. 7, Nr 11, sierp. 52, s. 56; A4, 2 str., 4 fot. — Omówiono 4 przykłady urządzeń do transportu wewnętrznego na terenie magazynów. Przypadki układania na półkach b. długich i ciężkich przedmiotów, przy jednoczesnym b. wąskim dostępie (wąskie przejście między półkami). Podano opis i fotografie specjalnych urządzeń dźwigowych używanych do tego celu.

53* B-3/L3 621.867.4:674 16

ŁUKJANCZIKOW S.: Przenośnik śrubowy do załadunku drzewa. „Wintowej briwnopogruzczik“. Lesn. Promysl, t. 12, Nr 2, luty 52, s. 15; A4, 1,5 str., 2 fot., 1 rys. — Przenośnik śrubowy do załadunku drzewa. Rysunek konstrukcyjny, charakterystyka techniczna. Osiągnięta w czasie badań wydajność 120 m³ na 8 godz. da się zwiększyć o 50%. Zużycie energii elektrycznej 0,2 kWh na 1 m³ załadowanego drzewa. Szerokie zastosowanie. Produkcja seryjna.

54* B4 691.52:656.225:621.879.22 16

KOLKIER I. A.: Ładowanie żwiru na wagony kolejowe za pomocą koparek. „Ekskawatornaja pogruzka szcebniia w żelazodoroznyje wagony“. Mechaniz. Stroit., t. 8, Nr 1, styc. 52, s. 28; A4, 1 str., 1 tabl. — Pomyślne wyniki dało zastosowanie koparki łyżkowej przy ładowaniu żwiru na wagony. Dalsze podniesienie wydajności dzięki powiększeniu pojemności łyżki o około 44% przez przypawanie odpowiedniej blachy. Skrócenie cyklu załadowniczego przez umiejętne prowadzenie ładowania — opisy. Tablica porównawcza kolejnych operacji dla kilku koparek i różnych sposobów obsługi.

55* B4/C3 621.879:335 16

UMNIAGIN M. G., SZUPIER A. S.: Technologia wykonania koparek kroczących przeznaczonych dla budownictwa komunizmu. „Technologie izgotowlieniia szgajuszczich ekskawatorow dla strojek kommunizma“. Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 6, czerw. 52, s. 3; A4, 8 str., 10 fot., 5 rys. — Podano charakterystyczne dane koparki kroczącej o pojemności chwytaka 4 m³. Opisano sposób opracowania technologicznego części tej koparki.

B — URZĄDZENIA PRZENOŚNIKOWE c. d.

przeprowadzonego jednocześnie z konstruowaniem samej koparki i wyliczono dodatnie strony tego rodzaju współpracy pomiędzy technologami i konstruktorami. Szczegółowo opisano sposób wykonania trudniejszych części i podano fotografie przyrządów obróbkowych.

C — MASZyny I SPRZĘT BUDOWLANY

56* C1 621.292.002.5 16

KIRIN W. W.: Próba wprowadzenia hydromechanizacji w warunkach zimowych przy budowie kujbyszewskiej elektrowni wodnej. „Opyt wnedrienija hidromechanizacii w zimnich uslovijach na kujbyszewhidrostroja”. *Mechaniz. trud. Rabot.*, t. 6, Nr 5, maj 52, s. 5; A4, 7 str., 10 fot., 2 rys., 1 tabl. — Zastosowanie hydromechanizacji przy pracach ziemnych powiększa wydajność pracy, obniża koszty, przede wszystkim w okresie zimowym. Wydobywanie ziemi. Tunele. Utrzymanie urobku w stanie niezamarzniętym. Eksploatacja sprzętu hydromechanizacji. Hydrotransport. Wydajność prac. Potężne pompy błotne.

57* C1 656.225:621.869 16

KAZARINOW W. M., LEMBERG A. E.: Przyspieszyć wyładunek sypkich materiałów z platform kolejowych. „Uskorit razgruzku sypkich materialow s zhelieznodoroznykh platform”. *Mechaniz. trud. Rabot.*, t. 6, Nr 6, czerw. 52, s. 39, A4, 5 str., 7 rys. — Artykuł ma na celu zwrócenie uwagi inżynierów i techników na ważność sprawy jak najszybszego uruchomienia seryjnej produkcji urządzeń wyładawczych dla sypkich materiałów, gdyż wyładunek tych materiałów zabiera 25% godzin roboczych całej budowy. Podano opis dotychczas stosowanych urządzeń wyładawczych i wyciągnięto wnioski jak właściwie powinien wyglądać nowoprojektowany skład i obsługujące go urządzenia wyładawcze.

58* C1 061.3:625.08 16

Kongres i wystawa maszyn do robót publicznych. „Public works congress and exhibition”. *Engineering.*, t. 174, Nr 4529, list. 52, s. 626, 632; 36 × 27 cm, 3,5 str., 8 fot. — Omówiono dalsze typy silników wysokopiętnych używanych przy robotach publicznych, o mocach 40 i 80 KM. Podano opis przewoźnej wieży kafarowej oraz lekkiej baby kafarowej, spalinowej, typu rurowego (ciężar części uderzającej ok. 150 kG). Omówiono konstrukcję i charakterystykę pracy koparek f-my Priestman Hull, o pojemnościach łyżki 0,3 i 0,4 m³. Opisy wystawionych betoniarek.

59* C1 061.3:625.08 16

Kongres i wystawa maszyn do robót publicznych. „Public works congress and exhibition”. *Engineering.*, t. 174, Nr 4527, s. 568, 573; 36 × 27 cm, 3 str., 6 fot. — Omówiono program londyńskiego kongresu i zakres wystawianego sprzętu: ciągniki przemysłowe, ciężkie równiarki, sprzęt kafarowy, żurawie, nowoczesne silniki wysokopiętne oraz ubrania ochronne dla robotników. Spośród wystawionych eksponatów omówiono dokładnie ładowarkę o pojemności kosza ok. 0,5 m³, 40-konny silnik wysokopiętny Browna, 50-litrową betoniarkę kielichową i przewoźny żuraw Neel o udźwigu 6 t.

60* C2 624.154/5.001.5 16

BARKAN.: Doświadczenia przy zagłębianiu w grunt pali, prętów i rur. „Eksperimentalnye issledowanija pogruženija w grunt swaj, szpunta i trub”. *Mechaniz. Stroit.*, t. 9, Nr 10, list. 52, s. 19; A4, 4 str., 1 fot., 4 wyk., 1 tabl. — Wibratory do zagłębiania prętów stosuje się od r. 1949. Wibrator BT-5 przeważnie używany do pograżania prętów. Liczne wady poprzedniego spowodowały konieczność wypuszczenia wibratora BR-12. Charakterystyka techniczna; badania w różnych gruntach przy zagłębianiu prętów metalowych, pali i rur. Współczynniki, wykresy, tablica. Artykuł dyskusyjny.

61* C3 621-231.323 16

COŁOŁO F. L., Zabezpieczenie łańcuchów czerpakowych przed spadaniem. „Ustranienje sbrasywanja czerpakowych cepiej na ziemsniaradach”. *Rieczn. Transp.*, t. 12, marz. 52, Nr 3, s. 46; A4, 0,5 str., 3 rys. — W pogłębiarkach czerpakowych na skutek elementarnych błędów konstrukcyjnych spadają łańcuchy czerpaków, co powoduje uszkodzenia tych ostatnich. Zapobiega się spadaniu przez odpowiednie ukształtowanie i umieszczenie

nakładek kierujących, wykonanych ze stali manganowej lub nawęglanej. Rysunki.

62* C4 621.879 16

FIODOROW Je. P.: Równiarka przyczepna D-20B typ ciężki. „Pricepnoj griedier tiazolawo tipa D-20B”. *Mechaniz. Stroit.*, t. 9, Nr 10, list. 52, s. 29; A4, 1 str., 1 fot. — Zalety równiarki D-20 spowodowały dwukrotną jej modernizację przez Briański Zakład Maszyn Drogowych w celu przystosowania jej do różnych prac. Równiarka typu D-20B. Omówienie wprowadzonych zmian. Dążenie Zakładu do przedłużenia trwałości równiarki. Fachowa obsługa techniczna i oliwienie zabezpiecza poszczególne części przed nadmiernym zużyciem.

63* C4 621.879.16:621.863:621.313.13 16

KOCZNIEW W. I., WAJSBORD M. A.: Mechaniczna zgarniarka ze sterowaniem na odległość. „Mechaniceskaja lopata s distancionnym uprawleniem”. *Rieczn. Transp.*, t. 12, Nr 4, lip.-sierp. 52, s. 30; A4, 2 str., 3 rys. — Opis konstrukcji, sposobu działania i zastosowania mechanicznej zgarniarki; jest to wciągarka sprzężona z silnikiem elektrycznym, a na linowo połączonym koszu-łyżce lub zgarniaku wmontowano włącznik uruchamiający silnik. Moc silnika 2,7 kW, szybkość posuwu 0,84 m/sek. Zastosowanie i duża wydajność w magazynach i przy przeladunku materiałów sypkich.

64* C6 625.08:534.232 16

MANUJŁOW Ju. G.: Wibrator głębokościowy do betonu D-190. „Maszina dla glubokawo wibrirowanija ciementobietona D-190”. *Mechaniz. Stroit.*, t. 9, Nr 7, lip. 52, s. 16; A4, 2,5 str., 1 fot., 2 rys. — Samojedny wibrator głębokościowy do betonu D-190, produkcji zakładu Ministerstwa Budownictwa i Maszyn Drogowych w Mikołajewie, przeznaczony do równomiernego zagęszczania 40 cm warstwy betonu; szerokość robocza 7 m. Wibrator stanowi uzupełnienie zespołu maszyn do budowy nawierzchni betonowych. Charakterystyka techniczna, konstrukcja, technologia pracy.

65* C6 534.232:693.5 16

WOZNIESIENSKIJ B. N.: Teoria wibratorów wewnętrznych w zastosowaniu do betonu. „Woprosy teorii wnutriennich wibratorow dla betona”. *Mechaniz. Stroit.*, t. 9, list. 52, Nr 10, s. 11; A4, 4 str., 6 rys., 1 tabl. — Teoria wibratorów. Swobodne drgania wibratora w powietrzu. Drgania w wypadku zastosowania siły pobudzającej poza środkiem ciężkości wrzeciona. Obliczenie teoretyczne i doświadczalne stałej K. Wibro-wrzciono z kilkoma mimośrodami. Wzory, rysunki, tablica.

66* C8 625.7.002.5 16

LEGIEJDA A. I., NIEMIROWSKIJ E. I.: Komplet maszyn do budowy nawierzchni betonowych. „Komplekt maszin dla ustrojstwa cementobetonnykh doroznykh pokrytij”. *Mechaniz. trud. Rabot.*, t. 6, Nr 5, maj 52, s. 26; A4, 5 str., 7 fot., 3 rys. — Omówienie współczesnych radzieckich maszyn do mechanicznej budowy nawierzchni betonowych w kolejności ich zastosowania. Wszystkie przejezdne na specjalnych szynach, napęd silnikiem spalinowym. Przejezdny układacz szyn. Maszyna profilująca. Maszyna rozprowadzająca beton. Wibrowanie i wygładzanie nawierzchni. Przyczepy do przewożenia maszyn. Dane liczbowe.

67* C8 625.08:621.43 16

PRUSSAK B. J.: Spalinowe walce drogowe D-178A i D-178B. „Motornyje katki D-178A i D-178B”. *Mechaniz. Stroit.*, t. 9, Nr 1, s. 20; A4, 1,5 str., 2 fot., 1 tabl. — Nowe typy ciężkich (10–14 t) radzieckich walców drogowych typu tandem. Dwukolowy (D-178A) i trzykolowy (D-178B). Wprowadzone ulepszenia; dokładne charakterystyki obu typów. Typ D-178B zapewnia otrzymanie nawierzchni bez pośladowań i nierówności.

68* C8 625.084:534.232 16

Walce wibracyjne firmy „Stothert Pitt”. „Les rouleaux vibrants Stothert Pitt”. *Rev. gen. Routes Paris*, t. 22, Nr 247, sierp. 52, s. 70; A4, 1 str., 1 fot. — Walec wibracyjny dzięki wibracji ok. 4500 drgań/min. łączy w sobie korzyści wynikające z wibracji z korzyściami jakie daje normalny walec i umożliwia umacnianie ziemi nie tylko na powierzchni, lecz i na znacznej głębokości. W artykule podano opis walców wibracyjnych firmy „Stothert i Pitt” produkowanych w dwu wykonaniach, jako walec wibracyjny samojedny i jako walec wibracyjny ciągniony. Waga własna ok. 330 kg dla samojednego i 1500 kg dla ciągnionego.

H — TABOR I SPRZĘT KOLEJOWY

- 69* H5 629.114.2.011. 42/43 16
 ANDERSON T.: Uproszczone przetwarzanie wagonów towarowych. „Simplified freight car moving“. Flow, t. 7, Nr 10, lip. 52, s. 112; A4, 2,5 str., 6 fot. — Specjalny wózek o czterech kołach szynowych i czterech kołach ogumionych może się poruszać po drodze i po szynach. Zestaw osi ogumionych, ustawiony prostopadłe do zestawu szynowego jest ruchomy w kierunku pionowym. Wózek zatem może podjechać do odpowiedniego toru, opuścić się nań i, jadąc już po szynach, ciągnąć lub popychać wagon towarowy (np. z bocznicy pod rampę).

- 70* H5 625.15:621.33 16
 Elektryczne urządzenie linowe do przetwarzania wagonów. „Lo-hed car puller“. Flow, t. 7, Nr 6, marz. 52, s. 37; A4, 1 str., 1 fot. — Urządzenie to jest przymocowane do stałego fundamentu przy torze bocznicy kolejowej. Silnik elektryczny napędza poprzez przekładnię zębatą bęben liniowy, na którym przewija się od 3 do 4 zwoi liny, ciągnącej przetwarzany wagon. Zacisk wsłepny liny na bębnie pociągowym uzyskuje się przez ręczne naciągnięcie liny.

N — KONSTRUKCJE ŻELAZNE I RÓŻNE KONSTRUKCJE

- 71* N 656.225:622.33 16
 BIERIEZIN B. W., MAMON F. D.: Wyładunek węgla na obrotowych wywrotnicach wagonowych. „Razgruzka ugla iz wagonow krugowym wagonooprokidywatelem“. Mechaniz. trud. Rabot, t. 6, Nr 5, maj 52, s. 41; A4, 2,5 str., 3 rys. — Wywrotnica wagonowa napędzana silnikiem elektr. o mocy 100 kW. Wyładowanie ok. 15—20 wagonów na godzinę. Schemat i opis działania. Poprawienie wad konstrukcji na podstawie wniosków wyciągniętych z obserwacji pracującego urządzenia. Wydajność. Dane liczbowe.

- 72* N 621.981.2:621.86.065.3 16
 POPOW G. D.: Zwijarka do lin. „Stanok dla smatyanja kanatow w buchtie“. Lesn. Promyszl., t. 12, Nr 5, maj 52, s. 22; A4, 2 str., 1 fot., 2 rys. — Dwubębnowe zelektryfikowane stanowisko do nawijania lin o różnych średnicach, zarówno metalowych jak i konopnych. Opis konstrukcji z rysunkami. Wydajność przy nawijaniu lin o średnicy 30 mm wynosi 7110 m.

- 73* N 629.114.4:621.869 16
 KARAJANOW J. N.: Samochód samowyładowujący uproszczonej konstrukcji. „Awto-samoswal uproszczonnoj konstrukcii“. Mechaniz. trud. Rabot, t. 6, Nr 5, maj 52, s. 34; A4, 1/2 str., 1 rys. — Samochód ciężarowy ZIS-5 z przekonstruowaną skrzynią. Proste zmiany konstrukcyjne umożliwiają szybkie wyładowanie bez pomocy obsługi. Pomysł oparty na zasadzie działania siły bezwładności. Ulepszony samochód nadaje się przede wszystkim dla materiałów sypkich.

- 74* N 624.3(494.322.5) 16
 KOLLROS W.: Przesunięcie mostu dworcowego na rzece Aarze w Olten. „Die Verschiebung der Bahnhofbruecke ueber die Aare

in Olten“. Schweiz. Bauztg., t. 70, Nr 21, maj 52, s. 301; A4, 3,5 str., 4 fot., 7 rys. — Ze względu na budowę nowego mostu na miejscu starego zaistniała konieczność przesunięcia starego mostu o ca. 25 m. Podano opis oraz rysunki i fotografie konstrukcji palowej i stalowej, przy pomocy której dokonano przesunięcia mostu. Wstrzymanie ruchu kołowego z powodu przesuwania mostu trwało 14 godzin.

- 75* N 656.212.7:656.01 16
 Rampa kolejowa o regulowanej wysokości. „New Product No 170: Two way loading ramps“. Flow t. 7, Nr 6, marz. 52, s. 39; A4, 0,5 str., 1 fot. — Wysokość rampy kolejowej nie zawsze jest równa wysokości, na jakiej znajduje się podłoga wagonu towarowego. Urządzenie hydrauliczne podnosi lub opuszcza zawieszony na zawiasach brzeg rampy — ustawia go na równi z podłogą wagonu. Umożliwia to przejazd wózka z rampy do wagonu po utworzonej pochylni.

- 76* 621.11.012.57 16
 WIERNIKOW I. S.: Zależność zagłębiania się gąsienic ciągników od szybkości jazdy. „Zawisimost osadki gusienicznego traktora w grunt ot skorosti jego dwizienja“. Awtom. Promysl., Nr 6, czerw. 52, s. 19; A4, 2 str., — Podano zależności pomiędzy prędkością jazdy i głębokością zapadania gąsienic w grunt. Wyliczono szybkości, poniżej których zapadanie przestaje być funkcją szybkości i poparto obliczenia wynikami pomiarów laboratoryjnych.

- 77* 620.17.001.6 16
 PEPPLER W.: Próba jako podstawa konstrukcji prawidłowych ze względu na naprężenia. „Der Versuch als Grundlage beanspruchungsgerechter konstruktionen“. Z. V. D. I. Nr 26, wrzes. 52, s. 873; A4, 6 str., 12 rys., 3 fot. — Badania doświadczalne poszczególnych elementów i całych konstrukcji stanowią podporę dla konstruktora przy obliczeniach i projektowaniu. W wielu konstrukcjach przy układach statycznie niewyznaczalnych — siły i momenty można o wiele pewniej ustalić na drodze doświadczalnej niż rachunkowej. Autor omawia cały szereg sposobów wyznaczania eksperymentalnego sił zewnętrznych i momentów na konkretnych przykładach. Poza tym omawia sposoby wyznaczania naprężeń w tym i naprężeń miejscowych, przez pomiary wydłużenia, jak również sposób wyznaczania rozkładu sił na drodze optycznej przy zastosowaniu modelu badanej części, wykonanego z przezroczystego nieczułego na histerezę materiału.

- 78* 621.879.22 16
 SOBOLEW W. P., MAGNITOW A. I.: O racjonalnym doborze urządzeń do kopania ziemi na dużych hydrotechnicznych budowach. „O racjonalnom podborie zemlierojnowo oborudowanja na krupnych gidrotechničeskich stroitelstwach“. Mechaniz. trud. Rabot, t. 6, Nr 5, maj 52, s. 20; A4, 3,5 str., 4 rys., 2 tabl. — Szeroka produkcja maszyn ziemnych zmusza do każdego razowego doboru najodpowiedniejszej. Koszt wydobywania 1 m³ ziemi. Inne wskaźniki ułatwiające właściwy dobór. Schematy różnych sposobów prac ziemnych (kopanie kanałów). Wykresy — różna głębokość kanału a koszt wydobywania i wydobycie; porównanie różnych metod. Tablice porównawcze — różne maszyny.

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.

na to, że uchwyty półkoliste umożliwiają dowolne ustawienie próbki pod kątami α od 0° do 90° , stosunek M_g/M_1 wynosić może od 0 do ∞ .

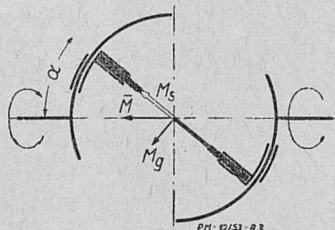
Rysunek 4 przedstawia drugie z kolei krańcowe ustawienie próbki w uchwytach. W przypadku tym $\alpha = 90^\circ$, $M_s = 0$, $M_g = \bar{M}$. Próbkę na całej swej długości poddana jest czystemu zginaniu.

Rys. 5 przedstawia skrucarko-zginarkę wykonaną w Laboratorium Wytrzymałości Materiałów Konstrukcyjnych Politechniki Wrocławskiej.

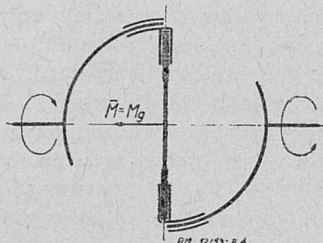
Korpus skrucarko-zginarki został wykonany z rur i kształtowników, jako konstrukcja spawana. Półkoliste uchwyty napędowe napędzane ręcznie przez przekładnię ślimakową o przełożeniu 1:100. Półkoliste uchwyty pomiarowe połączone z uchylną dźwignią wykonaną tak, aby przy zdjętych obciążnikach dźwigni wraz z uchwytem półkolistym i uchwytem właściwym mogła być całkowicie wyważona za pomocą dodatkowych ciężarów wyważających. Obciążniki (ciężary) zastosowano takie, aby zarówno wyważających. Obciążniki (ciężary) zastosowano takie, otrzymać zakresy siłowe momentu $\bar{M}$ skrucarko-zginarki równe 4; 16 i 32 kGm. Po-

miar momentu $\bar{M}$ następuje na drodze pomiaru kąta wychylenia dźwigni pomiarowej z położenia pionowego. Obrót dźwigni powoduje, poprzez przełożenie dźwigniowe ze ślizgaczem, obrót wskazówki siłomierza, wywzorcowanego wprost w wartościach kGm momentu $\bar{M}$. Skala równomierna. Działka elementarna dla zakresu $0 \div 4$ kGm — 0,025 kGm, dla zakresu $0 \div 16$ kGm — 0,1 kGm, dla zakresu $0 \div 32$ kGm — 0,2 kGm.

