

TECHNIKA LOTNICZA

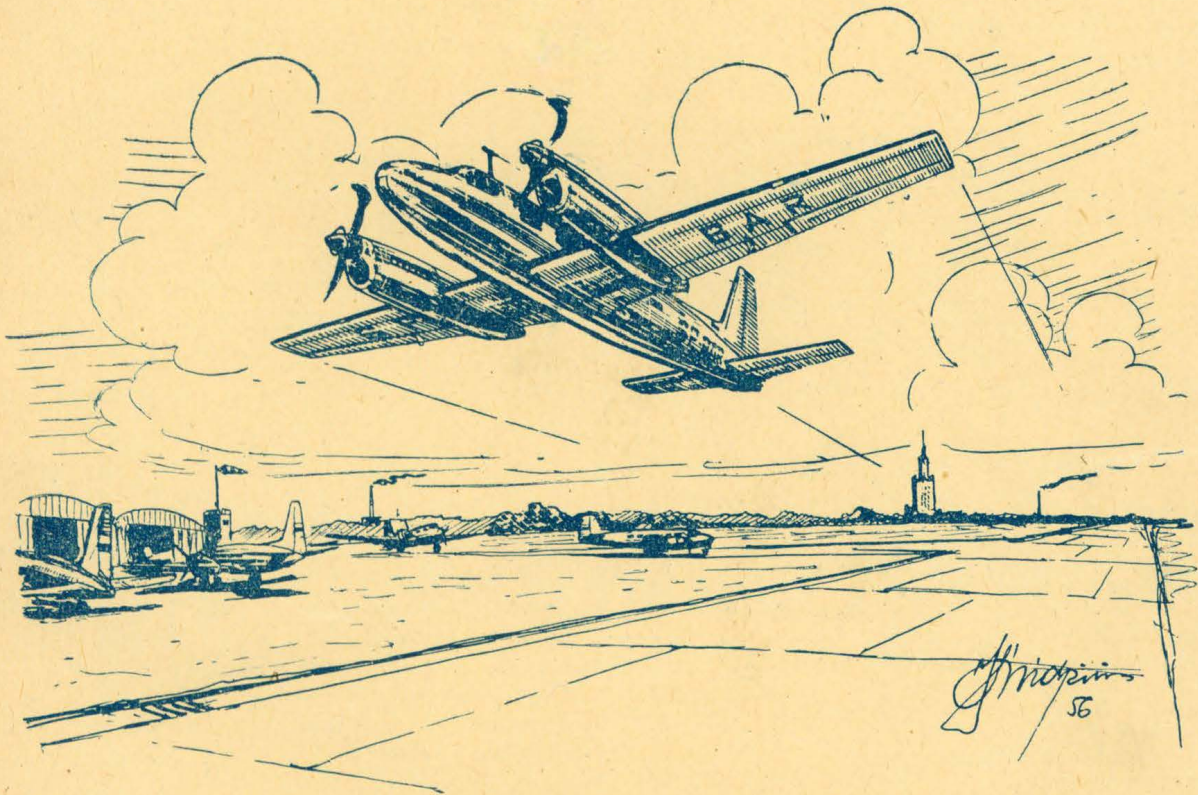
STYCZEŃ - LUTY

1

1956 R.

ROK XI

DWUMIESIĘCZNIK SEKCJI LOTNICZEJ STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO
INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH



TREŚĆ ZESZYTU

	Str.		str.
Współpracujemy przy układaniu planu pięcioletniego	1	Notatnik użytkownika — Tarcie powoduje uszkodzenie wałków napędowych	22
B. Krajewski: Analiza przepływu przez stopień sprężarki osiowej	2	Skrzynka techniczna — Jeszcze o wystawie „Postęp techniczny w służbie człowieka”	23
Z. Nowak: O niektórych własnościach i zastosowaniu silikonów w lotnictwie	5	Lotnicze słownictwo techniczne — Jednostki miar	25
J. Morawski: Potencjometryczne przekazywanie w zastosowaniu do busol odległościowych	8	Przeglądamy/ usprawnienia	28
Produkcja — K. Körner: Powierzchniowa obróbka aluminium i jego stopów	18	Kronika	30
		Przegląd Dokumentacyjny Lotnictwa	31
		Pomoce Konstruktorskie — H. Zatyka: Materiały tekstylne stosowane w konstrukcjach lotniczych:	okł.

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

„Pomoce Konstruktorskie Techniki Lotniczej“

Materiały tekstylne stosowane w konstrukcjach lotniczych

Zebrał i opracował inż. H. Zatyka

Materiałami tekstylnymi nazywa się wszystkie wyroby wykonane z włókien. Wspólną i charakterystyczną cechą wszystkich włókien jest duża różnica między ich długością a grubością. Ta

mineralne i syntetyczne. Te ostatnie odznaczają się szeregiem cennych zalet i znajdują coraz większe zastosowanie. Charakterystyczne własności poszczególnych rodzajów włókien zestawiono w tabeli 1.

Włókna w postaci naturalnej nie znalazły większego zastosowania w przemyśle lotniczym, szeroko natomiast stosowane są wyroby z włókien takie, jak: nici, taśmy, filce, maty izolacyjne i różnego rodzaju tkaniny.