Wykres skrucarko-zginania powstaje w ten sposób, że rysik posuwając się wzdłuż tworzącej bębna (niewidocznego na rysunku) ruchem zsynchronizowanym ze wskaźnikami siłomierza,

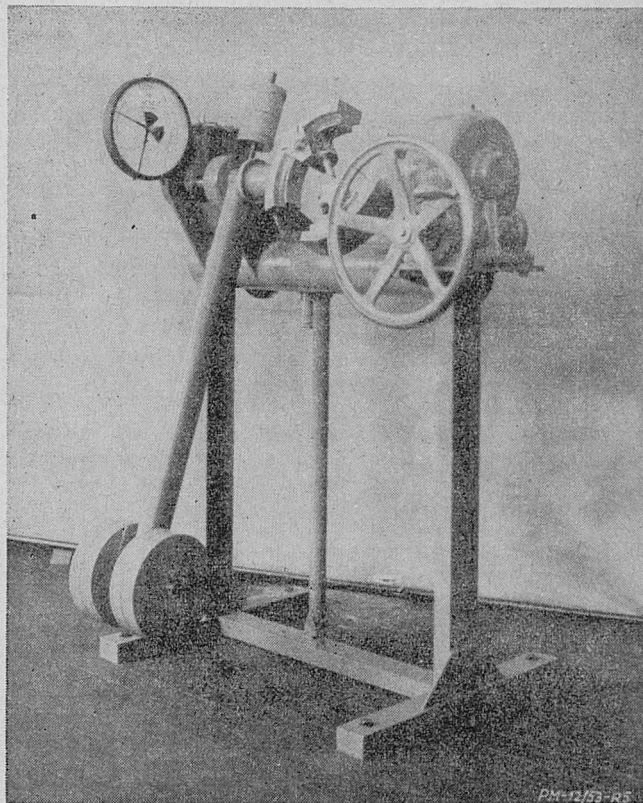


Rys. 3. Schemat głowicy; próbka tworzy kąt $\alpha < 90^\circ$ z osią głowicy.



Rys. 4. Schemat głowicy; próbka tworzy kąt $\alpha = 90^\circ$ z osią głowicy.

rejestruje wartość momentu $\bar{M}$. Bęben obraca linka proporcjonalnie do różnicy kąta wychylenia uchwyty napędowego i pomiarowego. Umożliwia to na powstałym wykresie uchwycenie odcinka proporcjonalności odkształceń do naprężeń, jak również ustalenie wartości momentu $\bar{M}$ odpowiadającej umownej granicy plastyczności.



Rys. 5. Widok ogólny skrucarko-zginarki.

W ten sposób spełniono wymagania dla uzyskania dowolnego stałego stosunku momentu gnącego do momentu skrucającego i wymagania rejestracji automatycznej wykresu skrucarko-zginania.

Podstawy oceny gładkości powierzchni (dokończenie)

7. Współzależność układów tolerancji i gładkości

W układach tolerancji średnic i wymiarów kątowych zakłada się [15], że:

- a) powierzchnie nie są geometrycznie ściśle i równoległe (błędy kształtu i równoległości, falistość H_f);
- b) powierzchnie są odpowiednio gładko obrabiane (ograniczona chropowatość powierzchni $h_c = H$).

Na błędy liniowe przeznaczają się ok. 60%, zaś na błędy kształtu — 40% tolerancji wymiaru T (mm), gdzie

$$T = a \sqrt[3]{D} \text{ (mm)} \quad [8]$$

$$\text{przy czym } H_f + h_c \approx (0,1 - 0,05) \cdot T \quad [9]$$

Układ klas gładkości według projektu PN powinien obejmować po kilka klas tolerancji średnic i tolerancji odchyłek kątowych ze względu na wpływ wymiarów (średnic, powierzchni, płaszczyzn).

Dla jednolitości i należytego powiązania 16 klasom dokładności średnic (PN/N-1) i 16 klasom odchyłek kątowych powierzchni według [15] może odpowiadać tyleż klas gładkości powierzchni o 4 grupach średnic (wymiarów), tabl. I PN/N1.

Mgr inż. STANISŁAW RYTWINSKI

8. Pomiary parametru „ h_{50} ”

Metoda wyznaczania podstawowego parametru chropowatości powierzchni — „wysokości nośnej profilu h_{50} ”, omówiona w p. 2 na podstawie rys. 6 oraz wzoru [5], jak i sposób wyznaczania „50% linii nośnej profilu” (rys. 8) wymagają bliższego omówienia.

a. Metody laboratoryjne

Na podstawie licznych pomiarów mikronierówności powierzchni metali obrabianych skrawaniem można przyjąć stosunek skoku z żłobka powierzchniowych chropowatości do całkowitej głębokości (wysokości profilu) żłobka H znacznie większym od jedności: $s/H \gg 1$.

$$\text{Średnia doświadczalna } s/H = 5 \div 100. \quad [10a]$$

Dla powierzchni toczonych, struganych otrzymuje się (rys. 11)

$$h_c = \frac{s^2}{8 \cdot r}$$

a stąd

$$\frac{s}{h_c} = \frac{8 \cdot r}{s} \quad [10b]$$

Analogicznie dla powierzchni frezowanych „walcem“ (rys. 12)

$$\frac{s}{h_c} = \frac{4 \cdot D}{s} \quad [10c]$$

Zakładając dla powierzchni gładko toczonej posuw $s = 0,1$ mm i 1 mm oraz promień ostrza $r = 0,6$ mm z wzoru [10b] otrzymamy:

$$s/h_c = 48 \text{ oraz } 4,8.$$

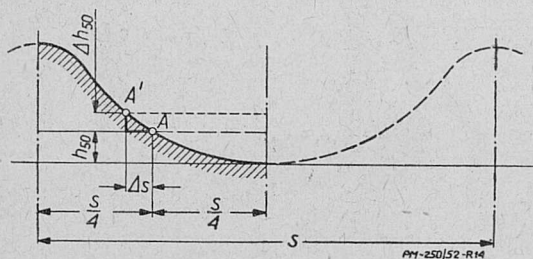
Dla powierzchni frezowanych frezem walcowym o średnicy $D = 100$ mm posuwami $s = 1$ mm oraz $s = 5$ mm otrzymujemy z wzoru [10c]

$$s/h_c = 400 \text{ oraz } 80.$$

Zakładając błąd odczytu wymiaru „posuwu“ $\Delta s = 1$ H ≈ 1 h_c otrzymuje się znacznie mniejszy błąd wyznaczenia wysokości, Δh_{50} .

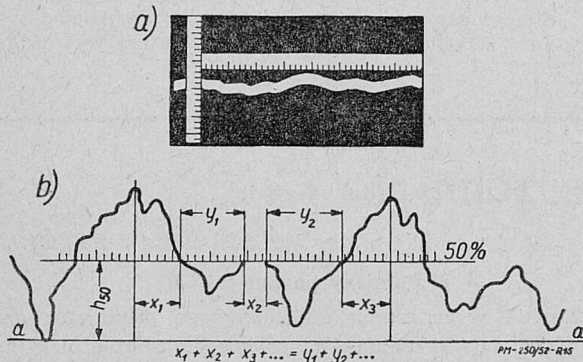
Zgodnie z rys. 14 oraz wzorem [10a] otrzymamy na wielkość błędu wyznaczania wysokości profilu np. dla „50% linii nośnej profilu“ związek:

$$\Delta h_{50} \leq 0,2 \cdot H \quad [11]$$



Rys. 14. Wyznaczenie błędu Δh_{50}

a) Wyznaczanie „50% linii nośnej profilu“ (rys. 15) na profilogramie powierzchni o dużej skali powiększenia wymaga jedynie przesuwania równoległe do linii podstawowej $a-a$ linijki z podziałką milimetrową.



Rys. 15. Uproszczony pomiar 50% linii nośnej profilu oraz wysokości nośnej h_{50}

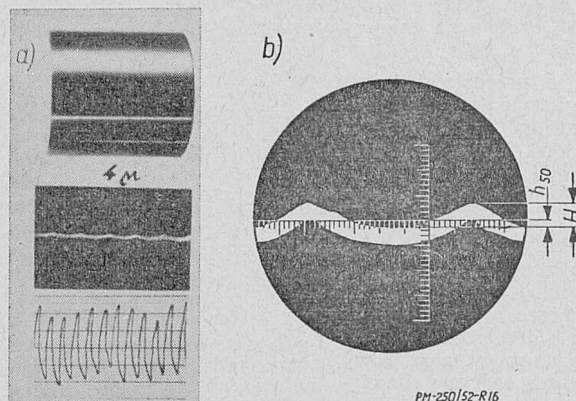
b) Wyznaczanie h_{50} powierzchni o małej chropowatości, jak na rys. 16a, osiąga się drogą stosowania dodatkowego powiększenia skali obrazu (rys. 16b). Zaopatrzenie lupy, ewentualnie mikroskopu pomiarowego w okular z podziałką i mikrometrem (rys. 16b), ułatwia bezpośredni odczyt wysokości nośnej profilu h_{50} .

b. Metoda warsztatowa

Powierzchnia w miejscu badanym zostaje wygładzana pilnikiem karborundowym lub diamentowym stopniowo dla osiągnięcia przy pomocy mikroskopu Dreyhaupts-Mechau odczytu, dającego „50% powierzchnię nośną“ (rys. 17). Dokonany w tymże miejscu kolejny odczyt gładkościomierzem np. W. B. daje w wyniku (rys. 16) $H = h_{50}$.

Gładkościomierz, dającego bezpośrednio odczyt h_{50} dotychczas nie zbudowano, bo i sama metoda o c e n y

gładkości powierzchni na podstawie parametru h_{50} bodajże w światowej literaturze technicznej nie była omawiana [16], [17], [19] i młodszej generacji techników polskich — nie jest znana.



Rys. 16. Metoda odczytu h_{50} na powiększonym obrazie profilu gładkich powierzchni (fot-a przesłana przez A. Sadowskiego [16a])

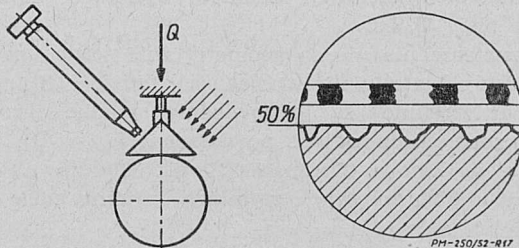
9. Względne jednostki miary chropowatości powierzchni

Nierówności powierzchniowe (fale, chropowatość, rysy, pęknięcia) oceniamy dotychczas przez pomiar wysokości wgłębień i podziałki — skoku w mikronach (μ) lub w mikrocalach (Anglosasi). Jest to pomiar w bezwzględnych jednostkach miary. Były i są obecnie rozważane względne jednostki oceny jakości powierzchni. Autor już przy opracowywaniu projektu normy gładkości PWU — 38 brał pod uwagę możliwość oceniania gładkości powierzchni jednostką względną

$$h_{50}^1 = 1 \mu \quad \text{przy } H_{sr}^1 = 3,3 \mu,$$

opartej na umownym wzorcu gładkości, otrzymywanym przy toczeniu stali nierdzewnej diamentem o promieniu zaokrąglenia ostrza $r = 0,1$ mm, posuwem $s_1 = 0,06$ mm.

Chropowatość powierzchni o $H > 3 \mu$ daje się wyznaczyć jako wielokrotność jednostkowego, podstawowego wzorca, w oparciu o układ wzorców granicznych — nawet wzrokowo i dotykiem. Przemysł precyzyjny interesuje się obecnie technologią wytwarzania i oceny gładkości powierzchni o $H \leq 3 \div 0,05$ mikrona. Taką chropowatość winna posiadać gładz tłoków i tulei cylindrowych szybkoobrotowych silników spalinowych i pomp, wrzeciona i tuleje łożyskowe, ślizgowe, łożyska toczne, tłoczki i tuleje wtryskiwaczy paliwa, urządzeń hydraulicznego stero-



Rys. 17. Metoda Mechau—Dreyhaupt, pomiar 50% powierzchni nośnej.

wania w obrabiarkach, sprawdziany itp. Do takich pomiarów stały się niezbędne gładkościomierze, wyznaczające

$$h_{50} = 1 \div 0,02 \mu.$$

Dla pomiaru chropowatości takich powierzchni zaproponował Philips [18] względną jednostkę chropowatości 1 ru⁵ równą 1 ru = $H_{sr}^1 = 0,0254 \mu$ (mikrona) = 10^{-6}

⁵) 1 ru, die Einheit der Rauigkeit.

cała. Powierzchnie gładkie i bardzo gładkie dzieli Philips na 4 grupy.

Symbol grupy	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽	▽▽▽▽▽
chropowość bezwzględna	$H_{sr} = 3,175 \mu$	$0,8108 \mu$	$0,2032 \mu$	$0,0508 \mu$
chropowość względna	$H_{sr}^x = 125 \text{ ru}$	32 ru	8 ru	2 ru

Kontrola urządzeń pomiarowych wymaga ustalenia „geometrycznej normali” [19] w formie naciętej diamentem ryski (-ek) na szklanej płytce pomiarowej o głębokości = wysokości rowka o promieniu $R \geq r$ igły i wymiarze

$$H_{sr} \cong 0,35 \mu$$

a przy naszych założeniach

$$h_{50}^x = 0,1 \mu$$

Dla pomiaru chropowości poniżej 1μ odpadają gładkościomierze optyczne. Jak wynika z pomiarów *L. Hermana*, pomiary stykowe profilografami *Leitz — Forstera*, *Brusha*, *Tylisurf* zawodzą dla żłobków o rozwarości mniejszej od promienia ostrza ($r_{min} = 2 \mu$). Taster-czujnik musi przenikać do dna żłobka. Do tego celu nadają się czujniki wykorzystujące opór wypływu gazów (*Trentini*, *M. Polański*), zmiany intensywności odbitego światła, prążki interferencyjne (*Linnik*); — mikroskop elektronowy (*Bosch*).

10. Wnioski

Podstawy oceny gładkości powierzchni, użyte w pierwszych normach krajów przodujących w technice, podlegają już rewizji. Poszukiwany miernik, mono-parametr chropowości (H_{sk} , H_p), oparty na koncepcji „wyrównania nierówności” powierzchni drogą zapewniania wgłębień profilu pod linią zerową — środkową linią profilu, można — zdaniem autora — osiągnąć skuteczniej na drodze zgładzania nierówności, położonych wyżej linii podstawowej profilu. Stąd pomysł autora, zastosowany do pierwszej normy gładkości powierzchni polskiego przemysłu uzbrojeniowego (1933 — 1938), polecający jako podstawowy parametr chropowości h_{50} , wyrażający średnie odległości „50% linii nośnej profilu” (przestrzennie: warstwic o 50% powierzchni nośnej) od linii podstawowej.

Zdaniem autora, w myśl przedstawionych w tekście argumentów parament „wysokość nośna profilu h_{50} ” skutecznie charakteryzuje powierzchnie, otrzymywane odmiennymi zabiegami wytwórczymi jako podstawa oceny i porównania ich jakości.

W koncepcji autora parametr „całkowita średnia wysokość profilu H^x ” oraz „współczynnik kształtu profilu h_{50}/H^x ” spełniają rolę pomocniczą, lecz są niezbędne dla

dokładniejszej oceny jakości porównywanych powierzchni o odmiennym ukształtowaniu.

Dla oceny jakości powierzchni o tej samej strukturze powierzchni (toczone, strugane, frezowane walcowo, przeciągane, dłutowane) wysokość nośna profilu h_{50} jest wystarczającym monoparametrem chropowości powierzchni.

Parametr „całkowita średnia wysokość H_{sr} ”, wprowadzony jako podstawa klasyfikacyjna jeszcze przez *prof. Schmaltza* do normy niemieckiej (DIN 4762) wymagał uzupełnienia parametrami dodatkowymi (DIN 7183): 1 — wielkość wygładzenia $G = H - h_1$; 2 — stopień wypełnienia profilu $k_w = h_1 : H$; [16]; 3 — stopień wgłębienia profilu $k_g = G : H$; 4 — udział nośny profilu $L_n = \Sigma l : L$ itp.

Tenże parametr H_{sr} został wprowadzony do normy GOST — 2789 — 51 obok pierwotnego H_{sk} , oraz jako podstawowy w projekcie Komisji Gładkości PKN, [16]. Na taki „nawrót” nie bardzo wskazywały wyniki prac w Związku Radzieckim, w szczególności *P. E. Diaczenki*, twórcy pierwszej normy GOST — 2789 — 45, [17].

LITERATURA

1. *Inż. Stan. Szulc* — Gładkość powierzchni. Przegląd Mehan. 1948 Nr I i 4/5
2. *Prof. inż. W. Biernawski i inż. Andr. Sadowski* — Pomiary gładkości powierzchni. Przegląd Mehan. 1949, Nr 4—5—6, str. 109
3. *K.T.N. M. Lewin* — Kontaktny metod izmierienia mikrogeometrii powierzchni — 1950 r.
4. *Prof. G. Schmaltz* — Beitrag zur Normung der Oberflächenbeschaffenheit, Werkstatttechnik Nr II 1937 r.
5. *Dr G. Schikorr* — Die Zersetzungserscheinungen der Metalle 1943.
6. *Prof. G. A. Aparin i prof. dr. t. n. J. E. Gorodecki* — Dopuski i techniczskie izmierenia — 1950 r.
7. *Dr Ing. W. Bieling* — Systematische Prüfung der Zerspanbarkeit, Werkstatttechnik der Betrieb 1944, nr 5
8. *Dipl. Ing. A. Forster* — Profilmessung von Oberflächen W. Techn. 1944/5 str. 125
9. *Inż. J. Kaczmarek* — Powierzchnia szorstka czy gładka. Horyz. Techn. 1950 nr 12
10. *Inż. mech. St. Rytwiński* — Jakość powierzchni. Jednostka miary. Prace P.W.U. 1939 (w druku) oraz referat w Komisji Warsztat. Zjazd S.I.M.P. we Lwowie 1939.
11. *Prof. inż. W. Biernawski* — Znaczenie gładkości powierzchni i własności warstwy podpowierzchniowej w budownictwie maszynowym. Wiadomości P.K.N. Z. 5/1952.
12. *Prof. W. Biernawski, inż. A. Sadowski* — Klasyfikacja i oznaczenia gładkości powierzchni W.P.K.N. 5/52.
13. *Dr M. Halaunbrenner* — Tarcie a gładkość powierzchni W.P.K.N. 5/52.
14. *Prof. inż. St. Szulc* — Projekt polskiej normy gładkości na tle norm zagranicznych. Uwagi o projekcie normy terminologii struktury powierzchni. Wiad. PKN, Z 5/52.
15. *Prof. dr inż. W. Moszyński* — W sprawie tolerowania wymiarów katowych. Przegląd Mechniczny 1951, Nr 3.
16. *Mgr inż. A. Sadowski I.O. i N.* — Gładkość powierzchni i sposoby jej pomiaru P.W.T. 1952.
- 16a. *Mgr inż. A. Sadowski* — Opinia o artykule XII — 1952.
17. *P. E. Diaczenko, W. F. Wainsztajn, B. M. Lewin, E. S. Berkowicz i F. S. Kolomincewa* — Sowremiennyje pribory dla izmierienia nerownostej powierzchnosti dietalej maszin. A. N. CCCP.
18. *Dr Ing A. Heiss* — Die Messgeräte auf der Technischen Messe Hannover 1952 Werkstatttechnik u. Maschinenbau, 1/1952, 280.
19. *Obering. L. Herman* — Zweckmäßige Wahl u. Einsatz von Oberflächenmessgeräten Werkstatt u. Maschinenbau, 1/1952, S. 32.

Zarządzenie Przewodniczącego Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego z dn. 6 lutego 1953 r. w sprawie ograniczenia stosowania niklu i soli niklowych

Wymienione zarządzenie wprowadza z dniem 1 lipca 1953 r. zakaz stosowania niklu i soli niklowych do powłok ochronnych i uszlachetniających.

Przy produkcji przedmiotów, które nikluje się ze względów zdobniczych i przeciwkorozyjnych zamiast niklowania należy stosować inne metody ochronne jak: wszelkiego rodzaju malowanie i lakierowanie, oksydowanie i fosfatyzowanie (parkeryzowanie, bonderyzowanie) oraz glinowanie dyfuzyjne. W razie konieczności powłoki metalowej należy stosować galwaniczne cynkowanie, mosiądźowanie, ołowienie lub chromowanie (bez podkładu niklu). Metody te wyliczone są w kolejności w jakiej za-

leca się je stosować ze względu na stopień deficytowości metali.

Zakaz nie dotyczy wyrobów przeznaczonych na eksport, części przewodzących i kontaktujących aparatury elektrycznej, pomiarowej i przekątnikowej niskiego napięcia oraz kopii pozytywów przy wyrobie płyt gramofonowych.

W uzasadnionych przypadkach Centralny Urząd Gospodarki Materialowej na wniosek właściwego ministerstwa może zezwolić na czasowe lub stałe stosowanie powłok niklowych i przy wyrobie innych przedmiotów.

Głębokie tłoczenie bez użycia pierścieni ciągowych

621.983.3

Inż.-mech. WŁODZIMIERZ DĘBSKI

Artykuł omawia nową metodę głębokiego tłoczenia polegającą na zastosowaniu poduszki gumowej z regulowanym ciśnieniem olejowym w miejsce stalowego pierścienia ciągowego. W części początkowej autor analizuje wady obecnie stosowanej metody. Następnie opisuje konstrukcję przyrządu do głębokiego tłoczenia bez użycia pierścieni ciągowych, nadającego się do zainstalowania na każdej prasie hydraulicznej. W części końcowej omawia zalety nowego procesu głębokiego tłoczenia.

Technika głębokiego tłoczenia doszła w chwili obecnej do wysokiej doskonałości tak, że na dotychczasowej drodze nie należy się spodziewać dalszych rewelacyjnych osiągnięć. Niemniej obecny proces głębokiego tłoczenia, polegający na współpracy stempla z pierścieniem ciągowym, ma poważne wady, które w tym stanie rzeczy uniemożliwiają dalszy postęp.

W większości przypadków jeden zespół narzędzi do głębokiego tłoczenia można zastosować tylko do wykonania serii jednej określonej części; część inna, nawet mało różniąca się kształtem czy też wymiarami, wymaga wykonania nowych narzędzi. Wysokie wymagania wymiarowe stawiane tym ostatnim podrażają ich wykonanie, czyli opłacają się one jedynie przy seryjnej produkcji części głębokotłoczonych.

W metodzie stosowanej obecnie formowany materiał przeciągany jest pomiędzy stemplem i pierścieniem ciągowym. Powoduje to, pomimo polerowanych powierzchni narzędzi, powstawanie drobnych rys i zadrapań na powierzchni tłoczonych części. Części, od których wymagamy wysokiej gładkości powierzchni, muszą być po procesie tłoczenia poddane dodatkowym operacjom, usuwającym tę wadę.

Zdolność formującą narzędzia określa się zazwyczaj stopniem przeformowania $\beta = \frac{D}{d}$; gdzie D — średnica krążka wyjściowego, d — średnica tłoczzonej miseczki.

Metodą tą można normalnie uzyskać przeformowanie rzędu $\beta = 2 \div 2,5$, nawet przy bardzo dobrze tłoczliwych materiałach. Osiągnięcie większych stopni przeformowania jest możliwe jedynie przy specjalnej staranności; i w tym jednak przypadku rzadko osiąga się przeformowanie większe od 3. Na przeszkodzie temu stoi sam charakter wad obecnego procesu głębokiego tłoczenia.

Z wycinka krążka poddanego głębokiemu tłoczeniu formuje się prostokąt. Odształcenia plastyczne zwiększają się bliżej obwodu krążka. Dzięki temu materiał posiada tendencję do fałdowania się. Zapobiega się temu przez silne dociśnięcie krążka wyjściowego do powierzchni pierścienia ciągowego przy pomocy dociskacza. Optymalny docisk jednostkowy nie powinien być stały w czasie procesu głębokiego tłoczenia, lecz winien się zmieniać, przy czym przebieg krzywej docisku w funkcji drogi stempla winien być dostosowany do wymagań odpowiedniej części tłoczzonej.

Docisk najczęściej osiąga się przy pomocy sprężyn ewentualnie urządzeń pneumatycznych lub hydraulicznych. Urządzenia te nie pozwalają jednak na zmianę docisku o charakterze odpowiadającym optymalnym warunkom, wymaganym przy formowaniu części. Ponadto pierścień ciągowy posiada promień zaokrąglenia, na którym przegina się tłoczony materiał. Optymalne warunki głębokiego tłoczenia można by otrzymać w przypadku możliwości zmiany promienia pierścienia ciągowego, co jednak jest niewykonalne.

Daiszą wadą obecnej metody jest to, że naprężenia rozrywające i zginające koncentrują się na krawędzi ciągnącej stempla. W rezultacie próby zwiększenia stopnia przeformowania kończą się naderwaniem denka.

Zastosowanie metody głębokiego tłoczenia w obecnej formie jest stosunkowo wąskie. Najlepiej nadaje się do formowania części prostych, cylindrycznych. Części o kształtach bardziej skomplikowanych wymagają zastosowania większej ilości operacji, co podraża niewspółmiernie ich produkcję. Wszystkie części o powierzchniach zbieżnych, stożkowych, są bardzo trudne do formowania, co zmniejsza zakres zastosowania metody.

Części formowane metodą głębokiego tłoczenia wymagają dodatkowej operacji wykańczającej. Brzeży są nierównomiernie postrzępione i konieczne jest ich obcięcie.

Wszystkie próby wyeliminowania tych wad procesu nie dały zadowalających wyników, gdyż opierając się na współpracy stempla ze stalowym pierścieniem ciągowym, nie możemy usunąć niedomagań, które leżą u podstaw obecnej metody.

W ostatnich latach opracowano nową metodę głębokiego tłoczenia, po której należy spodziewać się dużego kroku naprzód w dotychczasowych osiągnięciach na tym polu.

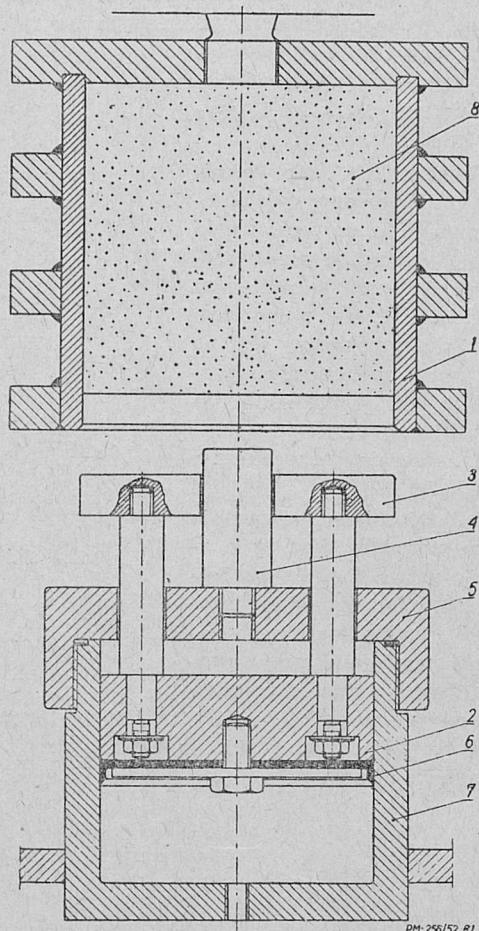
Główną innowacją jest zupełne usunięcie pierścienia ciągowego i zastąpienie go sprężystą poduszką gumową. Zasadę nowej metody najlepiej wyjaśni schemat odpowiedniego przyrządu skonstruowanego przez autora w Instytucie Obróbki Plastycznej w Poznaniu.

Do płyty górnej prasy przymocowane jest gniazdko 1 ze sprężystą poduszką gumową 8. Na stole prasy znajduje się przyrząd hydrauliczny, do którego doprowadza się olej pod odpowiednim ciśnieniem.

W stadium początkowym olej doprowadzony do cylindra przyrządu wypycha do góry tłok 2, który poprzez 6 kolumnienek unosi dociskacz 3 do momentu wyrównania poziomu jego górnej powierzchni z górną płaszczyzną nieruchomego stempla formującego, ustalonego w pokrywie przyrządu. Krążek wyjściowy kładzie się na gładkiej powierzchni płyty dociskacza.

Ruch prasy w dół powoduje zamknięcie gniazda poduszki gumowej przez płytę dociskacza i następnie powstanie ciśnienia w gumie. W tym momencie krążek wyjściowy znajduje się pomiędzy gumą i płytą dociskacza. Z chwilą zwiększenia się nacisku prasy do wielkości większej od parcia oleju na tłok 2, przy dalszym ruchu płyty górnej prasy w dół, płyta dociskacza wraz z tłokiem 2, również otrzymuje ruch w tym samym kierunku. Olej wtedy jest wytłaczany z cylindra przyrządu na zewnątrz. Ten ruch płyty dociskacza odsłania nieruchomy stempel, który zagłębia się w gumę i formuje tłoczną część. Ciśnienie gumy dociska formowaną część do powierzchni stempla nadając jej dokładny kształt. Po osiągnięciu wymaganej głębokości tłoczenia ruch płyty

górnej prasy w górę powoduje wysuwanie się stempla z gumy wraz z wytłoczoną częścią. Jednocześnie ciśnienie oleju w cylindrze przyrządu unosi do góry płytę dociskacza i zdejmuje uformowaną część ze stempla, na tym kończy się jeden cykl pracy urządzenia.



Rys. 1. Schemat przyrządu do głębokiego tłoczenia bez użycia pierścienia ciągowego; 1 — gniazdo poduszki gumowej, 2 — tłok przyrządu hydraulicznego, 3 — dociskacz, 4 — stempel, 5 — pokrywa przyrządu hydraulicznego, 6 — uszczelka skórzana, 7 — cylinder przyrządu hydraulicznego, 8 — blok gumy.

Zalety tej metody są bardzo poważne. Przede wszystkim osobne urządzenie regulujące pozwala dowolnie zmieniać ciśnienie oleju w cylindrze przyrządu w funkcji drogi formującej stempla. Wielkość ciśnienia regulowana jest przez założenia odpowiedniej krzywki. Daje to możliwość dobrania optymalnego docisku w ciągu całego procesu głębokiego tłoczenia.

Zastąpienie pierścienia ciągowego sprężystą poduszką gumową powoduje uzależnienie promienia wyginania blachy od ciśnienia panującego w gumie. Regulując więc ciśnienie można zmieniać wielkość promienia wyginania w ciągu całego procesu.

Ciśnienie w gumie zachowuje się podobnie jak w cieczy, a więc działa prostopadle do powierzchni stempla. Docisk formowanej blachy do stempla powoduje powstanie sił tarcia, które wybitnie zmniejszają niebezpieczne naprężenia na krawędzi stempla. Czynniki te pozwalają na znaczne zwiększenie stopni przeformowania w stosunku do metody opartej na współpracy stempla z pierścieniem ciągowym. Literatura podaje, że osiągnięte tą metodą stopnie przeformowania wynoszą $\beta = 3,5 \div 4$, a nawet w niektórych przypadkach osiągnięto stopień przeformowania $\beta = 5$.

Dalszą zaletą metody jest to, że jedną poduszką gumową można tłoczyć części o różnych kształtach. Nowa część wymaga wykonania tylko nowego stempla i nowego dociskacza, przy czym otwór w dociskaczu dla niezbyt cienkich blach nie potrzebuje być pasowany ze stemplem. W niektórych przypadkach wystarczy otwór wyciążony płomieniem acetylenowym.

Stempel w tej metodzie jest obciążony w dużo mniejszym stopniu, gdyż na nim nie przeciąga się materiału poprzez pierścień ciągowy. Dokładność wykonania uzyskuje się jedynie przez docisk blachy do stempla ciśnieniem w gumie. W rezultacie stemple nie konieczne muszą być wykonane ze stali; w wielu przypadkach, dla niezbyt dużych serii, w zupełności wystarcza stempel z odpowiednio wytrzymałej masy plastycznej.

Dalszym skutkiem wyeliminowania stalowego pierścienia ciągowego jest to, że powierzchnia zewnętrzna tłoczonych części, stykając się jedynie z gumą, nie jest w pełni narażona na porysowanie i zadrapania. Ten stan rzeczy umożliwia wykończenie powierzchni części tłoczonych w stadium krążka wyjściowego, co wybitnie upraszcza tę operację. Można formować części z blachy uprzednio chromowanej i polerowanej, nie uszkadzając powierzchni. Również tłoczono przedmioty z blachy malowanej odpowiednimi farbami (farba lotnicza), i w tym przypadku otrzymano dobrą powierzchnię gotowej części. Do formowania tą metodą wybitnie nadają się części wymagające wysokiego połysku, np. lustra do reflektorów.

Dodatkową operację obcięcia gotowej części można w tej metodzie wykonać jednocześnie z operacją głębokiego tłoczenia. Wystarczy w tym celu na obwodzie stempla wyźłobić rowek o ostrych krawędziach, lub też bez łagodnego przejścia zmniejszyć jego średnicę. Ciśnienie gumy spowoduje obcięcie w tym miejscu gotowej przetłoczki.

Części stożkowe, kuliste i o bardziej skomplikowanych kształtach, formują się tą metodą bardzo dobrze, przy czym ilość operacji w stosunku do starej metody można w niektórych przypadkach zmniejszyć 2 ÷ 3-krotnie.

Ciśnienie hydrauliczne stosowane w przyrządzie jest rzędu 0 ÷ 500 at zależnie od grubości tłoczonych blach. W niektórych przypadkach stosowano ciśnienie dochodzące do 1000 at.

Sam przyrząd jest stosunkowo prostej konstrukcji i nadaje się do zainstalowania na każdej prasie hydraulicznej. W przyszłości można by go dostosować także do pras mechanicznych. Przy szerszym zastosowaniu tej metody dogodnie będzie budować prasy z już wbudowanymi przyrządami do głębokiego tłoczenia bez użycia pierścienia ciągowych.

Jak widzimy zalety tej metody są ogromne tak, że znajdzie ona najszersze zastosowanie w naszym przemyśle.

Instytut Obróbki Plastycznej w Poznaniu przystąpił do wykonania zaprojektowanego przyrządu i w najbliższym czasie zacznie serię prób głębokiego tłoczenia. Wyniki badań zostaną opublikowane w następnym doniesieniu na ten temat.

LITERATURA

1. Uasin, Malikow — Sztampowka polych izdelij metalliczeskim puansom w rezinie. — *Awtomobilnaja Promyslennost* Nr 12. 1950.
2. Mc. Comb — New Forming Process Demonstrated — *Steel Processing* XXXVI Nr 2. — 1950.
3. R. B. Schulze — The Marform Process of Deep-drawing and Forming — *Machinery* t. 76, czerwiec 15 — 1950.
4. Fred Young — Deep Drawing with Rubber Dies — *Modern Metals* t. VII. Nr 4. — 1951.

Nowoczesne sposoby nitowania drobnych konstrukcji

Przy masowym nitowaniu drobnych części, stosowanych na przykład w wyrobach elektrotechnicznych, budowie aparatów fotograficznych i kinowych, maszyn do pisania itp., spotyka się nieraz wiele części łączonych przez nitowanie. Aby praca ta była ekonomiczna oraz dawała czyste i mocne połączenie, stosuje się dla nitów o średnicy od 0,5 ÷ 6 mm odpowiednie metody.

Są nimi:

- a) formowanie główki przy pomocy specjalnego nagłownika (nitowanie),
- b) formowanie główki przez rozwalcowanie.

Przy nitowaniu za pomocą nagłownika, a specjalnie przy nitowaniu mocnym, stosowane są

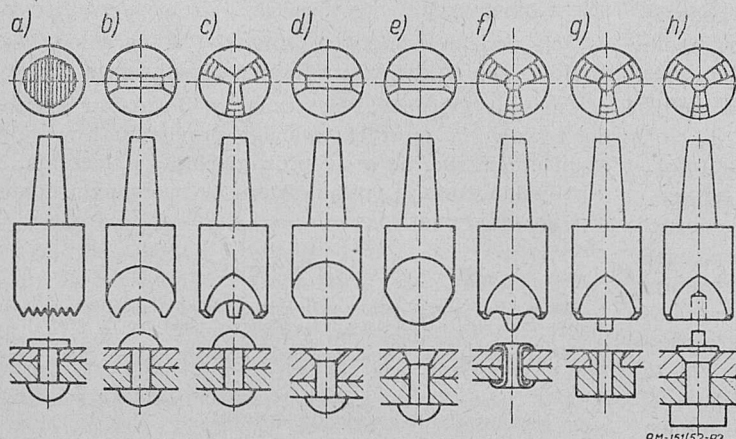
Rys. 1. Schemat mechanizmu mimośrodowego do nitowania.



urządzenia mechaniczne, działające na zasadzie dynamicznej. Odkształcenie sworznia nitu uzyskuje się przez szybko po sobie następujące uderzenia obracającego się przymusowo nagłownika, ruch którego powodowany jest najczęściej przy pomocy mechanizmu mimośrodowego, dającego 10 000 uderzeń na minutę. Schemat mechanizmu do nitowania tą metodą przedstawiony jest na rys. 1.

Czystość i trwałość nitowania zależy z jednej strony od materiału zastosowanego do nitowania, z drugiej, od użytych narzędzi. Jeżeli mamy otrzymać płaską główkę nitu, to wystarczy do tego nagłownik zakończony płasko, lub przy większych średnicach nitów z powierzchnią rowkowaną (rys. 2a).

Przy formowaniu nitu z główką półokrągłą użyty będzie nagłownik z wykończeniem odpowiadającym kształtowi i wymiarom główki nitu, jak pokazano na rys. 2b.



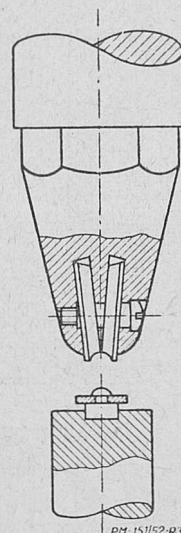
Rys. 2. Różne kształty głów nitów i odpowiadające im nagłowniki.

Dla materiałów twardszych stosuje się ten sam typ nagłownika, ale trój-, lub nawet czterodzielny (rys. 2c).

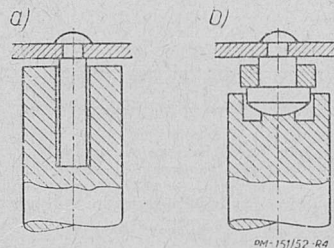
Dla nitów wpuszczanych normalnych należy stosować nagłownik o kształcie pokazanym na rys. 2d, natomiast przy kucie wpuszczania nitu 60° lepiej stosować nagłownik wg rys. 2e, z lekko wypukłym kowadełkiem.

Nity drażne, lub rurkowe, nituje się przy pomocy specjalnego nagłownika z czopem, dzięki czemu nie występuje zmniejszenie średnicy otworu w nicie oraz uzyskuje się lepsze połączenie. Nagłownik taki pokazany jest na rys. 2f. Celem zachowania otworu przelotowego w nicie lub nawet wystającego sworznia, stosuje się narzędzia, pokazane na rysunkach 2g i 2h.

Drugim sposobem nitowania drobnych wyrobów jest rozwalcowanie. W porównaniu z metodą poprzednią nitowanie odbywa się bez silnego hałasu, jaki występuje przy nitowaniu uderzeniowym, a połączenie jest równie dobre. Główna nitu jest tu formowana przez obracającą się z dużą szybkością parę rolek, umocowanych w uchwycie, jak pokazano na rys. 3.



Rys. 3. Konstrukcja nagłownika rolkowego do rozwalcowywania główek nitów.



Rys. 4. Podeszki dla nitów specjalnych; a — nitowanie czopa, b — nitowanie dźwigni obrotowej.

Pewną uwagę trzeba jeszcze poświęcić podszadkom stosowanym do podparcia nitu. Przykłady wykonania specjalnych podszadek pokazane są na rys. 4a i b. Muszą one zapewniać dobre podparcie nitu oraz unieruchamiać go współosiowo z nagłownikiem. Konstrukcja podszadzki powinna być taka, aby podparcie było dokonane na główce nitu, a nie na części łączącej. Ma to specjalne znaczenie, gdy nit spełnia rolę osi dźwigni, jak na rys. 4b.

Na podstawie art. „Feinnitungen“ — Werkstattstechnik und Betrieb — nr 3/1951, oprac. R. C.

TRYBUNA DYSKUSYJNA

Mgr inż. KAZIMIERZ HELLER

Szkolenie w dziedzinie techniki pomiarowej

Artykuł dyskutuje problem szkolenia pomiarowych kadr techników stopnia magisterskiego i inżynierskiego z punktu widzenia potrzeb przemysłu polskiego i specjalności w dziedzinie metrologii, mechaniki tzw. precyzyjnej czyli drobnej, kontroli przemysłu i automatyki. Dochodzi do wniosku o potrzebie utworzenia po jednym fakultecie dla każdego z dwóch stopni.

W Zeszycie 11 Przeglądu Mechanicznego z listopada 1952 r. ukazały się dwa artykuły prof. dr inż. S. Ziemy i dr inż. J. Obalskiego pt. „Znaczenie metrologii technicznej i mechaniki precyzyjnej w nowoczesnym przemyśle” i „Nowe dziedziny szkolenia technicznego”. Artykuły te omówiły problem szkolenia fachowców na stopniach inżynierskim i magisterskim dla potrzeb metrologii technicznej, mechaniki precyzyjnej, kontroli i automatyki. Poruszone w nich zagadnienia wymagają szerszej i dłuższej dyskusji, więc jako pomiarowiec pracujący od wielu lat w przemyśle chemicznym, częściowo i w elektrycznym, pragnę zabrać głos, aby zwrócić uwagę na niektóre ważne okoliczności.

Na wstępie zaznaczyć muszę, że wywody Autorów odnośnie istoty rzeczy, tj. odrębności wyżej wymienionych działów techniki od działów innych i wynikającej stąd potrzeby kształcenia techników wyżej wspomnianych stopni, a o odpowiednim „pokroju” umysłowym i z odpowiednim zapasem fachowych wiadomości, uważać należy za najzupełniej słuszne, tak, że dalsze omawianie tego problemu uważałbym raczej za zbędne. Natomiast przestudiowanie wymaga dopiero część druga drugiego artykułu, w której Autorowie nieco wyraźniej precyzują rodzaj inżynierów i magistrów potrzebnych naszemu przemysłowi i szkicują zarys przyszłego programu szkoleniowego.