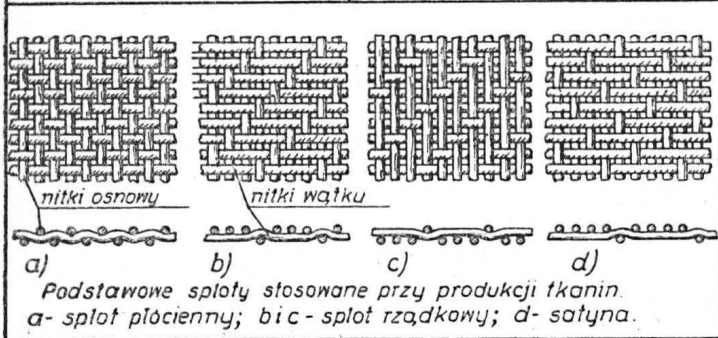
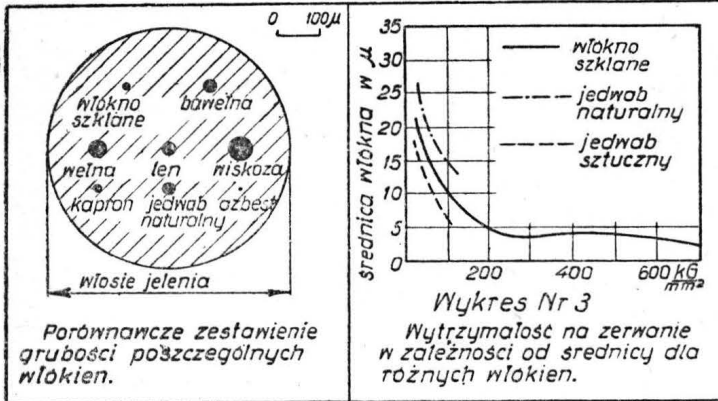
Ze względu na zastosowanie, materiały tekstylne można podzielić na następujące grupy:

1. materiały na pokrycia zewnętrzne, tkaniny pokryciowe, nici i taśmy,
 2. materiały dla izolacji cieplnej i tłumienia dźwięków — filce, maty izolacyjne, sukna,
 3. tkaniny do oklejania drewnianych elementów samolotów,
 4. tkaniny pokryciowe i pokrowcowe — brezenty, płótna żaglowe, dermatoid, tkaniny ognioodporne.
- Odrębną grupę stanowią tkaniny spadochronowe i tkaniny gumowane.

Obok podane są w porównawczej skali średnice niektórych włókien, wzory typowych splotów tkanin i porównawczy wykres wytrzymałości kilku włókien.

Charakterystyczne własności poszczególnych materiałów, określone głównie na podstawie istniejących norm, warunków technicznych i danych w literaturze, podane są w tabelach 2, 3, 4 i 5.

Dalszy ciąg w następnym zeszytcie T. L.



Technika Lotnicza. Pomoce Konstruktorskie. TL-1/56 Str. II

własność włókien powoduje, że wszystkie wyroby tekstylne odznaczają się dużą giętkością. W zależności od składu chemicznego, włókna można podzielić na cztery grupy: celulozowe, białkowe,

Metody określania grubości włókien lub przędzy

Istnieją dwa systemy określania grubości włókien: system numeracji i system titrowania. Pierwszy jest metryczny, ponieważ wykażuje ilość metrów włókna albo przędzy, przypadających na 1 G ciężaru włókna.

$$N_m = \frac{L}{G}$$

gdzie
 N_m — numer metryczny,
 G — ciężar w gramach,
 L — długość w metrach.

System titrowania wyraża liczbę jednostek ciężarowych włókna albo przędzy, przypadających na umowną jednostkę długości. Przyjęty jest obecnie włoski system titrowania, zgodnie z którym titer wyraża ciężar w gramach pasma o długości 9000 m.

$$T = \frac{9000 \cdot G}{L} \text{ albo } T = \frac{9000}{N_m}$$

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Принимаем участие в разработке плана следующей пятилетки	1
B. Krajewski: Анализ движения воздушного потока через ступень осевого компрессора	2
Z. Nowak: О некоторых свойствах силиконов и о их применении в авиации	5
J. Morawski: Применение потенциметрической передачи в дистанционных компасах	8
Производство — K. Körner: Поверхностная обработка алюминия и его сплавов	18
Заметки по технической эксплуатации	22
Технический почтовый ящик	23
Авиационный технический словарь	25
Хроника	30
Документальный обзор авиации	31
Конструкторские пособия — H. Zatyka: Текстильные материалы применяемые в авиационных конструкциях	обертки

CONTENTS

	page
We cooperate at working out a new 5-yers plane	1
B. Krajewski: Analysis of flow through one stage of an axial compressor	2
Z. Nowak: Some remarks on properties and use of silicone in aeronautics	5
J. Morawski: Potentiometric data transmission used in distant reading compasses	8
K. Körner: Surface treatment of aluminium and its alloys	18
The User's Note-Book	22
Technical Letter Box	23
Aeronautical Technical Glossary	25
Chronicle	30
Aviation Documentation Review	31
Designer Data Sheets — H. Zatyka: Textile materials as used in aircraft production	on cover

TECHNIKA LOTNICZA — Dwumiesięcznik Sekcji Lotniczej Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Mechaników Polskich

Wydawnictwo NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ Redaguje Komitet Redakcyjny w składzie: Redaktor Naczelny — mgr inż. Jan Paczoski, Redaktorzy Działowi — mgr inż. St. Lassota, mgr inż. R. Lewandowski, mgr inż. St. Madeyski.

Adres Redakcji: Warszawa 10, Nowowiejska 24. Redaktor Naczelny przyjmuje we wtorki i piątki godz. 18—19.

Redaktor techniczny: Bogdan Sadlik. Sekretarz redakcji: Jarosława Berżyńska

Adres Administracji: Administracja Czasopism Technicznych NOT. Warszawa, ulica Mickiewicza 18, tel. 33-11-72 i 33-01-11

Prenumeratę normalną przyjmują wyłącznie urzędy pocztowe miejsca zamieszkania oraz listonosze.

Cena pojedynczego zeszytu 9.— zł.

Prenumerata roczna 54.— zł.

Półroczna 27.— zł.

TECHNIKA LOTNICZA

DWUMIESIĘCZNIK SEKCJI LOTNICZEJ STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO
INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

ROK XI

STYCZEŃ – LUTY 1956 R.

ZESZYT 1 (37)

Współpracujemy przy układaniu planu pięcioletniego

W początkach grudnia 1955 r. ukazała się uchwała KC PZPR, inicjująca nowy tryb opracowywania planów pracy zakładów przemysłowych. Uchwała ta zobowiązuje członków Partii i członków Związków Zawodowych do znacznie szerszego niż dotychczas udziału w opracowywaniu planów, w szczególności do intensywnego włączenia się w nurt dyskusji nad planem 5-letnim i jego pierwszym etapem — planem roku 1956. We wszystkich gospodarstwach ważnych zakładach produkcyjnych zostaną do 1. marca rb. przedyskutowane projekty pięcioletniego planu danego zakładu. Praca ta będzie dokonana w oparciu o materiały przygotowane przez ministerstwo i centralne zarządy na podstawie ogólnych projektów planu pięcioletniego. Zadaniem postawionym przed organizacjami partyjnymi i związkowymi jest przemyślenie, czy zaplanowano właściwe tempo rozwoju produkcji, czy dobrano właściwe wskaźniki produkcyjne, czy profil produkcyjny zakładu dostosowany jest do planowanej produkcji, czy zapewniono dostateczny plan postępu technicznego, czy zastosowano właściwą politykę materiałową, czy zaplanowane koszty własne nie są zbyt wysokie, itp. Zadaniem konferencji będzie również analiza planu bezpieczeństwa i higieny pracy, rozwoju ruchu racjonalizatorskiego, szkolenia oraz spraw kulturalno-bytowych.

Jednym z bardzo ważnych momentów w tej dyskusji jest zagadnienie właściwego poziomu nakładów inwestycyjnych. Wiadomo, że w latach ubiegłych w niektórych naszych zakładach przemysłowych inwestowano znaczne sumy tam, gdzie istniejącymi środkami można było poważnie powiększyć moc produkcyjną zakładu.

W akcji powyższej szczególna rola przypada Naczelnej Organizacji Technicznej i jej stowarzyszeniom branżowym, co jest specjalnie podkreślone w uchwale. Aktyw inżyniersko-techniczny może i powinien mieć wpływ na układanie planów perspektywicznych. Aktyw ten powinien dbać o takie opracowanie planu, aby osiągnąć możliwie największą wydajność i należytą jakość produkcji przy najniższych nakładach inwestycyjnych i kosztach własnych. Musimy zdać sobie jasno sprawę z tego, że kwestia właściwej wydajności pracy, że kwestia kosztów własnych jest bezpośrednio i wprost powiązana z naszymi zarobkami, z poziomem naszej stopy życiowej.

Ze strony administracji zakładów istnieją nieraz tendencje do asekuranckiego obniżania planów. Prowadzi to do wzrostu kosztów własnych, a zatem godzi w nasz interes — obniża w skali ogólnopństwowej kwotę dochodu społecznego.

Pomocnym czynnikiem w dyskusji nad planem 5-letnim będą zebrane z inicjatywy SIMP materiały, dotyczące porównania kosztów własnych niektórych ważniejszych wyrobów przemysłowych w różnych zakładach polskich i obcych. Materiał ten zostanie udostępniony odpowiednim komórkom SIMP.

Tyle ogólnie — a teraz rozpatrzmy sprawę na terenie lotnictwa. W przemyśle lotniczym dyskusja nad planem 5-letnim będzie miała nieco węższy zakres. Wielkość produkcji jest tutaj określona innymi czynnikami. Dyskusja natomiast winna wskazać, jak produkować taniej i lepiej. Sprawa włączenia w tę akcję kół zakładowych Sekcji Lotniczej była omawiana na ostatnim zebraniu Zarządu Sekcji, o którym piszemy w Kronice. Na tym miejscu pragniemy poruszyć zagadnienie bardziej ogólne, a mianowicie zagadnienie, w którym głos doradczy organizacji branżowej może być, wydaje nam się, cenny.