Autorowie mówią w swych artykułach o czterech działach dziedziny omawianej tj.: 1) o metrologii technicznej, 2) o mechanice precyzyjnej, 3) o kontroli, 4) o automatyce. Proponuję określić całość obecnie nas interesującą jednym wspólnym mianem pomiarów przemysłowych (lub technicznych). Zastosowanie tej nazwy w naszym przypadku ma cel o wiele ważniejszy od czysto nomenklaturowego, pomoże ono bowiem oddzielić od siebie pewne pojęcia, zdaje mi się, nie należące do pomiarów i właściwie nie interesujące nas w poruszonym temacie. Metrologia techniczna i automatyka niewątpliwie wchodzi w zakres pomiarów technicznych — co do tego nie można mieć żadnych wątpliwości. To samo powiedzieć trzeba i o kontroli, o ile oczywiście pod tym słowem rozumiemy będziemy kontrolę techniczno-pomiarową, z wyłączeniem kontroli stale dokonywanej przez każde kierownictwo działów produkcyjnych, przez ruchowe laboratoria chemiczne itp. Odnośnie mechaniki precyzyjnej zauważyć należy: 1) że słowo „precyzyjna” jest niestety niefortunne, bo istnieją maszyny bardzo wielkie i równocześnie wykonywane nieraz z precyzją o wiele większą od przeciętnych przyrządów nawet pomiarowych, jak np. turbiny parowe. 2) Do tej mechaniki, nazwijmy ją tymczasowo „drobną”, należą bezspornie także takie gałęzie techniki jak wyrób wielu drobnych narzędzi warsztatowych, lekarskich, budowa aparatów fotograficznych, maszyn do pisania, do liczenia, cała mechaniczna część telekomunikacji, może nawet włącznie z elektryczną jej stroną, oraz budowa wielu drobnych maszyn jak nawijarki maitych cewek itp.

Jasne jest, że porównanie tak zrewidowanych zakresów metrologii technicznej, automatyki i kontroli z jednej strony, z zakresem samej mechaniki drobnej, natychmiast wykazuje ogromną ilościowo przewagę tej ostatniej. Dlatego sądzę, że przyszły program szkolnictwa wyższego powinien dokonać rozdziału mechaniki „drobnej” na dwie części. Jedną stanowiłaby budowa przyrządów pomiarowych, wchodząca w skład omawianej dziedziny pomiarowej, druga zawierałaby wszystkie inne zakresy i nadawałaby się raczej do połączenia z telekomunikacją na jednym wydziale, a w każdym razie przestałaby nas obecnie interesować.

Niewątpliwie mógłby ktoś odpowiedzieć, że mechanika drobna ma charakter właśnie wybitnie mechaniczny, a telekomunikacja, czy technika prądów słabych w ogóle, ma charakter wyraźnie elektryczny, że więc sprzeczanie tak różnych od siebie przedmiotów jest niepożądane i trudne. W zarzucie takim jest niewątpliwie dość dużo racji, ale w dyskusji na ten temat musimy spojrzeć w oczy trudnej rzeczywistości, która w tak gwałtownym tempie „elektryfikuje” nie tylko mechanikę drobną, ale przede wszystkim interesujące nas pomiary łącznie z automatyką. Powstaje stąd pytanie: czy pomiarowiec inżynier i magister

ma być kształcony zasadniczo na podstawie mechanicznej, czy elektrotechnicznej?

Na podstawie własnych obserwacji i aż nadto wyraźnego kierunku rozwoju techniki pomiarowej, stanowczo twierdząc, że przeważać powinien u pomiarowców element elektryczny. I problemy i obliczenia, czy nawet konstrukcje mechaniczne, względnie termodynamiczne, są tu stosunkowo łatwe, przeważnie nawet szablonowe, nawet znormalizowane (oczywiście poza problemami wynalazczymi), natomiast problemy elektryczne są przeważnie nowe, liczne, bardzo zasadnicze i ważne oraz wymagają ciągłego douczania się z powodu wręcz zawrotnego tempa ich rozwoju. Ponadto one opanowują całą dziedzinę pomiarową bodaj że bezapelacyjnie. Nawet zwyczajny pomiar ciśnienia nie tylko że nie obchodzi się bez napędu synchronicznego na miejsce zwykłego zegara, bez kontaktów i sygnalizacji zdalnej, ale zaczyna się czasem posługiwać zjawiskami piezoelektrycznymi, przechodząc może w przyszłości na metody czysto elektryczne.

Zdaje się nie ulegać wątpliwości, że za lat dziesięć do dwudziestu elektrotechnika, a w szczególności elektronika, opanuje pomiarowość i automatykę przynajmniej w dziewięćdziesięciu procentach. W rezultacie musimy zdać sobie sprawę, jeśli chcemy nadążyć za postępem techniki, a nawet, jak powinniśmy, jeśli chcemy zająć miejsce przodujące, że podstawą wykształcenia pomiarowca powinna być przede wszystkim nauka o elektryczności i magnetyzmie.

Autorowie powyżej wymienionych artykułów podają następujące typy techników wyższych stopni potrzebnych dla naszego przemysłu pomiarowego: 1) metrologowie;

- a) dla potrzeb ruchu (poziom inżynierski);
- b) dla potrzeb instytutów naukowo-badawczych i dla naukowego opracowywania metod i przyrządów (poziom magisterski);
- 2) mechanicy precyzyjni dla projektowania i wykonywania aparatów mechaniki precyzyjnej i drobnej;
- 3) optycy;
- 4) automatycy.

(A) Zwróćmy uwagę na grupę pierwszą. W podgrupie b), pomiarowców poziomu magisterskiego dla instytutów, zapotrzebowanie na nowe siły, po pierwszym okresie braków, będzie bardzo małe i zapewne nie przekroczy maksimum 15 ludzi rocznie. Trudno bowiem przypuścić, aby ilość pomiarowców we wszystkich instytutach razem przekroczyła liczbę około 150 do 200 naraz. Natomiast podgrupa a) obejmie wszystkie oddziały pomiarowe fabryczne. Odliczyć należy od nich wszystkie fabryki małe, ale i tak ilość pracujących umysłowo pomiarowców techników w przemyśle liczyć się powinna w przyszłości niewątpliwie na tysiące, a zapotrzebowanie na siły nowe będzie zapewne rzędu koło dziesięć razy większego niż w instytutach. Zapamiętajmy sobie to spostrzeżenie.

(B) Autorowie wspomnianych artykułów przeznaczają dla potrzeb ruchu (grupa a) techników o stopniu inżynierskim, a dla instytutów techników o stopniu magisterskim. Jest to rozstrzygnięcie zbyt pochopne. W przemyśle istnieją zakłady różnej wielkości: małe, których oddziały pomiarowe składać się będą z kilku ludzi i majstra, czasem może nawet tylko z paru robotników-specjalistów. Są fabryki średniej wielkości, w których oddziały pomiarowe będą znacznie większe, a kierownictwo ich spoczywać będzie w rękach fachowców inżynierskiego stopnia. Wreszcie są fabryki wielkie z oddziałami pomiarowymi zupełnymi pod względem ilości poszczególnych działów. Tym oddziałom będzie zapewne powierzona opieka fachowa nad średnimi i małymi. W tych oddziałach konieczny będzie jako kierownik stopnia magisterskiego. Praca tych oddziałów bowiem nie ogranicza się tylko do konserwacji, napraw i drobnych inwestycji, lecz powstaje tu potrzeba samodzielnej pracy umysłowej: pilne śledzenie nowych dróg rozwoju techniki pomiarowej, wprowadzanie nowych ulepszeń, przeprowadzanie różnych pomiarów specjalnych itp. Oddział pomiarowy w takich zakładach podlega, według wzorów radzieckich, wprost naczelnemu inżynierowi, a więc wchodzi w „sztab główny” dyrekcji. Powinien on w nim reprezentować nie tylko kontrolę i pomiary, ale także

element fizyczny, którego doniosłości zapominać nie wolno. Dlatego kierownik takich oddziałów powinien z reguły posiadać stopień magisterski. Nie zapominać też o wcale poważnej ilości takich samych fachowców potrzebnych w przemyśle, w biurach projektujących najrozmaitsze urządzenia fabryczne pomiarowe. O ważności ich roli nie ma potrzeby rozprawiać.

(C) O powierzaniu komuś prac naukowo-badawczych lub twórczych, nie powinien decydować jego stopień naukowy przyniesiony ze szkoły, lecz jego rzeczywiste zdolności i wiedza. Dlatego do instytutów dostawać się powinien także pewien procent ludzi odpowiednio uzdolnionych pomimo ewentualnego braku właściwego, „przepisowego”, stopnia. Jeśli ludzie tacy potrafili przez publikacje, wynalazki, konstrukcje, wykazać swoją przydatność w tym kierunku, droga naukowa powinna stać dla nich otworem. Z drugiej strony bardzo poważny procent osób, które pilną pracą zdołały uzyskać stopień magistra, napewno nie będzie mieć zdolności wystarczających do samodzielnych prac naukowych. Wynika z tego, że chcąc mieć dobrze obsadzone instytuty musimy z jednej strony wyszkolić kadry magistrów znacznie większe od liczby potrzeb tych instytucji, z drugiej strony jeszcze dopuścić do nich ludzi bez stopnia magisterskiego, ale za to wysoko uzdolnionych. Z czego wniosek dalszy, że poważna część magistrów musi pozostać poza instytutami, a więc w oddziałach fabrycznych i projektowych — co najzupełniej zgadza się z dezyderatami wyrażonymi w ustępie B.

(D) Nie sądzę, aby optyka techniczna, bez hutnictwa szklarskiego, które do niej nie należy, była tak obszerna, aby można było wyodrębnić ją. Natomiast jako dział par excellence technologiczny, nadaje się do przyłączenia do mechaniki drobnej raczej niż do pomiarów.

(E) Po odłączeniu od automatyki nauki o pomiarach i przyrządach pomiarowych, tak niewiele z niej pozostaje, że i tej gałęzi nie da się wyodrębnić. Jeśli zaś dołączymy do niej studium pomiarowe, to wydział taki stanie się w dziewięćdziesięciu procentach pomiarowym. Ergo automatyka należy do studium pomiarowego.

(F) Mechanikę drobną już podzieliliśmy na dwie części: pomiarową oraz naukę o budowie innych przyrządów i maszyn drobnych. Ta druga część nas tu nie interesuje, budowę przyrządów pomiarowych zaś należy włączyć w studium pomiarowe dlatego, że: 1) ilość konstruktorów przyrządów pomiarowych jest potrzebna niewielka, sądzę około 10 na rok. 2) konstruktor taki powinien zacząć swą karierę życiową również w oddziałach pomiarowych fabryk innego przemysłu, aby zanim zacznie konstruować przyrządy dowiedział się dokładnie po co je konstruuje, dla jakich warunków i czego się od nich wymaga. 3) pomiarowiec każdy (stopnia inżynierskiego i magisterskiego)

musi tak wiele wiedzieć o konstrukcji przyrządów, że niewielkie rozszerzenie jego studium wystarczy do na razie teoretycznego opanowania tej dziedziny w stopniu wystarczającym do przekształcenia go na konstruktora, oczywiście po odpowiedniej praktyce, bez której nigdy i tak obejść się nie można.

(G) Ostatni ustęp godzi się też doskonale jeszcze z pewną zasadą nauczania technicznego, o której zapominać nie wolno. Mianowicie nie należy uczyć techników (obu omawianych stopni) wszystkich szczegółów ich zawodu, a natomiast należy nauczyć ich pewnych teoretyczno-naukowych zasad ogólnych, z odpowiednią ilością fizyki i matematyki, oraz należy nauczyć ich niektórych działów szczegółowych, bardziej typowych. Istnieje bowiem tysiące instrumentów pomiarowych tak, że zapoznanie studentów z nimi wszystkimi, nawet nieraz pobieżnie, nie jest możliwe, a usiłowanie opanowania zbyt dużej ilości szczegółów da rezultaty pedagogiczne złe. Należy przeto opuszczać wiele, nawet całe działy, ograniczając się do typowych. Niektóre z tych ostatnich mogą być nawet wielu absolwentom potem w życiu bezpośrednio niepotrzebne, ale za to pośrednio dadzą im takie wyrobienie umysłu w dziedzinie pomiarowej w ogóle, że studium ich nie tylko bardzo się opłaca, ale nawet zaniedbanie go dałoby w wiedzy i sposobie myślenia techników niebezpieczne luki. Typowym przykładem takiej gałęzi naszej wiedzy jest dział mechanizmów zegarowych i ich teoria. Ogólny stąd wniosek, że specjalizacja za daleko posunięta da na omawianych stopniach wyniki niekorzystne, w postaci specjalistów o zbyt wąskim zakresie wiedzy, niesamodzielnych w technicznym myśleniu, niezdolnych do pracy twórczej i nie umiejących dostosować się do szybkiego postępu.

Wyciągnięcie ostatecznych wniosków z powyższych rozważań jest bardzo łatwe: zarówno na stopniu inżynierskim jak magisterskim należy kształcenie w dziedzinie pomiarowej zorganizować w postaci tylko pojedynczych wydziałów, jednego inżynierskiego i jednego magisterskiego. Oba powinny być oparte raczej na elektrotechnice niż na mechanice, oba miałyby zaopatrzyć przemysł dla jego oddziałów pomiarowych, biur projektowych, fabryk przyrządów pomiarowych i instytutów pomiarowych. Dalszej specjalizacji dokona praktyka oraz chęci i uzdolnienia samych absolwentów.

Na zakończenie nie mogę nie poprzeć jak najgoręcej apeli Autorów obu wspomnianych wyżej artykułów o zwiększeniu ilości wydawnictw z omawianej dziedziny, czy to w postaci naszych oryginalnych prac, czy też w postaci tłumaczeń z literatury obcych. Najgoręcej jednak wypowiedzieć się muszę za utworzeniem czasopisma pomiarowego, aby problemy techniczne, pedagogiczne i gospodarcze z dziedziny pomiarów, automatyki, metrologii itp. nie musiały tulać się po prasie tym zagadnieniom raczej obcej, prosząc się o gościnę — nie zawsze chętną, nie zawsze możliwą.

Odpowiedzi autorów artykułu „Nowe dziedziny szkolenia technicznego”

Uwagi mgr inż. K. Hellera stanowią cenne, oparte na praktyce przemysłowej, rozwinięcie ogólnikowego projektu podanego w naszym artykule. Są one zasadniczo zgodne z naszymi wnioskami, jednak kilka szczegółów budzi zastrzeżenia.

Ujęcie wszystkich czterech omawianych dziedzin wspólną nazwą „pomiarów przemysłowych (lub technicznych)” nie wydaje się słuszne i celowe. Dziedziny te mają wiele cech wspólnych, które uzasadniają ich łączne traktowanie z punktu widzenia szkolenia, ale mają też i cechy różne. Automatyka posługuje się pomiarami, ale poza tym zawiera szereg ważnych elementów niemetrologicznych. Podobnie kontrolę techniczną łączą silne więzy z metrologią, ale nie wszystkie metody i zagadnienia kontroli opierają się na pomiarach. Słusznie Autor kwestionuje nazwę „mechaniki precyzyjnej”. Ta sprawa była już wielokrotnie dyskutowana; niestety nie mamy obecnie lepszego terminu; w każdym razie nikt do „mechaniki precyzyjnej” nie zalicza maszyn. „Mechanika drobna” stanowi dziedzinę oddzielną od mechaniki precyzyjnej; mechanika drobna obejmuje przeważnie masowo wyrabiane drobne elementy przyrządów mierniczych i niemierzonych, nie wymagające precyzji. O ile identyfikowanie mechaniki precyzyjnej i drobnej nie jest właściwe, to nie-słuszne byłoby oddzielanie tych dwóch „działów” mechaniki drobnej, skoro łączy je większość cech konstrukcyjnych, technologicznych i materiałowych. W tym jednak rozumieniu nie można też włączać mechaniki drobnej i precyzyjnej w ramy „pomiarów przemysłowych”. Z drugiej strony włączenie niemierzonych części mechaniki drobnej do telekomunikacji czy techniki prądów stałych w ogóle byłoby szkodliwym zawężaniem tej dziedziny. W tym samym stopniu jak w zastosowaniach mecha-

nizmów drobnych elektrotechnik dominuje w innych dziedzinach techniki.

Jakkolwiek Autor zbyt skromnie oblicza zapotrzebowanie na inżynierów-magistrów przez instytuty naukowo-badawcze (co można by uzasadnić konkretnymi danymi) oraz pomija to, że metrologów-magistrów projekt nasz przewiduje też dla potrzeb biur konstrukcyjnych, to jednak ma słuszność uważając, że przemysł (produkcja) potrzebuje nie tylko metrologów o poziomie inżynierskim, lecz również magistrów.

Jest jednak też niewątpliwe, że w chwili obecnej i w najbliższych latach najpilniej potrzeba będzie przemysłowi metrologów o poziomie inżynierskim i w pewnej fazie realizacji projektu można by ograniczyć się do szkolenia tych właśnie. Oczywiście, gdyby istniały możliwości, koncepcję tę należałoby rozszerzyć na magistrów.

Nie negujemy, że do instytutów powinien się dostawać też pewien procent ludzi odpowiednio uzdolnionych bez stopnia magistra.

Wbrew Autorowi twierdzimy, że jednak optyka techniczna jest dziś bardzo poważną i obszerną dziedziną techniki i zasługuje na wyodrębnienie. Projektowanie wykonania przyrządów optycznych, o różnorodnych zastosowaniach, jest tak specyficzne, że wymaga odrębnego przygotowania matematycznego i fizycznego. Uzasadnia to szczegółowo kand. nauk techn. inż. Z. Legun w artykule pt. „Perspektywy rozwoju przemysłu optycznego w Polsce” (w tym samym zeszycie „Przeglądu Mechanicznego”, w którym był zamieszczony nasz artykuł), podając stan tego zagadnienia w Związku Radzieckim, gdzie istnieją nawet specjalne wydziały optyki.

S. Z. i J. O.

Przegląd prasy technicznej

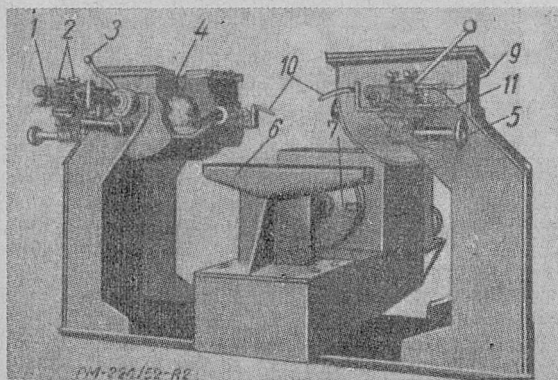
WYRÓB DWUWARSTWOWYCH ODLEWANYCH NARZĘDZI SKRAWAJĄCYCH

Artykuł podaje wyniki prac doświadczalnych, prowadzonych w Ukraińskim Naukowo-Badawczym Instytucie, nad produkcją dwuwarstwowych narzędzi odlewanych, które znalazły zastosowanie w wielu zakładach budowy maszyn na Ukrainie.

Narzędzie takie zrobione jest z dwóch rodzajów stali (rys. 1), — część robocza — ze stali szybko tnącej, — część środkowa — ze stali węglowej. Oba rodzaje stali wlewa się kolejno do wirującej formy. Najpierw wlewa się stal szybko tnąca, która pod wpływem siły odśrodkowej wypełnia obwodową część formy, tworząc roboczą część narzędzia. Bezpośrednio potem wlewa się stal węglową.

Oszczędność na stali szybko tnącej w dwuwarstwowych narzędziach odlewanych dochodzi do $70 \div 75\%$, a cykl produkcji skraca się do $3 \div 5$ dni zamiast $20 \div 25$ dni, potrzebnych dla wyprodukowania narzędzi z odlewów. Metoda ta pozwala również zużytkować odpadki stali wysokostopowych.

Proces technologiczny produkcji narzędzi dwuwarstwowych odlewanych jest bardzo prosty i możliwy do przeprowadzenia w każdym zakładzie budowy maszyn. Całość urządzenia pokazana jest na rys. 2. Składa się ono z dwóch pieców elektrycznych, rynnę dla płynnego metalu i podstawy dla formy. O ile nie ma specjalnej maszyny do odlewania odśrodkowego, to można przystosować do tego celu gwinciarke, której wrzeciono napędzane jest bezpośrednio od silnika (silnik 2,3 kW — 1500 obr/min). Metal topi się jednocześnie w obu piecach, w jednym stal szybko tnąca, w drugim — węglowa. Do stali szybko tnącej w czasie topnienia dodaje się nieco ferrochromu i ferrowanadu.



Rys. 2. Urządzenie do odlewania odśrodkowego: 1 — elektroda, 2 — zaciski elektrody, 3 — rączka do obracania pieca, 4 — otwór do załadunku, 5 — kółko posuwu elektrody, 6 — rynnka, 7 — uchwyt formy, 8 — rurka zasilająca do wody chłodzącej, 9 — rurka do odprowadzenia wody, 10 — doprowadzenie prądu.

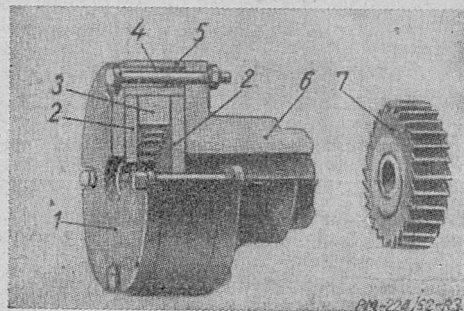
W górnej części rynnę, wyłożonej materiałem ogniotrwałym, wbudowany jest podgrzewacz elektryczny w formie spirali, którym podgrzewa się rynnę do temperatury około 300°C , co zmniejsza stygnięcie płynnej stali stykającej się z powierzchnią rynnę w czasie wlewania do formy.

Formy umieszcza się w specjalnym urządzeniu (rys. 3), które mocuje się na wrzeciono maszyny. Odlewy stygną w formie do $700 \div 750^{\circ}\text{C}$, a następnie na powietrzu.

Wystudzone odlewy są wyżarzane (jeżeli została odlana surowka mająca następnie podlegać obróbce mechanicznej) albo są trzykrotnie odpuszczane (jeżeli są odlane już z zębami). Po obróbce mechanicznej narzędzie poddaje się hartowaniu i trzykrotnemu odpuszczaniu.