Przemysł lotniczy jest u nas podzielony pomiędzy dwa resorty, szkoleniem lotniczym zajmuje się natomiast Liga Przy-

jaciół Żołnierza. Koordynacja spraw lotniczych albo nie istnieje wcale, albo nie jest widoczna dla przeciętnego człowieka, związanego z naszym lotnictwem. Z przemysłem lotniczym kooperuje prawie cały przemysł pozostały, który dostaje zamówienia od tych różnych zleceńodawców. Stowarzyszeniem, na terenie którego spotyka się aktyw techniczny różnych instytucji, związanych z lotnictwem, jest Sekcja Lotnicza SIMP.

Wydaje się celowe, aby niezależnie od przedyskutowania planów w lokalnych zakładach pracy, aktyw ten współpracował przy planowaniu skali ogólnokrajowej. Współpracę tę wyobrażamy sobie między innymi jako udział w wypowiedziach na łamach naszego czasopisma w sprawie aktualnych zagadnień nurtujących lotnictwo. W „Technice Lotniczej” omawialiśmy już nieraz zagadnienia ogólnego znaczenia dla lotnictwa jak: konieczność wzmocnienia prac nad rozwojem sprzętu śmigłowcowego i zastosowanie śmigłowców w transporcie, rolnictwie i komunikacji; zagadnienie organizacji produkcji samolotów; zagadnienie muzeum lotniczego, itp. Wydaje nam się, że omawiana uchwała KC PZPR, która jest początkiem akcji szerszego wciągnięcia aktywu technicznego do spraw polityki produkcyjnej i planowania, jest dla nas szczególnie zachętą w kierunku rozwinięcia prowadzonej akcji wymiany zdań na tematy ogólne. Wydaje się nam, że w dziedzinie koordynacji niektórych spraw lotniczych jest jeszcze wiele do zrobienia i że brak dostatecznej koordynacji w latach ubiegłych był poważnym niedociągnięciem. Dla przykładu podamy, że prace nad modyfikacją dobrze zapowiadającego się samolotu „CSS—12” „odleżały się” przez kilka lat, pomimo że sprzęt taki jest dla naszych linii bardzo potrzebny. Resort transportu drogowego i lotniczego nie potrafił wywrzeć dostatecznego nacisku na przyspieszenie opracowania nowego sprzętu, dostosowanego do specyficznych warunków polskich linii lotniczych. Wydaje się nam, że w planie 5-letnim, który powinien być układany od razu w oparciu o perspektywę na lata dalsze, należy między innymi:

1. zwiększyć tempo i zakres prac naukowych i doświadczalnych w dziedzinie lotnictwa, szczególnie w zakresie wielkich prędkości lotu, napędu odrzutowego, automatycznego sterowania itp.;

2. dostarczyć polskim liniom lotniczym krajowy sprzęt dostosowany do użytkowania w naszych warunkach (krótkie trasy, przewidywane duże nasilenie ruchu itp.);

3. otoczyć większą opieką lotnictwo sportowe. W ramach tego zagadnienia wydaje się celowe rozpracowanie planu zaopatrzenia aeroklubów w takie typy samolotów, które pozwolą na ulepszenie i uwszechstronienie szkolenia. Sprzęt taki możemy i powinniśmy, naszym zdaniem, produkować w kraju. Sprawie opieki nad lotnictwem sportowym, w szczególności silnikowym, poświęca się dotychczas zbyt mało uwagi;

4. rozpocząć projektowanie i budowę krajowej konstrukcji osprzętu dla szybownictwa, w szczególności przyrządów pokładowych;

5. poprawić zaopatrzenie zakładów wytwórczych i naprawczych lotnictwa sportowego w materiały lotnicze.

W tych i tym podobnych sprawach powinniśmy się, my inżynierowie i technicy przemysłu lotniczego, wypowiadać, a głosy nasze powinny być rozpatrzone przez władze administracyjne. Dla artykułów związanych z długofalowymi zagadnieniami lotnictwa, łamy naszego czasopisma są zawsze otwarte.

Mgr inż. BOHDAN KRAJEWSKI

Analiza przepływu przez stopień sprężarki osiowej

Autor analizuje równanie Eulera w oparciu o badania i obserwacje przepływu przez stopień maszyny wirnikowej. Dodatkowe założenie umożliwia opisanie matematyczne przepływu przy warunku $\text{rot } \vec{c} \neq 0$.

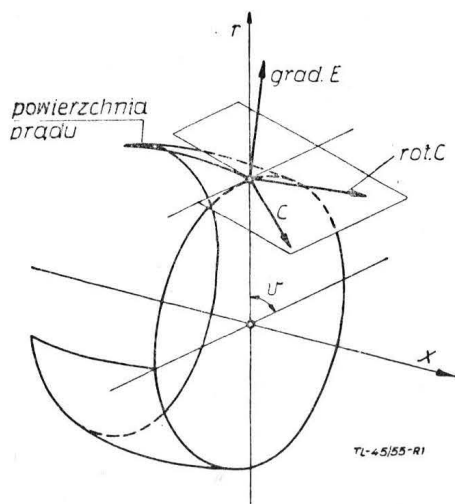
Wstęp.