Obróbka cieplna jest niezbędna dla polepszenia struktury, zwiększenia twardości i trwałości ostrza w podwyższonych tem-

peraturach, a także celem zmniejszenia naprężeń powstających w czasie odlewania. Na wzrost tych naprężeń oddziałują dodatkowo zewnętrzna warstwa ze stali szybko tnącej, hartująca się w czasie stygnięcia po odlaniu. (Rys. 4).



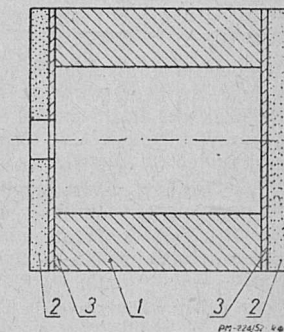
Rys. 3. Sposób umieszczania formy: 1 — pokrywa, 2 — tarcze, 3 — kokila, 4 — tuleja, 5 — obudowa, 6 — wrzeciono maszyny, 7 — odlany frez.

Doświadczenia przeprowadzone z formami z piasku i z metalu wykazały, że najodpowiedniejsza jest forma z częścią środkową metalową; boczne części mogą być z piasku, jednak powinny być one oddzielone od metalu (dla uniknięcia zanieczyszczenia go) wkładkami z blachy żelaznej $0,4 \div 0,5$ mm.

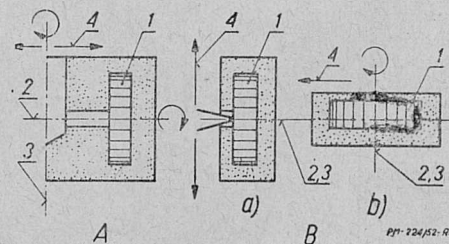
Zwykle do odlewania odśrodkowego stosuje się maszyny z osią pionową. W omawianym przypadku odlewów dwuwarstwowych zastosowano maszynę o osi poziomej (rys. 5). Wykonane na takiej maszynie odlewy posiadały jednakową grubość warstwy stali szybko tnącej, a lepiej wykorzystana siła odśrodkowa spowodowała lepsze wypełnienie formy oraz bardziej ścisły odlew, zwłaszcza na obrzeżu, gdzie znajdują się ostrza.

Wzrost ścisłości stali następuje przy zwiększaniu szybkości obwodowej do 600 m/min. Dalsze zwiększanie szybkości obwodowej nie daje już wyników.

Jednocześnie z dodatnimi zjawiskami, jak usunięcie gazów i żużla, przy odlewaniu odśrodkowym może zachodzić prze-



Rys. 4. Forma do odlewania odśrodkowego: 1 — podstawowa część formy, 2 — boczne części formy, 3 — wkładki.



Rys. 5. A — schemat dotychczas praktykowanego sposobu odlewania odśrodkowego na maszynie o osi pionowej. B — schemat sposobu zalecanego: a — na maszynie z osią poziomą, b — na maszynie z osią pionową; 1 — forma, 2 — oś formy, 3 — oś obrotu maszyny, 4 — kierunek działania siły odśrodkowej.

mieszczanie poszczególnych składników stopu wskutek różnych ciężarów właściwych fazy ciekłej i już wydzielonych kryształów.

Przeprowadzone badania nad składem chemicznym odlewów stalowych odlewanych odśrodkowo nie wykazały znacznych różnic w składzie chemicznym zewnętrznej i wewnętrznej warstwy. Świadczy to o tym, że stal szybko tnąca w niedużych odlewach stygnie szybko i nie podlega likwacji. Właściwość ta ma duże znaczenie przy odlewaniu narzędzi dwuwarstwowych, gdyż, gwarantując dobre połączenie stali szybko tnącej ze stalą węglową, jednocześnie nie dopuszcza do zmieszania się tych dwóch stali.

Dla otrzymania dobrego łączenia się wlewanego metalu, strumień stali należy doprowadzać bez przerw, w czasie których mogłoby nastąpić utlenienie się powierzchni. Aby uniknąć zmieszania się obu stali, szybkość wlewania stali musi być tak dobrana, aby cienkie warstwy metalu nakładały się jedna na drugą, przy czym nowa warstwa powinna pokryć poprzednią warstwę w chwili, kiedy jest ona bliska krzepnięcia.

W tablicy I zamieszczono dane odnośnie składu chemicznego dwuwarstwowych odlewów ze stali węglowej i stali szybkołanej typu 18-4-1. Twardość warstwy stali szybkołanej po zahartowaniu i trzykrotnym odpuszczaniu wynosi 64÷66 HRC.

TABLICA I

Nr próbki	Zawartość w %				Uwagi
	C	Cr	W	V	
1	0,85	4,83	17,61	0,75	Wióry na próbki zdejmowano co 1 mm z grubości na całej długości odlewu. Próbkę numerowano od powierzchni do środka.
2	0,86	4,68	17,57	0,64	
3	0,81	4,65	17,38	0,53	
4	0,81	4,54	17,30	0,43	
5	0,81	3,99	15,80	0,43	
6	0,46	2,58	10,27	0,32	
7	0,43	1,07	3,77	0,10	
8	0,44	0,65	2,10	0,05	
9	0,44	0,58	1,55	0,05	
10	0,43	0,52	1,50	0,05	
11	0,45	0,51	1,06	—	
12	0,44	0,49	1,18	—	
1	0,76	4,35	17,69	0,75	Wiór zdejmowano co 3 mm
2	0,81	4,25	17,69	0,64	
3	0,55	4,21	17,82	0,64	
4	0,35	3,41	14,22	0,75	
5	0,60	0,59	3,71	0,10	
6	0,56	0,13	—	—	
7	0,47	0,13	—	—	

Odporność na odpuszczanie w wysokich temperaturach oraz trwałość dwuwarstwowych narzędzi odlewanych, jak potwierdziła praktyka licznych fabryk, nie tylko nie ustępuje, ale w szeregu przypadków jest wyższa od odporności i trwałości narzędzi wyrabianych z odkuwki.

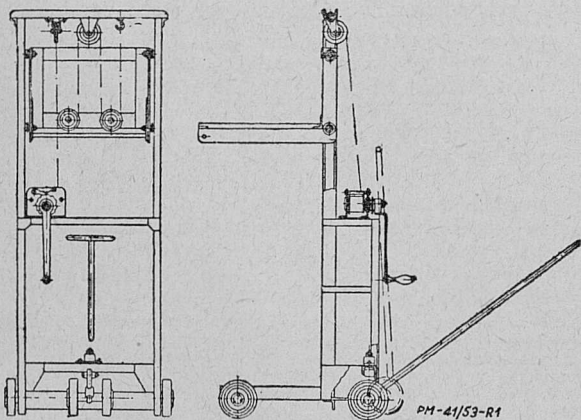
Ilość braków w produkcji, powstałych na skutek złego odlewu albo wadliwej obróbki cieplnej wynosiła około 5%. Rozdzielania się warstw metalu nie stwierdzono, a główną przyczyną braków były pęknięcia promieniowe.

W. L.

(Wiestnik maszynostrojnika nr 6/52).

WÓZEK DO TRANSPORTU WĘWNETRZNEGO

W jednym z zakładów produkcyjnych ZSRR rozpoczęto produkcję kilku nowych typów wózków transportowych. Omówimy najciekawszy z nich — ręczny wózek podnośnikowy z platformą o nośności 100, 250 lub 500 kG.



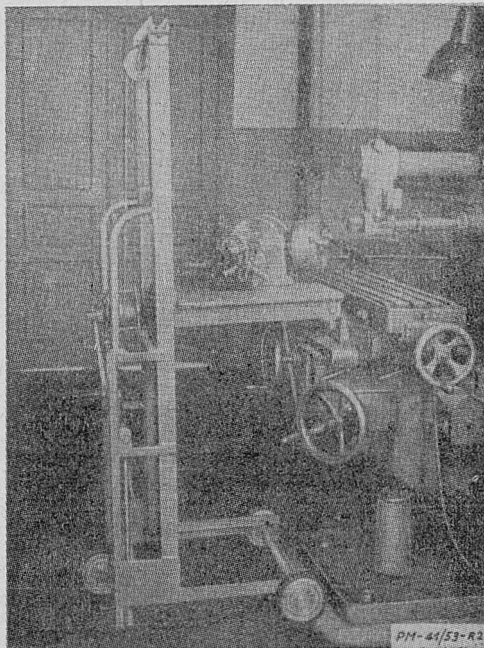
Rys. 1. Wózek podnośnikowy o nośności 250 kG.

Wózek (rys. 1) składa się z ramy, platformy podnośnej, mechanizmu podnoszenia z kół jezdnych. Platforma spawana jest z kątowników i zaopatrzona w cztery wałeczki przesuwające się po stronie wewnętrznej słupków i utrzymujące platformę w płaszczyźnie poziomej. Podnoszenie platformy odbywa się przez nawijanie linki stalowej 3 mm na bęben.

Wózek o nośności 100 kG posiada platformę o wymiarach 500 × 500 mm, podnoszoną od 160 do 1360 mm od poziomu po-

dłogi. Wymiary wózka wynoszą 880 × 660 mm, wysokość 1740 mm. Ciężar wózka — 70 kG.

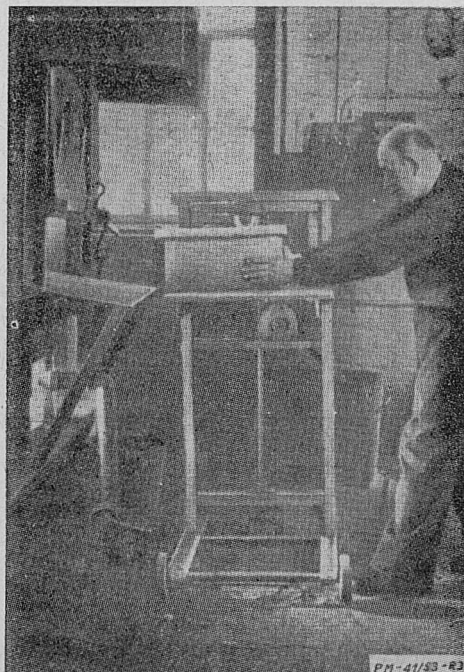
Wózek porusza się na 3 kołach ogumionych, ułożyskowanych tocznie, przy czym koło przednie (podwójne) połączone z drążkiem do kierowania i ciągnięcia wózka, ułożyskowane jest w ten sposób, że przy podniesieniu końca drążka do góry przód wózka opiera się na stałych podpórkach (np. przy załadunku).



Rys. 2. Zastosowanie wózka podnośnikowego do ustawiania podzielnicy na frezarce.

Wózki o nośności 250 kG (rys. 2 i 3) i 500 kG posiadają konstrukcję wzmocnioną.

Wózki tego typu mogą znaleźć bardzo szerokie zastosowanie w transporcie wewnętrznym, a nawet m. in. do podtrzymywania



Rys. 3. Zastosowanie wózka podnośnikowego do załadunku części do pieca hartowniczego.

ciężkich i długich przedmiotów w czasie ich obróbki, do ustawiania podzielnicy na frezarkach, załadunku dużych rdzeni do suszarek lub części do pieców hartowniczych przy remoncie i montażu obrabiarek itp.

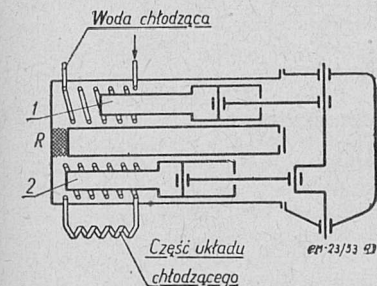
L. S.

(Miechanizacja trudnych i ciężkich robót 12/52, str. 13).

NOWA CHŁODZIARKA POWIETRZNA

Ciekawym przykładem chłodziarki, pracującej na powietrze według obiegu termodynamicznego, utworzonego z dwóch izoterm oraz dwóch izochor (tzw. obieg *Stirlinga*), jest nowa konstrukcja bezzaworowej maszyny korbowej.

Omawiana chłodziarka, której udane próby przypisać należy najnowszym osiągnięciom w zakresie przenoszenia ciepła, materiałoznawstwa i technologii, działa w sposób następujący (rys. 1 podaje układ dwucylindrowy): w górnym cylindrze 1 odbywa się przekazywanie ciepła wodzie chłodzącej, natomiast w dolnym cylindrze 2 — pracującym po chłodnej stronie procesu, odbywa się pochłanianie ciepła od lekkowrzającej cieczy znajdującej się (podobnie jak woda chłodząca) w węzownicy otaczającej cylinder i stanowiącej zasadniczy element układu chłodniczego. Oba tłoki oraz cylindry są tak ukształtowane, że przeważająca część czynnika (powietrza) omywa węzownice, dzięki czemu następuje dobra wymiana ciepła.



Rys. 1. Schemat chłodziarki; 1 — cylinder górny, 2 — cylinder zimny.

Oba tłoki oraz cylindry są tak ukształtowane, że przeważająca część czynnika (powietrza) omywa węzownice, dzięki czemu następuje dobra wymiana ciepła.

Na rys. 2 pokazana jest zależność między chwilowymi objętościami czynnika zawartymi w cylindrach górnym (nad linią czasu) i w cylindrze dolnym (pod linią czasu) w funkcji czasu. Odcinki pionowe zawarte między obu krzywymi (rys. 2b) przedstawiają całkowitą objętość czynnika w rozpatrywanej chwili. Z rys. 1 widać, że przeważająca część czynnika znajduje się na przemian w jednym lub drugim cylindrze. Oba cylindry połączone są za pomocą kanału wypełnionego regeneratorem ciepła R, utworzonym ze zwartej tkaniny drucianej. Wykorbienia wału korbowego przesunięte są względem siebie o kąt 90°.

Dla łatwiejszego zrozumienia działania chłodziarki należy rozpatrzyć następujące cztery okresy pracy podczas jednego obrotu wału:

Okres 1. Przeważająca ilość powietrza znajduje się w cylindrze 1, gdzie ulega izotermicznemu sprężaniu przy temperaturze T_1 . Podczas tego okresu wywiązane ciepło oddawane jest wodzie przepływającej przez węzownice. Sprężanie przebiega aż do chwili osiągnięcia przez tłok cylindra 2 górnego martwego punktu. Z tą chwilą rozpoczyna się

okres 2, podczas którego powietrze sprężone przetłaczane jest przez regeneratorem ciepła R, ochłodzony uprzednio przez powietrze zimne do temperatury T_2 . Regeneratorem ciepła oziębiając przetłaczane przez powietrze do temperatury T_2 , nagrzewa się sam do temperatury T_1 . W okresie tym łączna objętość powietrza, zawarta w cylindrach, nie ulega widocznej zmianie, o czym przekonuje rys. 2 (przemiana izochoryczna). Objętość ta jest kilkakrotnie mniejsza od objętości maksymalnej. Przetłaczanie powietrza przebiega od chwili osiągnięcia przez tłok cylindra gorącego górnego martwego punktu, po czym następuje

okres 3. Przeważająca ilość powietrza znajduje się w cylindrze zimnym i posiada temperaturę T_2 . Powrotny ruch tłoka powoduje izotermiczne rozprężanie się powietrza, podczas którego ciepło pobierane jest od lekko wrzącej cieczy, przepływającej przez odpowiednie węzownice.

Okres 4. Rozprężone i zimne powietrze przechodzi stopniowo prawie całkowicie do cylindra gorącego, ogrzewając się w tym czasie od regeneratorem ciepła R do temperatury T_1 . Regeneratorem ciepła ochładza się przy tym do temperatury T_2 . W okresie tym łączna objętość powietrza zawarta w cylindrach praktycznie nie ulega zmianie, co widać również na rys. 2 (przemiana izochoryczna).

ryczna). Okres ten zakańcza pełny obieg termodynamiczny, po czym następuje nowy obieg itd.

Ponieważ ciepło doprowadzone jest przy niskiej temperaturze T_2 , a odprowadzane jest przy wyższej temperaturze T_1 , zatem sprawność obiegu będzie taka sama jak obiegu Carnota:

$$\eta = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

Obliczenia wykazują, że skutek chłodniczy w odniesieniu do 1 m³ objętości skokowej jest stosunkowo mały, dopóki urządzenie napelnione jest powietrzem o ciśnieniu atmosferycznym. Nie stoi jednak nic na przeszkodzie, by urządzenie napelnić powietrzem o ciśnieniu wyższym, co podniesie wydajność tego urządzenia.

Aczkolwiek opisana chłodziarka nie wyszła jeszcze z okresu prób i należy liczyć się z koniecznością zwalczania szeregu trudności związanych z urzeczywistnieniem sprężania i rozprężania izotermicznego oraz z opracowaniem wysokosprawnego regeneratorem ciepła — to jednak wydaje się, że wysiłki konstruktorów zostaną uwieńczone pomyślnym rezultatem, dzięki któremu chłodziarka spełni stawiane jej przez życie wymagania. Można przypuszczać, że brak zaworów nie będzie stanowił jedynej zalety tej ciekawej i oryginalnej maszyny tłokowej.

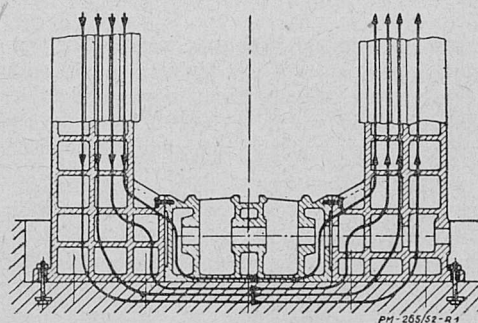
mgr inż. E. Augustyniak

(Kältetechnik nr 11/52).

NOWA KONSTRUKCJA STRUGARKI PODŁUŻNEJ

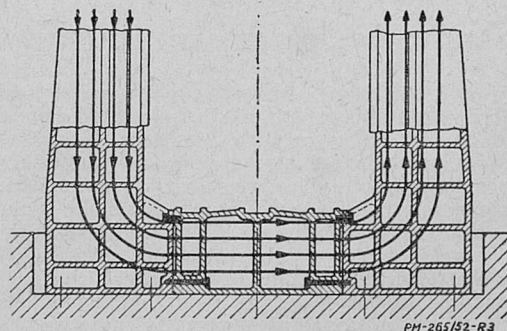
Strugarka podłużna jest coraz bardziej wypierana przez frezarkę podłużną, która na ogół jest ekonomiczniejsza w eksploatacji. Niemniej jednak strugarka podłużna posiada szereg zalet (tańsze i łatwiejsze w użyciu narzędzie skrawające), które występują najwyraźniej w produkcji jednostkowej i małoseryjnej, zwłaszcza przy obróbce dużych i ciężkich przedmiotów. Utrzymanie się nadal strugarki podłużnej jako pełnowartościowej obrabiarki zależeć będzie w dużym stopniu od jej unowocześnienia.

Pod względem sztywności dotychczasowa konstrukcja strugarki ma zasadniczą wadę. Stojaki połączone są za pośrednictwem łoża, które w tym miejscu mieści w sobie elementy mechanizmu napędowego, uniemożliwiające usztywnienie łoża za pomocą poprzeczek i żeber i pozwalające na przykrecenie stojaków tylko do górnej części łoża. Ponadto ściany pionowe łoża są osłabione przez otwory na łożysko i narażone na działanie sił odporowych wałków przekładni. Wynika stąd niekorzystny rozkład sił, przedstawiony schematycznie na rys. 1.



Rys. 1. Rozkład sił w stojakach strugarki.

W nowej konstrukcji strugarki podłużnej wprowadzono szereg zasadniczych ulepszeń.



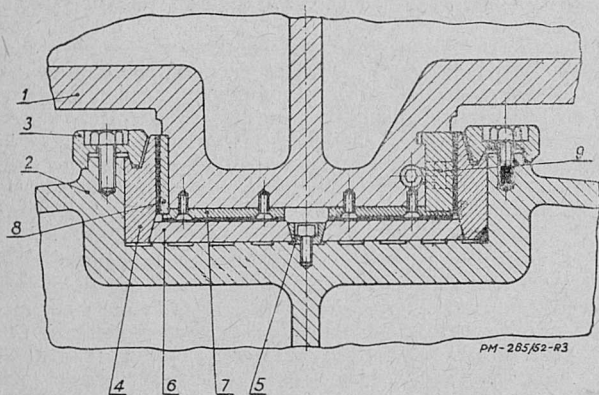
Rys. 2. Rozkład sił w stojakach strugarki po unowocześnieniu.

Usunięto całkowicie mechaniczny napęd stołu z części łoża znajdującej się pomiędzy stojakami. Pozwoliło to na usztywnienie łoża żebrami i wzmocnienie połączeń ze stojakami. W wyniku otrzymano korzystny rozkład sił, jak to pokazano na rys. 2.

Wytrzymałość i sztywność głównych części strugarki zwiększono przez nadanie im odpowiednich kształtów; np. stojaki mają przekrój zwiększający się ku dołowi.

Stół o długości 12 m składa się z dwóch części, połączonych w pewny i sztywny sposób, lecz dających się szybko i bez trudności rozłączać. Przedmioty krótsze zatem można obrabiać tylko na jednej połowie stołu, podczas gdy na drugiej można w tym samym czasie ustawiać następny przedmiot.

Stół porusza się na 3 płaskich prowadnicach. Prowadzenie boczne ma miejsce na prowadnicy środkowej (rys. 3), za pomocą nastawników z zewnątrz listw, zamocowanych na obu końcach stołu. Stół ma przykręcane nakładki ślizgowe (7 i 8 na rys. 4), zaś prowadnice łoża wyłożone są polerowanymi płytami stalowymi, które dla polepszenia warunków smarowania nie są przykręcane śrubami do podłoża, lecz zakleszczane. Dzięki temu osiągnięto znaczne zmniejszenie tarcia, a więc i zużycia się prowadnic.