W teorii maszyn wirnikowych występują dwa wyraźne problemy, traktowane przeważnie oddzielnie, a to zagadnienie przepływu przez stopień, ewentualnie kilka stopni, przy założeniu geometrii przepływu, obojętnie w jakiej formie, oraz zagadnienie drugie: dobór profilów, które zapewnią założoną geometrię przepływu; przy czym w drugim zagadnieniu zaznacza się dalszy podział, w zależności od tego, czy szukana ewentualnie dana jest geometria profilu. Niniejszy artykuł zajmuje się zagadnieniem pierwszym. Na marginesie tego zagadnienia warto podkreślić, że w wielu przypadkach autorzy posługują się modelem zapożyczonym ze sprężystości materiałów. To korszak modelowy może być powodem pomieszania pojęć i stwarza niebezpieczeństwo precedens dla plejady autorów, którzy zamiast przyswajając sobie dawno odkryte prawa i ściśle pojęcia matematyczne, będące bazą wyjściową dla nowych rozwiązań, tworzą pseudo-nowe. Osobną grupę stanowią z kolei ci, którzy posługując się równaniami Eulera, we współrzędnych walcowych, dokonują niczym niewytłumaczonych operacji upraszczających. Autor tego artykułu, posługując się równaniami Eulera oraz omawiając poszczególne uproszczenia, podaje nowe rozwiązanie, dotyczące przepływu przez stopień maszyny wirnikowej osiowej. Ze względów od autora niezależnych, autor ogranicza się do rozwiązania, dotyczącego czynnika nieściśliwego.

Zastosowanie równań Eulera do analizy przepływu przez stopień maszyny wirnikowej.

W przypadku, gdy ograniczymy się do cieczy, która będzie spełniać następujące warunki:

- ciecz jest pozbawiona lepkości
- ruch cieczy jest ruchem ustalonym



Rys. 1. Usytuowanie wektorów na powierzchni prądu

- wszystkie wielkości zmieniają się w układzie (r, x) rys. 1, pozostając stałymi na obwodach poszczególnych promieni, to równania Eulera przybiorą następującą postać we współrzędnych walcowych:

$$c_r \frac{dc_r}{dr} + c_x \frac{dc_r}{dx} - \frac{c_u^2}{r} = P_r - \frac{1}{\mu} \frac{dp}{dr} \quad \dots \dots [1]$$

$$c_r \frac{dc_x}{dr} + c_x \frac{dc_x}{dx} = P_x - \frac{1}{\mu} \frac{dp}{dx} \quad \dots \dots [2]$$

$$c_r \frac{dc_u}{dr} + c_x \frac{dc_u}{dx} + \frac{c_r c_u}{r} = P_u \quad \dots \dots [3]$$

gdzie:

c_r, c_u, c_x — składowe prędkości bezwzględnej w kierunkach odpowiednio: promieniowym, obwodowym, osiowym.

P — siła powstała z oddziaływania łopatek.

μ — gęstość czynnika przepływającego.

p — ciśnienie statyczne.

Oznaczając następnie:

$$E \left[\frac{m^2}{s} \right] = \frac{p}{\mu} + \frac{c^2}{2} \quad \text{przy czym } E \text{ jest równoważne energii}$$

całkowanej czynnika przepływającego na jednostkę masy, możemy powyższe równania przedstawić również w postaci:

$$P_r + \frac{dE}{dr} - \frac{c_u}{r} \frac{d[r \cdot c_u]}{dr} - c_x \left[\frac{dc_r}{dx} - \frac{dc_x}{dr} \right] \quad \dots \dots [4]$$

$$P_x + \frac{dE}{dx} = c_r \left[\frac{dc_r}{dx} - \frac{dc_x}{dr} \right] + c_u \frac{dc_u}{dx} \quad \dots \dots [5]$$

$$P_u - \frac{c_r}{r} \frac{d[r \cdot c_u]}{dr} + c_x \frac{dc_u}{dx} \quad \dots \dots [6]$$

Chcąc równania te dalej przekształcić wprowadzimy wyrażenia na rotację we współrzędnych walcowych:

$$2\omega_r = -\frac{dc_u}{dr} \quad \dots \dots [7]$$

$$2\omega_x = \frac{1}{r} \frac{d[r \cdot c_u]}{dr} \quad \dots \dots [8]$$

$$2\omega_u = \frac{dc_r}{dx} - \frac{dc_x}{dr} \quad \dots \dots [9]$$

a stąd

$$P_r + \frac{dE}{dr} = c_u \cdot 2\omega_x - c_x 2\omega_u \quad \dots \dots [10]$$

$$P_x + \frac{dE}{dx} = c_r 2\omega_u - c_u 2\omega_r \quad \dots \dots [11]$$

$$P_u = c_r 2\omega_x - c_x 2\omega_r \quad \dots \dots [12]$$

Zwykle przy analizie przepływu ograniczamy się do rozpatrywania w płaszczyźnie międzywieńcowej w pkt. 1 i 2 (rys. 2), gdzie nie ma oddziaływania łopatek a więc i siły P (siły wolumetryczne, ze względu na małe wymiary sprężarek pomijamy). Układ poszczególnych wektorów przedstawia rys. 1.