Rys. 3. Prowadzenie stołu: 1 — stół, 2 — łożo, 3, 4, 5 — listwy zakleszczające, 6 — płyta stalowa, 7 — nakładka ślizgowa, 8 — boczna nakładka ślizgowa, 9 — listwa nastawna.

Napęd stołu w układzie Leonarda jest o dużej mocy, dający siłę pociągową stołu około 25 T i szybkość do 100 m/min. Przez zwiększenie sztywności mechanizmu napędu stołu i zmniejszenie luzów uniknięto uderzeń przy zmianach kierunku ruchu. Zmianie uległa również konstrukcja i układ napędowy belki i suportów narzędziowych.

Maszynę cechuje daleko posunięta mechanizacja i automatyzacja, zastosowanie sterowania zdalnego wszystkich ruchów za pomocą przycisków oraz uniwersalność zastosowania wobec niezależności ruchów suportów narzędziowych i dzięki wyposażeniu specjalnemu, jak: urządzenie do strugania poprzecznego w kierunku poziomym lub pionowym, urządzenie do frezowania i urządzenie do dłutowania.

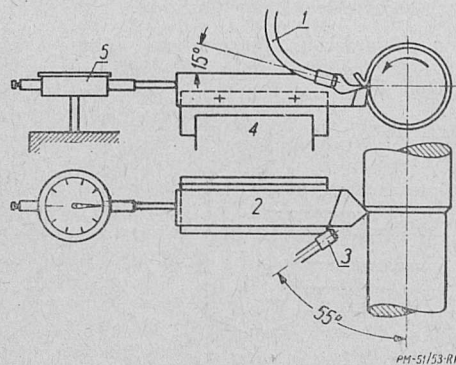
J. St. K.

(Werkstatt und Betrieb 1952/8, s. 321).

ZASTOSOWANIE GAZÓW JAKO CHŁODZIWA

Pomysł użycia gazów jako środka chłodzącego (chłodziwa) przy obróbce metali skrawaniem nie jest nowy, od dawna bowiem stosowano do tego celu sprężone powietrze. Użycie chłodziwa gazowego napotykało jednak na poważne trudności, głównie z powodu małego ciepła właściwego, złej przewodności cieplnej i złych własności smarowniczych gazów. Ponadto nieprzyjemne syczenie gazu i wdmuchiwanie wiórów we wszelkiego rodzaju szczeliny i części ruchowe, jak prowadnice, łożyska itd. utrudniały obróbkę. Z drugiej strony jednak przy użyciu chłodziwa gazowego zarówno narzędzie, jak i obrabiany przedmiot pozostają suche i czyste, ponadto konstrukcja systemu obiegu jest prostsza (nie ma pompy olejowej).

Zalety te zachęciły do podjęcia szeregu badań. Do chłodzenia zastosowano sprężone powietrze, oziębione do $-40 \div -50^\circ\text{C}$ za pomocą mieszanki suchego lodu i alkoholu, uzyskując wzrost okresu trwałości ostrza o 400%.



Rys. 1. Sposób doprowadzenia chłodziwa do noża: 1 — przewód doprowadzający chłodziwo, 2 — nóż, 3 — wylot przewodu doprowadzającego chłodziwo, 4 — imak nożowy, 5 — czujnik.

Na rys. 1 przedstawiono sposób chłodzenia narzędzia ze stali szybko tnącej za pomocą rozpylonego oleju, w ilości 0,2 g oleju i 100 l powietrza na minutę. Zastosowano do tego celu dyszę o średnicy 2 mm. Stwierdzono, że okres trwałości narzędzia wzrósł o 50% w porównaniu do chłodzenia czystym powietrzem sprężonym i o 150% w porównaniu do obróbki bez chłodzenia.

W celach porównawczych do badań użyto azotu pod ciśnieniem 2 atm, w temperaturze 20°C i w ilości 103 l/min. Z porównania danych (rys. 2) wynika, że najskuteczniejszym środkiem chłodzącym jest azot, gdyż przy jego użyciu okres trwałości narzędzia był o 30% większy niż przy zastosowaniu CO_2 .

Inne badania wykazały, że rozpylony olej lepiej chłodzi niż strumień oleju, prawdopodobnie dlatego, że rozpylony olej łatwiej dociera do narzędzia i obszar chłodzonego aniżeli olej ciekły, który na skutek większej lepkości nie zwilża całej powierzchni narzędzia skrawającego.

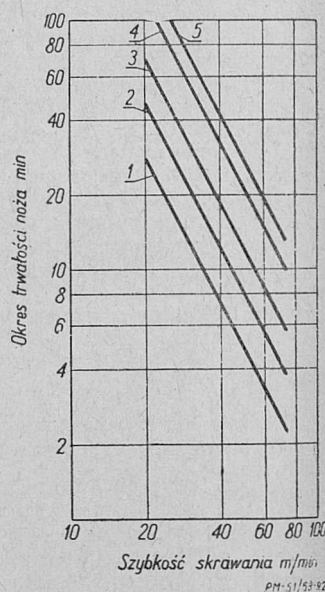
CO_2 ma lepsze własności jako chłodziwo niż olej rozpylony. W stosunku do skrawania bez chłodzenia zastosowanie CO_2 zwiększa okres trwałości ostrza o 300%. Efekt ten uzyskano dzięki temu, że CO_2 , będący pod ciśnieniem 50 atm, uchodził z przewodu w odległości kilku milimetrów od narzędzia. Na skutek gwałtownego rozprężania temperatura CO_2 obniżała się do $+2 \div +3^\circ\text{C}$. Zastosowano również CO_2 zestalony w postaci płatków śnieżnych (tzw. suchy lód), który sublimując zabierał narzędziu znaczne ilości ciepła.

Stosowanie CO_2 ma tę ujemną stronę, że przy niedostatecznym wietrzeniu może spowodować objawy silnej duszności u robotników. Poza tym stosowanie CO_2 jest nadal kosztowne, chociaż przy pomocy odpowiednich urządzeń zasysających można odzyskać około 20% sublimującego CO_2 .

Użycie gazów jako środka chłodzącego, jakkolwiek nastręcza szereg trudności, budzi ze względu na opisane wyżej zalety żywe zainteresowanie techników. Już obecnie wydaje się być uzasadnione stosowanie CO_2 do chłodzenia przy szlifowaniu, gdyż pozwala uzyskać lepszą jakość powierzchni obrabianej, mniejsze zużycie ściernicy i krótszy czas szlifowania.

M. Ch.

(The Machinist, London, January 24, 1953).



Rys. 2. Porównanie wyników stosowania różnego chłodziwa: 1 — bez chłodzenia, 2 — sprężone powietrze (2 atm, 20°C , 100 l/min), 3 — olej rozpylony (2 atm, 20°C , 0,2 g/min oleju + 100 l/min powietrza), 4) CO_2 (2 atm, 5°C , 62 l/min), 5) N_2 (2 atm, 20°C , 103 l/min).

Bibliografia

Anatol Dzikowski — Szlifowanie, metody bezpiecznej pracy. Format A5, stron 191, rysunków 106, tablic 22, PWT Warszawa, 1953. Cena zł 11,50.

Ilościowe i jakościowe postępy w dziedzinie szlifowania pociągają za sobą coraz większe rozpowszechnienie operacji szlifierskich i z tego względu park szlifierek odgrywa w nowoczesnym warsztacie mechanicznym coraz większą rolę. Wymaga to oczywiście zwrócenia bacnej uwagi na zagadnienia związane ze szkoleniem i bezpieczeństwem pracy młodych szlifierzy.

Dobry szlifierz powinien pracować dokładnie i wydajnie, w oparciu o metody zapewniające zarówno pełne bezpieczeństwo osobiste, jak i bezpieczeństwo obsługiwanego sprzętu. Wprowadzenie tych metod polega przede wszystkim na stworzeniu warunków bezpiecznej pracy i należy do obowiązków personelu kierowniczego oraz technicznego zakładów przemysłowych. Zainteresowani nie powinni zapominać o tym, że obowiązki te nie należą do łatwych i że nakładają na nich wielką odpowiedzialność; toteż powitają niewątpliwie z zadowoleniem ukazanie się na półkach księgarskich dzieła wymienionego w nagłówku.

Autor dzieła, znany specjalista w dziedzinie szlifowania i związanych z nim zagadnień bezpieczeństwa, posiada już za sobą wieloletnią działalność w tej dziedzinie i bogaty dorobek twórczy w postaci książek, artykułów i instrukcji na ten temat. W omawianym dziele porusza on całość zagadnień związanych z właściwościami tarcz szlifierskich i na tym tle omawia metody bezpiecznej pracy, rozpowszechnienie których stanowi główny cel książki.

Po wprowadzeniu czytelnika w proces szlifowania i po zapoznaniu go z podziałem szlifierek, autor podaje podstawowe wiadomości dotyczące właściwości (rozdział 4) i doboru (rozdział 5) tarcz szlifierskich. W następnych rozdziałach omówione jest przygotowanie tarcz szlifierskich do produkcji (rozdział 6) i ich montaż (rozdział 7). Na zakończenie wiadomości o tarczach szlifierskich znajdujemy krótkie, lecz wartościowe rozdziały 8, 9 i 10, poświęcone omówieniu prędkości obwodowej, metody badań tarcz na wytrzymałość mechaniczną i chłodzenia przy szlifowaniu.

Najcenniejszą częścią jest rozdział 11 o urządzeniach ochronnych, zabezpieczających szlifierzy i personel warsztatowy przed następstwami wynikającymi z uszkodzeń tarcz. Rozdział ten jest ilustrowany 48 rysunkami, przedstawiającymi szereg urządzeń, które można podzielić na dwie główne kategorie: a) urządzenia zabezpieczające przed rozerwaniem tarcz i b) urządzenia zabezpieczające przed odpryskami i pyłem szlifierskim. Zebrane przez autora rysunki i fotografie stanowią wartościowy materiał nie tylko dla konstruktorów szlifierek, ale w pierwszym rzędzie dla użytkowników, odpowiedzialnych za stan bezpieczeństwa szlifierki. Podane w książce konstrukcje wzorcowe nadają się do bezpośredniego zastosowania w praktyce.

Książka kończy się rozdziałem poświęconym rzadko omawianej dziedzinie kamieni piaskowcowych, których użytkowanie może być również źródłem niebezpieczeństw, często niesłusznie niedocenianych.

Dzięki bogactwu materiału nagromadzonego przez autora, książka wysuwa się na pierwszy plan w naszym piśmiennictwie technicznym nie tylko jako źródło informacji z dziedziny bezpieczeństwa pracy, ale także i z dziedziny samego szlifowania w ogóle. Splatając w sposób nierozdzielny techniczne zagadnienia szlifowania z metodami bezpiecznej pracy, autor podkreśla oczywisty związek istniejący między tymi sprawami w technice szlifierskiej.

Wśród szeregu wartościowych informacji, składających się na treść książki, są i takie, co do których można mieć pewne zastrzeżenia, czy to z uwagi na niepełne, czy też na niezbyt właściwe ujęcie omawianych spraw. Oto kilka przykładów:

W kilku przypadkach autor operuje wielkościami krańcowymi, stwarzając przy tym wrażenie, że chodzi o wartości często w praktyce spotykane. Dotyczy to np. dokładności szlifowania (str. 6), które zbliżają się do jednego mikrona jedynie przy użyciu specjalnych maszyn i metod szlifowania, o czym autor nie wspomina. Prędkość obwodowa 80 m/sek (str. 11) odbiega tak znacznie od prędkości maksymalnych, występujących w praktyce (patrz tablica 15 na str. 112 omawianego dzieła), że podawanie jej bez dodatkowych wyjaśnień nie wydaje się właściwe. To samo wreszcie można powiedzieć o prędkościach szlifowania gwintów (str. 44), reprezentujących przypadek bynajmniej nie typowy.

Wyjaśnienia dotyczące wymiarów ziaren (str. 21, wiersze 9 do 15 włącznie) są niejasne i nasuwają podejrzenie braków lub przestawień w tekście.

Opisując metody badania twardości (str. 27), autor pomija metodę opartą na zastosowaniu dłubaka, przy pomocy którego wykruśza się ręcznie materiał tarczy, oceniając związany z tym opór. Ocena ta następuje przez porównanie oporu tarcz badanych z oporem stawianym przez tarcze wzorcowe. Dobry praktyk nie pomyli się przy użyciu dłubaka więcej, niż o jeden stopień twardości.

Właściwe warunki przechowywania tarcz mają tak kapitalne znaczenie dla bezpieczeństwa ich późniejszej pracy, że sprawie tej należało poświęcić więcej miejsca (str. 49). Wskazane byłoby więc umieszczenie rysunku

stelaży polecanych do przechowywania tarcz wraz z ułożonymi na nich tarczami różnych typów, jak również podanie dokładnych wyjaśnień dotyczących układania tych tarcz.

Autor nie podał rysunku znanego przyrządu do wyważania tarcz szlifierskich, w którym to przyrządzie oś tarczy obraca się w jednym miejscu dzięki podparciu jej na czterech krążkach (po dwa z każdej strony). Sprawy te są omawiane na str. 57 i 58.

Przy omawianiu metody właściwego zamocowania tarczy (str. 82) należało zaznaczyć, że zbyt silne skrócenie powoduje odkształcenie tarcz dociskowych, które przestają wskutek tego przylegać na całej powierzchni obrzeża i wywierają docisk liniowy. Jest to względnie ważniejszy, aniżeli wyrażona przez autora obawa o zerwanie gwintu nakrętki mocującej.

Mimo stopniowego porządkowania naszego technicznego słownictwa nadal brak jednomyślności w nazywaniu tarcz szlifierskich. Dotychczas nazwa ta walczyła o prawo pierwszeństwa ze znormalizowaną, choć mało popularną ściernicą. Czyżby stosowany przez autora „krążek szlifierski” miał być ilustracją powiedzenia „gdzie dwóch się bije, tam trzeci korzysta”?

J. T.

I. J. Klinow — Korozja aparatury chemicznej oraz tworzywa odporne na korozję. Tłumaczył z ros. inż. Stefan Raczyński. Format A5, stron 274, rysunków 111, tablic 35. PWT, Warszawa, 1952. Cena zł 33.—

Na podstawie własnych badań oraz prac uczonych radzieckich (jak np. W. A. Kistiakowskiego, N. A. Izgaryszewa, G. W. Akimowa, N. P. Tomaszewa i innych) autor wyjaśnił teoretycznie wiele zjawisk korozyjnych oraz podał własności i zastosowanie szeregu tworzyw używanych do budowy aparatury chemicznej.

Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów pracujących w przemyśle chemicznym; może być również pomocna dla konstruktorów i pracowników instytutów naukowo-badawczych. Jest ona podzielona na trzy części, w których omówiono następujące zagadnienia:

Część pierwsza — Korozja metali. — Określenie podstawowych pojęć z dziedziny korozji; elektrochemiczna teoria korozji; wpływ własności i struktury stopów na odporność korozyjną oraz wpływ czynników na szybkość korozji; powstawanie pasywnych warstewek i ich ochronne działanie; przegląd rodzajów korozji i metod badania.

Część druga — Tworzywa metaliczne. — Odporność na korozję stali węglowej i stopowej oraz metali nieżelaznych w różnych środowiskach korozyjnych; zasady i sposoby ochrony metali za pomocą metalicznych powłok ochronnych.

Część trzecia — Tworzywa niemetaliczne. — Ogólna charakterystyka tworzyw niemetalicznych i sposobów badań; własności i przykłady zastosowań tworzyw naturalnych i sztucznych krzemianowych oraz ceramicznych, następnie tworzyw naturalnych organicznych, jak np. drzewo i węgiel, wreszcie mas plastycznych.

Tytuł książki obejmuje bardzo szeroki zakres zagadnień, których autor nie mógł wyczerpująco przedstawić w ramach omawianej publikacji.

Jeśli chodzi o tłumaczenie książki, to jest ono na ogół staranne, jakkolwiek nie wolne od pewnych usterek. I tak np. na stronie 93 i innych używa tłumacz określenia „zendra” zamiast „zgorzelina”; jednostki wagowe podane są w „g” i „kg” zamiast w „G” i „kG”; na stronie 68 czytamy: „inhibitor opóźnia proces korozji”, podczas gdy działanie jego polega na zmniejszeniu szybkości korozji; na stronie 81 spotykamy wyrażenia: „nadaktywny, subaktywny, subpasywny”, które to wyrażenia nie są u nas używane.

Najwięcej wyrażen niezgodnych z przyjętą u nas terminologią znajduje się w części III. Na stronie 117 napotykamy podział materiałów na: „ultrakwaśne, średniokwaśne, ultrasłabowe” — wszystkie te określenia nie są u nas używane. Na stronie 178 — „porowatość pozorna” — zamiast „względna”; na stronie 178 i 179 — „szpary” i „szwy” — zamiast „spoiny”; na stronie 184 — „pył kwarcowy” — zamiast „piasek kwarcowy”; na stronie 180 — „sektory” i „sekcje” — zamiast „części”; na stronie 193 — „tridymit”, „kristobalit” — zamiast „trydymit” i „krystobalit”; na stronie 204 — „skorupa wyrobów” — zamiast „czerep”; na stronie 205 — „ciasto gliniane” — zamiast „masa”; na stronie 210 — „substancje gliniane” — zamiast „kaolin”; na stronach 211 i 215 — „początek odkształcenia pod obciążeniem” — zamiast „ogniotrwałość pod obciążeniem”.

Usterki te nie zmniejszają jednak zasadniczej wartości książki. Przyczyni się ona niewątpliwie do popularyzacji zagadnień korozyjnych, a ponadto wiele zawartych w niej cennych wskazówek będzie mogło być praktycznie zastosowane.

M. M.

Mgr inż. Jan Tuszyński — Szlifowanie bezkłowe. Format A5, stron 110, rys. 106, tablic 5. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 5,60.

Metoda szlifowania bezkłowego jest nowa, gdyż zaczęła się rozpowszechniać dopiero po pierwszej wojnie światowej. W ostatnim dziesięcioleciu poczyniła ona ogromne postępy, na ogół w Polsce nie znane. Panuje bowiem u nas przekonanie, że szlifowanie bezkłowe jest równoznaczne ze

szlifowaniem przelotowym wałków o stałej średnicy, bez kołnierzy. Z tego powodu często się zdarza, że szlifiarki bezkłowe, znajdujące się w naszych warsztatach, uchodzą za maszyny specjalne, o bardzo małym zasięgu zastosowań, co rozgrzesza kierownictwo z ich niedostatecznego wykorzystania. W wielu przypadkach stosuje się — właśnie na skutek nieświadomości — indywidualne szlifowanie w kłach, wymagające wysokich kwalifikacji pracownika, a przy tym mało wydajne, zamiast szlifowania bezkłowego, znacznie wydajniejszego i wymagającego niższych kwalifikacji od obsługi maszyny. Opisane przez autora niniejszej książki nowoczesne metody szlifowania bezkłowego znacznie rozszerzają zakres zastosowań tego systemu obróbki, a ponadto są raczej nieznane w szerokich kręgach techników polskich. Z tych względów praca inż. Tuszyńskiego, utrzymana na poziomie technika, będzie cenną pomocą dla biur technologicznych, dla wykwalifikowanych szlifiarzy, racjonalizatorów, techników i inżynierów; ułatwi im ona unowocześnienie metod obróbki i pomoże w walce o podnoszenie wydajności obrabiarek i ich właściwe wykorzystanie.

Po krótkim wstępie historycznym autor omawia teorię szlifowania bezkłowego, bez zrozumienia której niemożliwe jest racjonalne wykorzystanie maszyny i uniknięcie wad w obróbce. Jakkolwiek zjawiska zachodzące przy szlifowaniu bezkłowym są bardzo zawiłe kinematycznie i dynamicznie, tym niemniej jednak wyjaśniono je w tej pracy w sposób prosty i ścisły, bez zbitecznego balastu teoretycznego.

Następny rozdział obejmuje klasyfikację szlifierek bezkłowych, opis tarcz szlifierskich stosowanych przy tej metodzie obróbki, wskazówki o doborze tarcz i sposoby ich przygotowania do pracy. Dalej omówiono prowadnice, stanowiące bardzo ważny i charakterystyczny element konstrukcyjny szlifierek bezkłowych i wreszcie opisano niektóre typowe urządzenia podające i odprowadzające przedmioty szlifowane.

Bardzo pouczający jest rozdział o metodach szlifowania, z którego dowiadujemy się, że na szlifiarkach bezkłowych można szlifować przelotowo nie tylko wałki, ale także bardzo długie pręty, wąskie pierścienie, a nawet stożki. Szlifowanie wgłębne umożliwia nam nie tylko obróbkę przedmiotów z kołnierzami, o wielu średnicach lub o krzywych profilach, ale nawet przedmiotów nierównoważonych, jak np. wałów korbowych lub krzyżaków dyferencjałów, czy też czopów tylnego mostu samochodów. W dalszym ciągu omówiono najnowszą metodę szlifowania wgłębego — krzywkową, gdzie tarcza prowadząca ma kształt krzywki. Przy tej metodzie szlifowania osiągamy zawrotną wydajność kilkuset sztuk na godzinę, gdyż każdemu obrotowi tarczy prowadzącej odpowiada wykonanie 1 lub 2 sztuk przedmiotu obrabianego. Wreszcie podano zasady szlifowania bezkłowego gwintów.

Końcowy rozdział jest poświęcony wadom szlifowania bezkłowego oraz metodom zapobiegania powstawaniu tych wad.

Książka jest napisana starannie i w ramach niedużej objętości daje usystematyzowany i przejrzysty pogląd na całość problematyki szlifowania bezkłowego. Ze względu na małą objętość i encyklopedyczny charakter pracy nie podano w niej rozwiązań konstrukcyjnych wyposażenia szlifierek, umożliwiających ich projektowanie. Z tego powodu autor odsyła konstruktora do instrukcji fabrycznych, dołączanych zazwyczaj do szlifierek przez wytwórców.

mgr inż. W. Tryliński

A. A. Łagowski i W. B. Paszkwer — **Elektrownie ciepłe** — Tłumaczył z ros. mgr inż. Jan Drobot. Format B5, stron 355 + 20 stron załączników + 2 wkładki, rysunków 159, tablic 33. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł. 38,50.