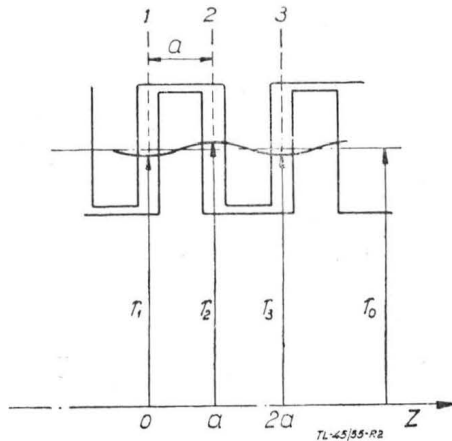
Jeśli chodzi o przepływ niewirowy, to w wielu miejscach można znaleźć rozwiązanie tego zagadnienia. W celu utrzymania ciągłości artykułu podamy, że zachodzi to wtedy, gdy poszczególne rotacje równają się zeru, a więc gdy:

$$2\omega_r = -\frac{dc_u}{dx} = 0; \quad \dots \dots [13]$$

$$2\omega_x = \frac{1}{r} \frac{d[r c_u]}{dr} = 0; \quad \dots \dots [14]$$

$$2\omega_u = \frac{dc_r}{dx} - \frac{dc_x}{dr} = 0; \quad \dots \quad [15]$$

Przenosząc te warunki matematyczne na płaszczyznę konstrukcyjno — techniczną można stwierdzić co następuje: pierwsze (13) równanie jest zawsze spełnione, ponieważ w szczelinie międzywieńcowej można przyjąć z dobrym przybliżeniem, że prędkość bezwzględna nie zmienia się, a więc jej pochodna względem tej szczeliny jest równa zero.



Rys. 2. Przebieg powierzchni prądu w przekroju poosiowym

Drugie (14) równanie nie wymaga komentarzy, ze względu na prostą zależność:

$$\frac{d[r \cdot c_u]}{dr} = 0; \quad \text{stąd} \quad r \cdot c_u = \text{const};$$

W celu rozpatrzenia trzeciego (15) równania wprowadzimy funkcję Stokesa, która spełnia równania:

$$c_x = \frac{1}{r} \cdot \frac{d\psi}{dr} \quad \text{oraz} \quad c_r = -\frac{1}{r} \frac{d\psi}{dx};$$

stąd

$$\frac{dc_r}{dx} - \frac{dc_u}{dr} = -\frac{1}{r} \left(\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{d^2\psi}{dr^2} - \frac{1}{r} \frac{d\psi}{dr} \right) \dots \quad [16]$$

Równanie (16) jest równaniem Laplace'a we współrzędnych walcowych i jest zawsze spełnione w przypadku przepływu potencjalnego. Jak wiadomo stały kręt $r \cdot c_u = \text{const}$, nie zmienia ustalonych powierzchni prądu. Na tej podstawie można wyznaczyć skręt łopatek, który uzależniony jest od rozkładu prędkości osiowej, jaki się ustali w zaprojektowanym kanale oraz $r \cdot c_u = \text{const}$, przy czym ten rozkład krętu, jak było to wspomniane wyżej, nie wpływa na powierzchnię prądu a tym samym i na rozkład prędkości osiowej. Przepływ bez rotacji stosowany był i jest w dalszym ciągu w wielu typach sprężarek osiowych i wentylatorów. Z punktu widzenia teoretycznego, przy uproszczonym modelu, jaki stosowaliśmy do naszych rozważań, nie uwzględniając lepkości, strat szczelinowych i przecieków, warunek $\text{rot } c = 0$ odpowiada najkorzystniejszemu przepływowi. Rzeczywistość techniczna zmusza nas jednak do brania pod uwagę wpływu pobocznych czynników, poza tym kryterium sprawności nie jest jedynym, stosowanym przy ocenie danej sprężarki. Wpływ na ocenę ma również wielkość obciążenia, ilość stopni i inne. Ta stała pogoń za najlepszym kompromisem technicznym była powodem coraz wnikliwszej analizy przepływu. W rezultacie opierając się na obserwacjach i badaniach przepływu przez stopień maszyny wirnikowej osiowej (Darrieus, Traupel, Korbacher, Eckert, Sinnette), poczyniono pewne założenia, umożliwiające rozwiązanie równań Eulera nawet wtedy, gdy $\text{rot } c \neq 0$. Do tych kardynalnych założeń należy periodyczność zjawiska przepływu wzdłuż osi x, dająca w efekcie sinusoidalny przebieg rozpatrywanych powierzchni prądu, widocznych jako linie w przekroju poosiowym (rys. 2). Jak widać bezpośrednio z rys. 2 można ustalić następującą zależność:

$$r - r_0 = -\frac{r_2 - r_1}{2} \cos \left(\frac{\pi x}{a} \right) \dots \quad [17]$$