Czytelnikom „Przeglądu Mechanicznego” dziwne się wydać może zajmowanie ich uwagi na łamach tego czasopisma sprawami elektrowni, które stanowiły dotychczas głównie domenę wpływów i zainteresowań elektryków. Pogląd taki byłby jednak z gruntu fałszywy, jako że wyposażeniem elektrowni ciepłych są w 70% (kosztów) urządzenia mechaniczne, bardzo czułe i niesłychanie kosztowne, jak np. kotły o wydajności paruset t/h i turbiny o mocy 50000 kW.

Gospodarka ciepła siłowni, oparta na precyzyjnych przyrządach do kontroli i automatycznego regulowania procesów spalania, zasilania wodą kotłową, utrzymania stałej temperatury przegrzania itp., stwarza piękne pole do pracy dla mechanika precyzyjnego. Skomplikowane obliczenia

ciepłne interesują termodynamików. Wytrzymałościowcy mają pole do pisu przy obliczaniu samokompensacji rurociągów, a konstruktorzy dźwigni i transportu ciągłego — przy urządzeniach do nawęglania.

Z powyższego wynika potrzeba coraz żywszego udziału wysokokwalifikowanych kadr inżynierów mechaników w pracach projektowania, montażu, remontów i eksploatacji siłowni ciepłych. Książka wymieniona jest w 95% tekstu poświęcona problemom mechanicznym i, jako pierwsza, bardzo wyczerpująca większą pracę w języku polskim, wzbudzić winna zrozumiały popyt i zainteresowanie, zwłaszcza w obecnej dobie żywiołowej rozbudowy naszej energetyki, bez której rozwój krajowego przemysłu byłby w ogóle niemożliwy. Temat, poruszony w książce, znany jest w kraju jedynie nielicznym specjalistom i był dotychczas rozpowszechniany fragmentarycznie w pismach technicznych, lub też w postaci skryptów (prof. Nehrebeckiego i mgr inż. Fischera) oraz w jedynej, szczupłej zresztą książeczce mgr inż. Szumana.

Należy także zwrócić uwagę, że i piśmiennictwo światowe, dotyczące powyższego tematu, jest nad wyraz skąpe i poza kilku pracami Ricarda, Carra, Münzingera, Musila, jedynie w Związku Radzieckim zagadnienie to spotyka się z należytytym zrozumieniem; stąd wielkie nakłady prac Kercellego, Jureniewa, Łuknickiego, Łagowskiego itp. Spośród wymienionych prac, podręcznik Łagowskiego i Paszkwera — aczkolwiek wydany najdawniej — słusznie został wybrany do tłumaczenia, uwzględniając nasze warunki, jako że pozostałe książki na ten temat są mniej uniwersalne i dotyczą bądź tylko wielkich siłowni (Kercelli), bądź też siłowni wyłącznie przemysłowych (Jureniew), lub małych i średnich (Łuknickij). Ponadto wymienione książki są bardziej rozpowszechnione na naszym terenie.

Podręcznik powyższy można uważać jako podstawowy do nauki wyjątkowo skomplikowanego i bardzo ściśle powiązanego układu urządzeń ciepłych siłowni turbinowych.

Autorzy postawili sobie za zadanie nie tyle podanie opisu i konstrukcji poszczególnych urządzeń (które można znaleźć w książkach specjalnych o kotłach i turbinach), lecz rozpatrzenie związku tych elementów między sobą, ich udziału w ciepłym procesie siłowni, wzajemnego rozmieszczenia wewnątrz budynku elektrowni oraz podstawowego problemu eksploatacji siłowni jako takiej.

Zadanie to zostało doskonale rozwiązane przez kolejne omówienie elementów regeneracyjnego podgrzania wody zasilającej, wymienników wody sieciowej, stacji przetwarzania pary dla odbiorców zewnętrznych (wyparek), stacji redukcyjno-chłodzących, urządzeń do sprężania pary. Szczególnie dużo miejsca poświęcono zagadnieniom ciepłownictwa, bilansom materiałowym i ciepłym, doborowi turbin i kotłów. Słusznie największy nacisk został położony na przyjęcie właściwych założeń do ciepłego schematu ideowego i szczegółowego, oraz na same obliczenia ilustrowane 49 przykładami liczbowymi.

Poza przykładami podręcznik zawiera pokaźną ilość ćwiczeń do samodzielnego rozwiązywania.

Sposób ujęcia problemów oraz starannie przemyślana i konsekwentnie przeprowadzona linia dydaktyczna przyczyni się do odegrania przez książkę wielkiej roli w kształceniu całego pokolenia energetyków polskich.

Dlatego należy wyrazić radość, że tak doniosła praca została podjęta przez PWT.

W pracach tłumaczenia, oceny i redagowania tej książki brali udział najwybitniejsi energetycy, elektrycy średniego pokolenia. Włożono masę pracy w językowe i stylistyczne opracowanie oraz terminologię i staranne wykonanie rysunków — a jednak mimo tego dużego nakładu pracy nie ustrzeżono się od licznych usterek obniżających wartość dydaktyczną książki i mogących sprawić sporo trudności mniej wyrobionym czytelnikom.

Wydaje się, że w zespole redakcyjnym zabrakło inżyniera mechanika ciepłego, który byłby w czasie korekt bardziej wrażliwy na przekręcanie wykresów $i-s$, pomieszanie pojęć przewodzenia i przenikania ciepła, zgodności rzutów w rysunkach konstrukcyjnych itp.

Niewielki nakład 3000 egzemplarzy oraz duży popyt, wobec braku innych podobnych prac, spowoduje zapewne drugie wydanie, przy którym należy usunąć usterki.

Dla ułatwienia tej pracy przy następnym wydaniu, za pośrednictwem „Przeglądu Mechanicznego” przekazuję wydawnictwu około 40 pozycji zauważonych usterek.

J. Z.

WYDAWCA: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA, WARSZAWA, Czackiego 3/5

Komitet Redakcyjny: mgr inż. PAWEŁ KOSIERADZKI, mgr inż. STANISŁAW KULESZA, 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. JÓZEF ZAGORSKI, mgr inż. EDWARD ZMIHORSKI

Redaktor Naczelny: mgr inż. MARIAN WAKALSKI

Z-ca Redaktora Naczelnego: inż.-mech. WŁADYSŁAW KAWĘCKI

Sekretarz redakcji: JULIA KULINICZ

Redaktor techniczny: CZESŁAW PIEKARSKI

Tarcze ścierno-metalowe do ostrzenia termoelektrolitycznego

W Instytucie Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem w Krakowie przeprowadzono próby wstępne szlifowania płytek ze spiekanych węglików metali sposobem termoelektrolitycznym (anodowo-mechanicznym) na tarczach ściernych o spoiwie metalowym.

Celem badań było ustalenie warunków elektrycznych mechanicznych i chemicznych, przy których uzyskuje się największą wydajność szlifowania i najlepszą gładkość powierzchni obrabianej.

Do prób użyto tarcz ściernych o różnym stosunku materiału ściernego do ilości spoiwa stalowego (3 różne kompozycje). Materiałem ściernym był korund i karborund o różnych ziarnistościach. Próby przeprowadzono na ostrzarce OU-2, przystosowanej do ostrzenia sposobem ciepno-elektrolitycznym, przyjmując jako wyjściowe, warunki stosowane przy ostrzeniu termoelektrolitycznym tarczami metalowymi.

W wyniku prób wstępnych przeprowadzanych na płytkach z węglików spiekanych G1-B25 stwierdzono, że tarczki mogą być ekonomicznie stosowane do szlifowania wykończającego. Gładkość powierzchni przy szlifowaniu tarczami o spoiwie metalowym jest bardzo dobra — wysokość chropowatości nie przekracza 1 do 1,5 mikrona (tablica I). Wydajność szlifowania spieków na razie jest mniejsza o 50% w stosunku do wydajności zgrubnego szlifowania termoelektrolitycznego. W tablicy II przytoczono przykłady wydajności szlifowania zgrubnego na tarczach korundowych i karborundowych.

Tablica I — Przykłady gładkości powierzchni spiekanych węglików ostrzonych termoelektrolitycznie przy użyciu tarcz ścierno-metalowych.

Warunki pomiarów:

— materiał obrabiany — spiek prod. polskiej gat. G1; kształt płytki B25; pole powierzchni obrabianej $F = 0,95 \text{ cm}^2$.

— parametry elektryczne — napięcie $U = 20 \text{ V}$; gęstość prądu $d = 21 \text{ A/cm}^2$;

— parametry mechaniczne — szybkość obwodowa — zmieniana; nacisk jednostkowy $p = 3,2 \text{ kG/cm}^2$;

— parametry chemiczne — elektrolit: roztwór wodny szkła wodnego z dodatkiem ługu sodowego i saletry potasowej; moduł $m = 2,74$; ciężar właściwy $\gamma = 1,35 \text{ kG/dcm}^3$; wydajność przepływu $q = 6 \text{ l/min}$.

Lp.	Materiał ścierny	Ziarnistość materiału ściernego — Z	Stosunek materiału ściernego do spoiwa metalowego	Szybkość obwodowa v-m/sek	Wysokość chropowatości H_{sr} (μ)
1	Karborund	20	1 : 2	4,6	1,8
2	Karborund	45	2 : 3	4,6	1,1
3	Korund	36	1 : 1	4,6	3,8
4	Korund	36	1 : 1	9,0	1,6
5	Korund	80	2 : 3	4,6	1,2
6	Korund	120	2 : 3	4,6	1,1

Dalsze badania wykazały, iż optymalne parametry szlifowania spieków sposobem termoelektrolitycznym tarczą metalową nie pokrywają się z optymalnymi parametrami ostrzenia termoelektrolitycznego przy użyciu tarcz metalowo-ściernych. Zasadnicze różnice uwytłaczają się w zakresach stosowanych szybkości oraz w gęstościach prądu roboczego, których dopuszczalną granicę ustalono na 21 A/cm^2 . Kosztem zmniejszonej wydajności przy obniżce szybkości z 9 m/sek do $4,6 \text{ m/sek}$, uzyskano stabilizację napięcia i natężenia prądu roboczego do tego stopnia, iż między wielkościami chropowatości powierzchni osiąganymi w warunkach obróbki wstępnej i wykończającej — nie było różnic.

Tablica 2 — Przykłady wydajności ostrzenia tarczami ścierno-metalowymi.

Warunki pomiarów — jak w tablicy 1.

Lp.	Materiał ścierny	Ziarnistość materiału ściernego Z	Stosunek materiału ściernego do spoiwa metalowego	Szybkość obwodowa v m/sek	Wydajność (mm^3/min)
1	Karborund	20	1 : 2	4,6	28
2	Karborund	45	2 : 3	4,6	15
3	Korund	36	1 : 1	4,6	17
4	Korund	36	1 : 1	9,0	21
5	Korund	120	2 : 3	4,6	20
6	Korund	280	2 : 3	4,6	19

W badaniach zwrócono uwagę, że przy ustalonych wartościach natężenia i napięcia prądu roboczego nie ma większych różnic w wydajności szlifowania i uzyskiwanej gładkości powierzchni przy użyciu tarcz karborundowych i korundowych. Przy pracy na tarczach korundowych nie stwierdzono też wpływu ziarnistości materiału ściernego użytego do prób na wydajność szlifowania.

Nad tego rodzaju sposobem ostrzenia i szlifowania prowadzone będą dalsze badania, które pozwolą na ostateczne ustalenie najlepszych parametrów szlifowania i wytypowanie możliwości zastosowania tarcz ściernych o spoiwie metalowym zarówno do ostrzenia ciepno-elektrolitycznego, jak i do szlifowania ścierno-mechanicznego.

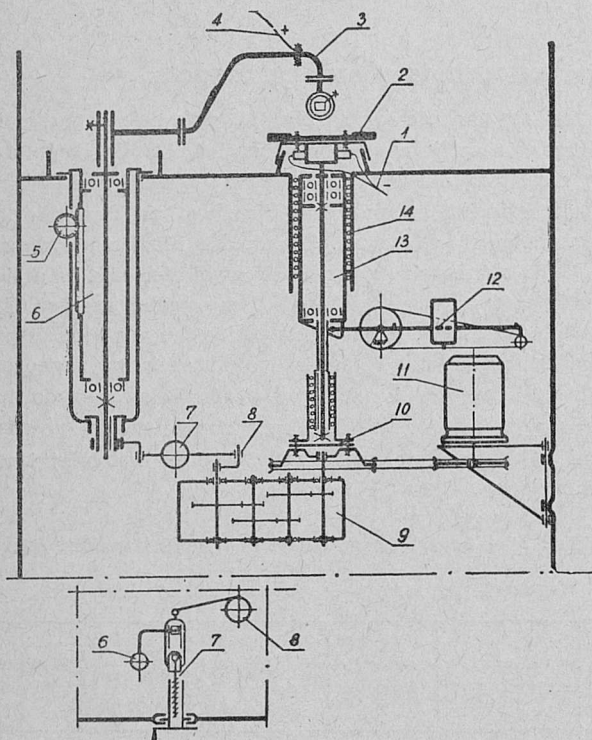
Mgr inż. W. Kogut

Komunikat Dyrekcji I.O.O.S.

Z dniem 10 lutego br. nastąpiła zmiana adresu administracji i kierownictwa Instytutu. Aktualny adres jest następujący: **Instytut Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem, Kraków, ul. Oboźna 14.** Prosimy kierować wszelką korespondencję na nowy adres.

Konstrukcja ostrzarki termoelektrolitycznej OTE-220

W Instytucie Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem opracowano konstrukcję nowej ostrzarki termoelektrolitycznej do ostrzenia noży tokarskich, oznaczonej symbolem OTE-220 (rys. 1).



Rys. 1

Konstrukcja ostrzarki uwzględniająca specjalne warunki ostrzenia sposobem termoelektrolitycznym, opracowana została w oparciu o doświadczenia osiągnięte w Instytucie przy próbach ostrzenia termoelektrolitycznego na ostrzarce typu OU-2 przystosowanej do tego celu w IOOS w r. 1951.

Na pionowym wrzecionie (13) przesuwalnym poosiowo w zakresie 12 mm na kulkach, — znajduje się nasadzona

tarcza (2). Stały nacisk na tarczę w całym zakresie przesuwu osiowego wrzeciona zapewnia specjalny układ dźwigniowy (12). Regulacja obciążenia odbywa się przez przesuwanie obciążnika korbą. Do wrzeciona doprowadzony jest ujemny biegun prądu stałego (1).

Wiszący, trójprzegubowy imak nożowy (3) z doprowadzonym doń dodatnim biegunem prądu (4), zamocowany na pionowej kolumnie (6) wykonuje ruch wahadłowy dający możliwość przesuwania ostrzonego narzędzia na całej szerokości tarczy, wynoszącej 45 mm. Ruch ten przenoszony od silnika (11) poprzez skrzynkę przekładniową (9), mimośród (8) i stawidło (7) jest regulowany od zera do maksimum korbą umieszczoną na zewnątrz obrabiarki. Kolumna imaka jest poza tym przesuwana poosiowo przy pomocy zespołu koło zębate — zębatka (5).

Wrzeciono (13) otrzymuje napęd od silnika prądu zmiennego (11) o mocy 0,6 kW poprzez sprzęgło elastyczne (10).

Źródłem prądu roboczego jest prądnica prądu stałego o mocy 2 kW. Sygnalizacja świetlna ułatwia zeszlifowanie warstwy materiału o dokładnie określonej grubości. Przezroczysta osłona zabezpieczająca mechanizmy ostrzarki oraz ostrzącego przed rozbryzgiem elektrolitu pozwala na obserwowanie procesu ostrzenia z zewnątrz.

Ostrzarka zaopatrzona jest w dwa zbiorniki. Jeden z nich dostarczać będzie elektrolit do miejsca styku tarczy z ostrzonym narzędziem, drugi natomiast dostarczać będzie gorącą wodę celem dokładnego oczyszczenia obrabiarki po pracy (w przypadku gdyby używano w dalszym ciągu jako elektrolitu szkła wodnego). Ostrzarka przeznaczona jest do ostrzenia noży tokarskich o przekrojach trzonków do 32 × 32. Wymiary gabarytowe obrabiarki są następujące:

wysokość ok. 1450 mm, długość ok. 980 mm
szerokość ok. 620 mm, średnica tarczy 220 mm
szybkość obwodowa 14 m/sek.

Ostrzarka OTE-220 będzie produkowana seryjnie w roku 1954.

Inż. J. Łukasik

Z DZIAŁALNOŚCI RADY NAUKOWEJ INSTYTUTU OBRABIAREK I OBRÓBKİ SKRAWANIEM

Wewnętrzna Rada Naukowa I.O.O.S., stanowiąca organ doradczy Dyrektora Instytutu, której zadaniem jest omawianie i krytyka wykonanych w I.O.O.S. prac naukowych oraz ustalanie metodyki prac prowadzonych, odbyła w okresie 31.XII.52 do 31.I.53 zebrania naukowe na następujące tematy:

31.XII.52 — „Centralne ostrzenie narzędzi“ — ref. mgr inż. A. Józefik, koreferent mgr inż. J. Kaczmarek,

1.I.53 — „Gładkość powierzchni części tokarek“ — ref. mgr inż. A. Sadowski, koreferent inż. J. Łukasik,

— „Technologia produkcji frezów napawanych“ — ref. inż. J. Płużek, koreferent mgr inż. A. Józefik,

15.I.53 — „Konstrukcja ostrzarki termoelektrolitycznej“ — ref. inż. J. Łukasik, koreferent mgr inż. K. Albiński.

— „Ostrzenie termoelektrolityczne“ — ref. mgr inż.

K. Albiński, koreferent inż. B. Keller,

21.I.53 — „Powlekanie elektroiskrowe narzędzi skrawających“ — ref. mgr inż. Z. Jaszczewski, koreferent — przedstawiciel Instytutu Metaloznawstwa i Aparatury Naukowo-Laboratoryjnej.

— „Technologia wiertel górniczych“ — ref. inż. J. Płużek, koreferent prof. mgr inż. W. Lesiecki (A. G. H.)

28.I.53 — „Porównanie skrawalności spiekanych węglików produkcji radzieckiej, polskiej i czeskiej“ — ref. mgr inż. A. Józefik, koreferent mgr inż. J. Kaczmarek

— „Dobór chłodziw do toczenia, wiercenia, frezowania i szlifowania“ — ref. mgr inż. A. Bułat, koreferent mgr inż. A. Sadowski.

W posiedzeniach powyższych brali udział pracownicy naukowcy niektórych wyższych uczelni oraz wybitni specjaliści z przemysłu.

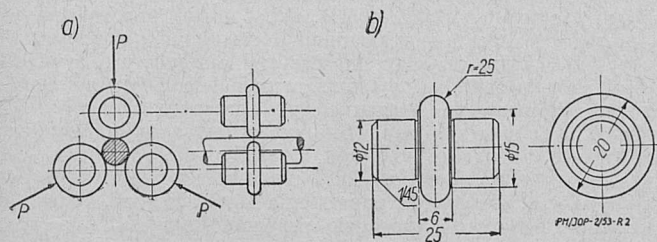
Wpływ rolkowania na mikrotwardość warstwy powierzchniowej próbek ze stali 24.1.53

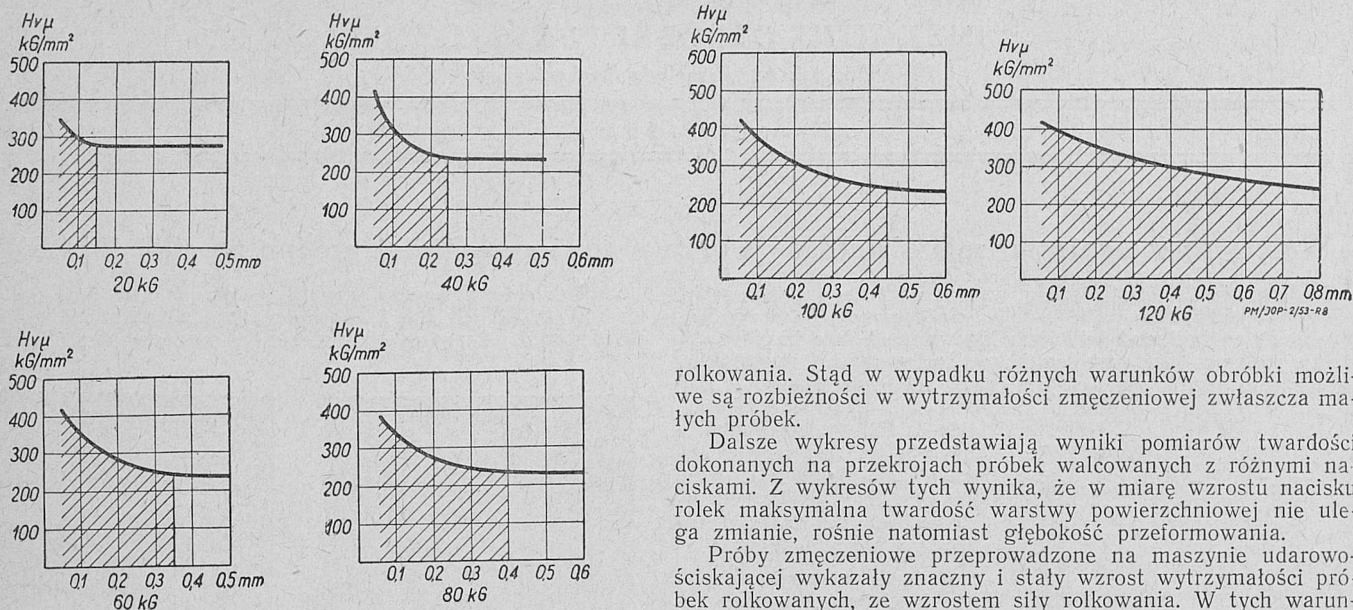
Rolkowanie materiału celem wygładzenia jego powierzchni stosowane jest od dawna. Stosunkowo niedawno jednak zwrócono uwagę na fakt, że podwyższa ono jednocześnie bardzo wytrzymałość zmęczeniową rolkowanych materiałów. Zwiększenie wytrzymałości zmęczeniowej spowodowane jest w tym wypadku powstaniem pewnego napięcia wewnętrznego, jakie istnieje między zdeformowaną warstwą powierzchniową a nieodkształconym rdzeniem. Napięcie to wywołuje naprężenia ściskające w warstwie powierzchniowej.