Ponieważ wektor prędkości \bar{c} jest styczny do powierzchni prądu, więc zapis tego warunku da się przedstawić:

$$\frac{dr}{dx} = \frac{c_r}{c_x} \dots \quad [18]$$

stąd otrzymamy:

$$c_r = c_x \frac{dr}{dx} \dots \quad [19]$$

Po zróżniczkowaniu tego wyrażenia względem x, otrzymamy:

$$\frac{dc_r}{dx} - \frac{dc_x}{dx} \cdot \frac{dr}{dx} + c_x \frac{d^2r}{dx^2} \dots \quad [20]$$

Jak już poprzednio było wspomniane $\frac{dc_r}{dx} = 0$, oznacza to,

że zmiana prędkości osiowej w szczelinie międzywieńcowej jest pomijalna. W związku z tym:

$$\frac{dc_r}{dx} = c_x \frac{d^2r}{dx^2} \dots \quad [21]$$

Wielu autorów wykorzystując niedomówienia stara się przezmoczyć wygodną w ich mniemaniu zależność, z której wynika,

że gdy $c_r = 0$ w pkt. 1, 2, 3 ... n, to automatycznie $\frac{dc_r}{dx} = 0$:

że tak nie jest można się bezpośrednio przekonać z równania 17, przy czym po dwukrotnym zróżniczkowaniu otrzymamy:

$$\frac{d^2r}{dx^2} = \frac{(r_2 - r_1)}{2} \left(\frac{\pi}{a} \right)^2 \cos \left(\frac{\pi x}{a} \right) \dots \quad [22]$$

Stąd dla pkt. 1, 2, 3 ... n wartość bezwzględna pochodnej:

$$\frac{d^2r}{dx^2} = \left| \frac{(r_2 - r_1)}{2} \left(\frac{\pi}{a} \right)^2 \right| \dots \quad [23]$$

Ograniczając się w dalszych rozważaniach tylko do składowej promieniowej gradientu ciśnienia (w przestrzeni międzywieńcowej ze względu na $c_r = 0$, składowa promieniowa odgrywa decydującą rolę), na podstawie równania 1, napiszemy:

$$\frac{1}{\mu} \frac{dp}{dr} - \frac{c_u^2}{r} - c_x \frac{dc_r}{dx} \dots \quad [24]$$

ewentualnie po podstawieniu równania 23:

$$\frac{1}{\mu} \frac{dp}{dr} - \frac{c_u^2}{r} \mp \frac{\pi^2}{2a^2} (r_2 - r_1) c_x^2 \dots \quad [25]$$

gdzie znak \mp odnosi się odpowiednio do płaszczyzny przed ewentualnie za wirnikiem, przy czym należy pamiętać, że $(r_2 - r_1)$ jest pewną, w pierwszym etapie obliczeń nieznaną funkcją promienia:

$$r_2 - r_1 = g(r) \dots \quad [26]$$

Uwagi odnośnie znaku odnoszą się do linii prądu, usytuowanych względem łopatek tak, jak na rys. 2.

Dalsze zależności między ciśnieniem całkowitym p_{o1} a p_{o2} znajdziemy z równania określającego moment ilości ruchu:

$$p_{o2} - p_{o1} = \mu \omega (r_2 c_{u2} - r_1 c_{u1}) \dots \quad [27]$$

oraz z równania Bernoulliego

$$\left. \begin{aligned} p_{o1} &= p_1 + \frac{\mu}{2} (c_{u1}^2 + c_{x1}^2) \\ p_{o2} &= p_2 + \frac{\mu}{2} (c_{u2}^2 + c_{x2}^2) \end{aligned} \right\} \dots \quad [28]$$

stąd

$$p_1 + \frac{\mu}{2} (c_{u1}^2 + c_{x1}^2 - 2 \omega r_1 c_{u1}) = p_2 + \frac{\mu}{2} (c_{u2}^2 + c_{x2}^2 - 2 \omega r_2 c_{u2}) \dots [29]$$

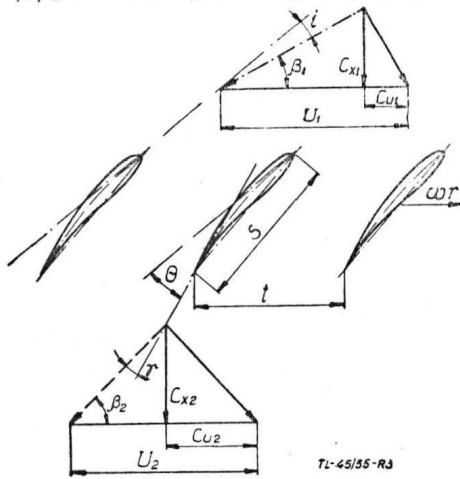
Następną zależność otrzymamy z równania ciągłości:

$$\gamma_1 c_{x1} r_1 dr_1 = \gamma_2 c_{x2} r_2 dr_2 \dots [30]$$

przy czym dla cieczy nieściśliwej:

$$c_{x1} r_1 dr_1 = c_{x2} r_2 dr_2 \dots [31]$$

W przypadku, gdy parametry wlotowe jak p_1, c_{x1}, c_{u1} , są znane, równania (29) i (30) zawierają niewiadome: p_2, c_{x2}, c_{u2} jako funkcje r_2 oraz r_2 w zależności od r_1 . Uzupełniające równanie dostarczy nam geometria przepływu, obojętnie w jakiej formie narzucona, a więc $c_{u2} = i(r_2)$ ewentualnie $\beta_2 = h(r_2)$, gdzie β_2 oznacza kąt zawarty między kierunkiem prędkości