Pewne pojęcie o rozkładzie i wielkości tych naprężeń daje wykres sporządzony przez Sachsa (rys. 1).

Rozkład naprężeń wewnętrznych podobny do widocznego na rys. 1 może być bardzo korzystny wówczas, gdy na powierzchni części maszyn wystąpią w czasie ich pracy wysokie naprężenia rozciągające. Wytworzenie w warstwie powierzchniowej naprężeń przeciwnego znaku powoduje ich częściowe zniesienie.

Powierzchnia po rolkowaniu jest gładsza niż po dokładnym toczeniu. Główną zaletą rolkowania nie jest jednak bezwzględna gładkość powierzchni uzyskanej w wyniku tej obróbki, lecz wygładzenie ostrych karbów (rys) powstałych po każdej obróbce wiórowej, nawet po szlifowaniu, które przy ocenie na oko daje powierzchnię gładszą niż rolkowanie. W miarę zwiększania siły rolkowania, gładkość powierzchni spada, jednak powstające wówczas karby mają dna łagodnie zaokrąglone, wskutek czego są mniej groźne niż drobne lecz bardzo ostre rysy. Współczynnik spiętrzenia naprężeń zależy bowiem nie od bezwzględnej głębokości karbu, lecz jednocześnie i od promienia zaokrąglenia jego dna.





Rys. 8. Mikrotwardości warstw powierzchniowych po rolkowaniu z różnymi naciskami.

Uzyskane wyniki ujęto w wykresy (rys. 7 i 8).

Wykres na rys. 7 przedstawia rozkład twardości na przekroju poprzecznym próbki po toczeniu. Widoczny jest tutaj pewien wzrost twardości w warstwie powierzchniowej nie przekraczającej 0,1 mm. Utwardzenie to powstało wskutek zgniecenia materiału przez nóż w czasie toczenia. Nóż tępy spowoduje głębsze przeformowanie materiału. Wpływ tego zjawiska na własności mechaniczne toczonego materiału jest podobny jak

rolkowania. Stąd w wypadku różnych warunków obróbki możliwe są rozbieżności w wytrzymałości zmęczeniowej zwłaszcza matych próbek.

Dalsze wykresy przedstawiają wyniki pomiarów twardości dokonanych na przekrojach próbek walcowanych z różnymi naciskami. Z wykresów tych wynika, że w miarę wzrostu nacisku rolek maksymalna twardość warstwy powierzchniowej nie ulega zmianie, rośnie natomiast głębokość przeformowania.

Próby zmęczeniowe przeprowadzone na maszynie udarowościskającej wykazały znaczny i stały wzrost wytrzymałości próbek rolkowanych, ze wzrostem siły rolkowania. W tych warunkach osiągnięto 10- do 50-krotne zwiększenie żywotności próbek.

Wyniki te mogą zachęcić do jak najszerzego stosowania tego zabiegu. Należy jednak pamiętać o tym, że w miarę wzrostu średnicy wpływ warstwy rolkowanej będzie mniejszy.

Prace dotychczas przeprowadzone obejmują jedynie część zagadnienia, a mianowicie ustalenie wpływu siły.

W procesie tym jednak występują jeszcze inne parametry zmienne a mianowicie profile rolek, ilość przejść, prędkość obwodowa itd.

J. Czarnecki i Z. Głowacki

Pomiar siły ciągnięcia

Dzięki różnorodnemu zastosowaniu drut jest jednym z podstawowych półfabrykatów prawie w każdej dziedzinie produkcji. Pociągnięto to za sobą konieczność dokładnego zbadania procesu ciągnięcia i stworzenia jak najbardziej dogodnych warunków procesu. Na przebieg ciągnięcia wpływa szereg czynników; nie wszystkie z nich dadzą się zmierzyć bezpośrednio. Stosunkowo łatwiejszy jest pomiar siły ciągnięcia. Siła ta przy sile przeciwciągu równej zeru stanowi równocześnie siłę nacisku naciągadła na oprawkę. Znajomość jej poważnie ułatwia zbadanie procesu ciągnięcia.

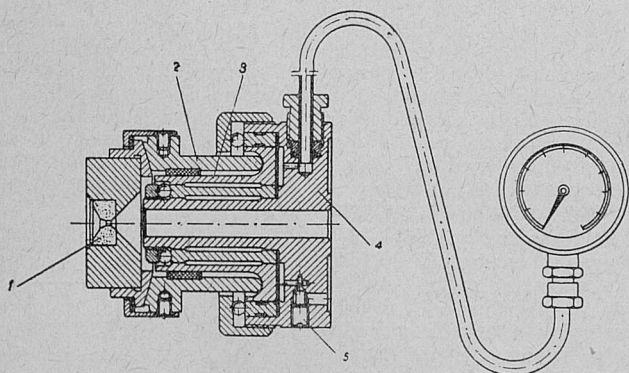
Najczęściej do pomiaru siły ciągnięcia stosuje się poduszki hydrauliczne z naciskiem bezpośrednim lub z przekładnią mechaniczną. Instytut w swoich pracach nad ciągnięciem z przeciwciałem użył przyrządu pokazanego na rysunku. Służy on do

mierzenia siły ciągnięcia drutu o średnicach od 1,2 mm w dół. Zakres pomiaru siły od 0 do 30 kG. Przyrząd składa się z dwóch zasadniczych części.

- 1) urządzenia w którym wywoływane są zmiany ciśnienia,
- 2) manometru rejestrującego te zmiany.

Ciągadło 1 do drutu umieszczone na podkładce kulistej ciśnie poprzez element 2 na ruchomy suwak 3 opierający się na gumowej względnie skórzaney przeponie, pod którą znajduje się gliceryna ze spirytusem (80 do 20). Przepona ta przykręcona jest do korpusu 4 dwoma pierścieniami dociskanyymi nakrętkami poprzez kulki, których zadaniem jest zmniejszenie tarcia między pierścieniem a nakrętką, a tym samym zabezpieczenie przepony przed pofałdowaniem. Przestrzeń pod przeponą połączona jest rurką o $\varnothing$ 3 mm z odpowiednio wycechowanym manometrem. Prawidłowe wskazania uzyskuje się tylko wtedy, kiedy cała przestrzeń pod przeponą, rurka i manometr wypełnione są dokładnie cieczą, dlatego do napełnienia konieczne jest stosowanie specjalnej techniki. W korpusie przyrządu znajduje się otwór zamykany wkrętem 5, przez który za pomocą pompki zębatej wtłaczamy ciecz. W zakończeniu rurki Bourdona zrobiony jest drugi otwór, który zamyka się dopiero wówczas, gdy się w nim ukaże ciecz bez pęcherzyków powietrza. Pompką zębatą wywołujemy pod przeponą ciśnienie wstępne rzędu 0,2 do 0,3 atn, a następnie cały przyrząd cechujemy, obciążając bezpośrednio ciężarkami suwak 3. Dokładność wskazań wynosi 0,1 kG. Przed każdym użyciem po dłuższej przerwie, przyrząd powinien być sprawdzony za pomocą odważników. Godną uwagi zaletą tego przyrządu jest prostota wykonania oraz małe wymiary pozwalające na umieszczenie go w miejscu ciągadła na jakiegokolwiek cięgarce. Opisany przyrząd wykonano w Instytucie, używając go z powodzeniem do prac nad ciągnięciem z przeciwciałem.

M. Olszewski i Z. Wiśniewski



Przyrząd do pomiaru siły ciągnięcia drutu.

Konferencja naukowo-techniczna na temat spektralnej analizy emisyjnej

Naczelna Organizacja Techniczna organizuje z inicjatywy Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego konferencję naukowo-techniczną poświęconą zagadnieniom spektralnej analizy emisyjnej. Konferencja odbędzie się w dniach 29 i 30 maja b.r. w Domu Technika w Warszawie, ul. Czackiego 3/5.

Celem konferencji jest nawiązanie bliższego kontaktu oraz wymiana doświadczeń praktycznych i naukowych pomiędzy pracownikami instytutów naukowo-badawczych, zakładów przemysłowych i wyższych uczelni zajmujących się spektrochemiczną analizą emisyjną.

Konferencja nosić będzie charakter narady roboczej pracowników

laboratoriów spektrograficznych. Omawiane zagadnienia będą miały duże znaczenie dla usunięcia istniejących niedociągnięć i powinny wpłynąć na polepszenie wyników pracy przez zapewnienie właściwego zaopatrzenia i zwiększenia kadr fachowców.

Wszelkich informacji natury organizacyjnej udziela Dział Odczytowo-Szkoleniowy Sekr. Gen. NOT (Warszawa, ul. Czackiego 3/5) nr tel. 6-74-61 wewn. 84. O wyjaśnienia dotyczące tematyki konferencji należy zwracać się do Zakładu Chemii Nieorganicznej Uniwersytetu Warszawskiego, ul. Pasteura 1. — Nr tel. 4-54-61, wewn. 4.

Książki nadesłane

M. K. Żochowski — POMIARY CIŚNIEN. Tłumaczyli dr *T. Białas*, mgr inż. *W. Pietraszkiewicz*. Format A5, stron 220, rysunków 96, tablic 6. PWT, Warszawa 1953. Cena zł 13.80.

W książce omówiono zasady budowy i działania oraz rozwiązania konstrukcyjne przyrządów do pomiarów ciśnień; ponadto podano metody sprawdzania tych przyrządów i ogólne wskazówki dotyczące wykonywania pomiarów ciśnień.

Praca przeznaczona jest dla personelu technicznego zatrudnionego przy produkcji i eksploatacji przyrządów służących do mierzenia ciśnień oraz dla pracowników instytucji sprawujących nadzór nad tymi przyrządami.

P. A. Karpiński — METODA INŻ. KOWALOWA W HUTNICTWIE — Przetłumaczył inż. *Z. Corradini*. Format A5, stron 26, tablic 2. PWT, Katowice, 1953. Cena zł 1.30.

Broszura opisuje metodę inż. F. Kowalowa, jej zastosowanie w walcowni i stalowni Huty im. Andrejewa w Taganrogu oraz wyniki osiągnięte dzięki tej metodzie. Broszura zasługuje na jak najszersze rozpowszechnienie jej w naszym hutnictwie w celu dokładnego zaznajomienia z nią kierownictwa, aktywów technicznego oraz kwalifikowanych i niekwalifikowanych pracowników wydziałów walcowni i stalowni a także może służyć za podręcznik nauczania metody Kowalowa w działach hutniczych wszystkich stopni.

MECHANIK — PORADNIK TECHNICZNY — tom II, część III, wydanie trzecie (całkowicie przerobione). Format B6, stron 244, rysunków 163, tablic 40. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 20,50.

Tom ten zawiera: Rysunek techniczny — określenie i rodzaj rysunków technicznych, rysunek techniczny maszynowy i zasady wykonania, rysunek techniczny budowlany, rysunek techniczny elektryczny i rysunki różne.

Teoria mechanizmów — pojęcia podstawowe, literatura i klasyfikacja mechanizmów. Zasady syntezy mechanizmów, określenie metody analizy kinematycznej płaskich mechanizmów. Analityczne metody analizy kinematyczne mechanizmów. Mechanizmy krzywkowe. Kinetostatyka mechanizmów.

Józef Zagórski — KOTŁY PAROWE. Format A5, stron 576, rysunków 295, tablic 38. Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego. Warszawa, 1953. Cena zł 21,40.

Podręcznik niniejszy przeznaczony jest w pierwszym rzędzie dla nauczania w dwuletniej Szkole Zasadniczej dla palaczy kotłowych, przewidziany jest zatem przede wszystkim dla szkolenia palaczy średnich kotłów (od 10 do 30 t/h) i większych (30 t/h). Materiał nauczania nie obejmuje konstrukcji i obsługi wielu kotłów mniejszych lub specjalnych, jak np. parowozowe, żelazne, centralnego ogrzewania itp., gdyż powinny one być objęte osobnym kursem. Podręcznik zawiera dużo wiadomości z dziedziny nauki o cieple, mający na uwadze zapoznanie palaczy z procesami fizyczno-chemicznymi, przebiegającymi w kotłach. W podręczniku opisano tylko najbardziej charakterystyczne typy kotłów, kładąc największy nacisk na opracowanie palenisk taśmowych i pyłowych. Wiadomości eksploatacyjne zostały podane ogólnie. Praca niniejsza jest wynikiem współpracy zespołu profesora i asystentów katedry kotłów b. Szkoły Inżynierskiej im. Wawelberga i Rotwanda. Wstęp, część I i II opracował prof. *Zagórski* część III i IV inżynierowie *A. Zmysłowski* i *J. Kurowski*.

Stowarzyszenie Elektryków Polskich. Polski Komitet Oświetleniowy — OŚWIETLENIE ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH. Format A5, stron 336, rysunków 13, tablic 12. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 20,50.

Praca składa się z trzech części: w pierwszej podano podstawowe wiadomości z dziedziny fizyki światła i fizjologii widzenia oraz omówiono wielkości i jednostki świetlne; w drugiej części podano właściwości elektrycznych źródeł światła i opraw oświetleniowych, omówiono zasady techniki oświetleniowej, metody projektowania urządzeń oświetlenia elektrycznego i ich konserwacji oraz podano wytyczne projektowania instalacji oświetleniowych; w trzeciej części zaś opisano sposoby oświetlenia wnętrza światłem dziennym i metody obliczania tego oświetlenia.

Książka jest przeznaczona dla projektujących i eksploatujących urządzenia oświetleniowe w zakładach przemysłowych.

A. E. Aleksiejew — KONSTRUKCJA MASZYN ELEKTRYCZNYCH. Tłumaczył dr inż. *Wł. Pelczewski*. Format A4, stron 374, rysunków 14, tablic 14. PWT, Warszawa, 1953. Cena 59,50.

W książce omówiono zasady konstrukcji i budowy współczesnych maszyn elektrycznych, metody obliczenia wytrzymałościowego poszczególnych części składowych i podstawy do obliczenia cieplnego oraz obliczenia przewietrzania. Podane są metody opracowania konstrukcji maszyn prądu stałego i prądu zmiennego.

Książka jest przeznaczona dla inżynierów i techników projektujących i eksploatujących maszyny elektryczne oraz dla studentów wyższych uczelni.

GOSPODARKA REMONTOWA — opracowanie: Naczelna Organizacja Techniczna. Format B5, stron 304, rysunków 96, tablic 1. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 8.—

Książka napisana w oparciu o materiały i rezolucje Pierwszej Krajowej Narady Remontowej oraz doświadczenia techniki radzieckiej, stawia po raz pierwszy w Polsce zagadnienie gospodarki remontowej pod kątem całości rozwiązań organizacyjnych i technicznych. Celem jej jest mobilizacja kadr technicznych do walki o przedłużenie życia maszyn oraz o maksymalne wykorzystanie zdolności produkcyjnej zakładów wytwórczych.

Książka omawia szereg konkretnych tematów z zakresu postępów metod technologii remontów oraz podaje obszerną bibliografię liczącą ponad 700 pozycji z literatury polskiej i zagranicznej, szczególnie radzieckiej.

„Gospodarka remontowa” może być z pożytkiem wykorzystana przez wszystkich pracowników służb produkcyjnych, w szczególności konserwacyjno-remontowych, może również służyć jako lektura pomocnicza w szkołach średnich i wyższych technicznych.

Książkę „Gospodarka remontowa” można nabyć w księgarniach technicznych Domu Książki oraz zamawiać (do przesyłki pocztą) w następujących ekspozyturach Domu Książki:

Białystok — ul. Sienkiewicza 2
Bydgoszcz — ul. Parkowa 2
Gdańsk — ul. Miszewskiego 16
Kielce — ul. M. Bucza 33
Koszalin — ul. Grunwaldzka 1
Kraków — ul. Smoleńsk 33
Lublin — ul. Dąbrowskiego 8
Łódź Fabr. — ul. Piotrkowska 96
Olsztyn — pl. Wolności 2/3
Opole Gł. — ul. Kropidły 5
Poznań — pl. Kolegiacki 17
Rzeszów — ul. Asnyka 18
Stalinogród — pl. Wolności 12-a
Szczecin — Wojska Polskiego 29
Warszawa — ul. Wiejska 16
Wrocław — ul. Rynek 60
Zielona Góra — Rynek Drzewny 1

Cena zł 9.—

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

- Bruins D. H.: **Obrabiarki do metali.** Tłum. z niem. T. Pietrzkiewicz 1953. S. 305, zł 19 (w oprawie)
- Dietrych J.: **Osadzarki.** 1953. S. 204, zł 20,40 (w oprawie)
- Foryst J.: **Wytrawianie stali.** 1953. S. 48, zł 2,60
- Hoare W. E.: **Blacha biała. Produkcja i zastosowanie.** Tłum. z ang. K. Tarnowski. 1953. S. 40, zł 2,80
- Ignatow I. I.: **Młoty matrycowe.** Tłum. z ros. K. Bosiacki. 1953. S. 367, zł 38,30 (w oprawie)
- Mechanik. Poradnik techniczny.** Dzieło zbiorowe pod red. A. T. Troskoleńskiego. Tom II. Część 3. Wyd. 3 całkowicie przerobione. 1953. S. 244, zł 20,50 (w oprawie)
- Mechanik. Poradnik techniczny.** Dzieło zbiorowe pod red. A. T. Troskoleńskiego. Tom IV. Część 3. Wyd. 3 całkowicie przerobione. 1953. S. 666, zł 76,— (w oprawie)
- Obąpalski J.: **Gospodarka energetyczna.** 1953. S. 336, zł 31,— (w oprawie)
- Pietrzkiewicz T.: **Pomiar mocy silników spalinowych.** 1953. S. 120, zł 8,50
- Przestępski W.: **Tynki w budownictwie.** 1953. S. 132, zł 17,30
- Szczukariew B. A.: **Metody potokowe w produkcji wielkoseryjnej.** Tłum. z ros. W. Kamiński. 1953. S. 151, zł 14,10
- Szmirek J.: **Powietrzne wiertarki obrotowe. Obchodzenie się i naprawa.** 1953. S. 35, zł 1,80
- Szupp B.: **Kurs spawania acetylenowego** (w pytaniach i odpowiedziach). Wyd. 5 niezmienione. 1953. S. 108, zł 4,—
- Technika bezpieczeństwa w górnictwie.** Praca zbiorowa. Górnictwo tom XVIII. 1953. S. 491, zł 45,50 (w oprawie)
- Tomaszewski A.: **Zarys metrologii warsztatowej. Podstawy teoretyczne i środki miernicze do pomiarów długości i kątów.** 1953. S. 431, zł 58,50 (w oprawie)
- Zniński Z.: **Stolarstwo budowlane. Część 2. Analiza jednostkowa robocizny i zużycia materiałów robót stolarsko-budowlanych.** 1953. S. 123, zł 38,— (w oprawie)
- Zyszkowski Z.: **Podstawy elektroakustyki.** 1953. S. 682, zł 58 (w oprawie)

Książki wydane poprzednio

- Bobek K., Metzger W., Schmidt F.: **Lekkie konstrukcje stalowe w budowie maszyn.** Tłum. z niem. E. Śledziwski. 1952. s. 112, zł 9
- Bolchowitinow 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).
- Coenen M.: **Elementy obrabiarek.** Tłum. z niem. W. Kamiński. 1952. s. 195, zł 34
- Dobrowolski J.: **Polerowanie elektrolityczne.** 1952. s. 95, zł 11
- Felgentraeger W.: **Wagi wysokiej dokładności. Konstrukcja, ważenie i odważniki.** Tłum. z niem. A. Richter. 1952. s. 225. zł 45 (w oprawie)
- Gliński W.: **Urządzenia przenośnikowe w przemyśle metalowym.** 1952. s. 84, zł 19
- Górski E.: **Frezy. Konstrukcja.** 1952. s. 191, zł 18
- Gostiew W.: **Kontrola techniczna i zwalczanie braków w przemyśle maszynowym.** Tłum. z ros. S. Kowalczyk. 1951. s. 76, zł 4
- Gosztowtt L.: **Uszczelnienia.** 1951. s. 230, zł 22
- Gosztowtt L.: **Usprawnienie obsługi i modernizacja pras hydraulicznych.** 1952. s. 68, zł 11,60
- 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
- Mały poradnik mechanika.** Praca zbiorowa. Wyd. 2 uzupełnione. 1952. s. 668, zł 58 (w oprawie)
- Nowikow M.: **Konstrukcja przyrządów montażowych.** Tłum. z ros. W. Ostrowski. 1952. s. 280, zł 42
- 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
- Śledziwski E.: **Projektowanie konstrukcji spawanych.** 1952. s. 155, zł 31 (w oprawie)
- Sokołowski A.: **Kurs technologii budowy maszyn. Część I.** Tłum. z ros. M. Rogoziński. s. 429, zł 49
- Tolłoczko B.: **Kotły parowe. Tom I. Zeszyt 1.** 1951. s. 92, zł 8
Zeszyt 2. 1952. s. 147, zł 5
- Warunki skrawania metali narzędziami ze stali szybko tnącej.** Praca zbiorowa. Tłum. z ros. W. Brodowicz. 1952. s. 348, zł 38,5

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki