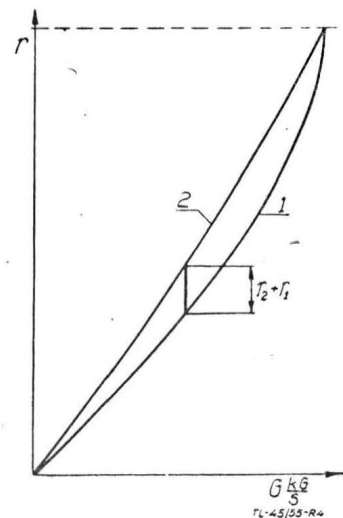
Rys. 3. Geometria przepływu

kości wlotowej a kierunkiem prędkości unoszenia^o rys. 3. Posługując się tą ostatnią zależnością otrzymamy:

$$c_{u2} = \omega r_2 - c_{x2} \cdot ctg \beta_2 \dots [32]$$

Po zrózniczkowaniu równania (29) względem r_2 i podstawieniu odpowiednich wyników z równań (25) i (28), oraz po pewnych przekształceniach, otrzymamy:

$$\frac{(\omega r_2 - c_{x2} \cdot ctg \beta_2)^2}{r_2} + \frac{c_{x2}^2 \pi^2}{2 a^2} g(r_2) + \frac{1}{2} \frac{d}{dr_2} \left[\frac{c_{x2}^2}{\sin^2 \beta_2} - \omega^2 r_2^2 \right] = \left[\frac{dp_{o1}}{dr_1} - \omega \frac{d(r_1 c_{u1})}{dr_1} \right] \frac{dr_1}{dr_2} [33]$$



Rys. 4. Rozkład wydatku wzdłuż promienia

eliminując następnie wyrażenie $\frac{dr_1}{dr_2}$ za pomocą równania (30) i wykorzystując przekształcenia, otrzymamy:

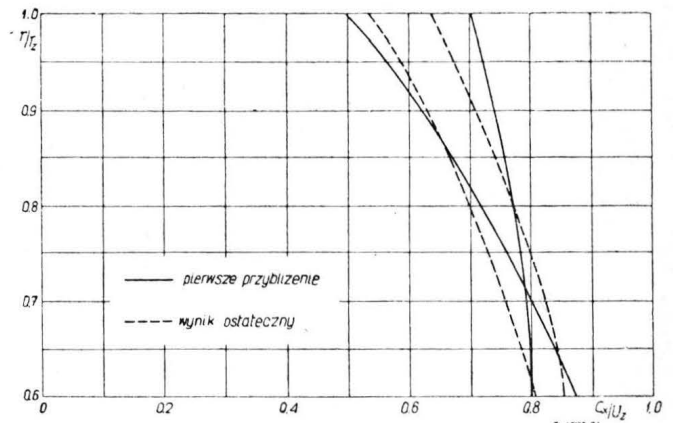
$$\frac{dc_{x2}}{dr_2} + \left[\frac{\cos^2 \beta_2}{r_2} - \frac{d(\ln \sin \beta_2)}{dr_2} + \frac{\pi^2}{2 a^2} g(r_2) \sin^2 \beta_2 \right] c_{x2} = \omega \left[2 \sin \beta_2 \cos \beta_2 - \frac{r_2 \sin^2 \beta_2}{r_1 c_{x1}} \cdot \frac{d(r_1 c_{u1})}{dr_1} \right] + \frac{r_2}{c_{x1} r_1} \cdot \frac{dp_{o1}}{dr_1} \sin^2 \beta_2 \dots [34]$$

Rozwiązaniem tego równania różniczkowego jest:

$$c_{x2} = \sin \beta_2 \cdot e^{-\int \left[\frac{\cos^2 \beta_2}{r_2} + \frac{\pi^2}{2 a^2} g(r_2) \sin^2 \beta_2 \right] dr_2} \cdot \left\{ \int \left[\omega \left(2 \cos \beta_2 - \frac{\sin \beta_2}{c_{x1}} \cdot \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{d[r_1 c_{u1}]}{dr_1} \right) + \frac{r_2}{c_{x1} r_1} \cdot \frac{dp_{o1}}{dr_1} \cdot \sin \beta_2 \right] \cdot e^{\int \left[\frac{\cos^2 \beta_2}{r_2} + \frac{\pi^2}{2 a^2} g(r_2) \sin^2 \beta_2 \right] dr_2} \cdot dr_2 + K \right\} \dots [35]$$

gdzie K jest wyznaczane z warunku ciągłości strugi i z zadanego wydatku.

Dla kierownicy otrzymamy podobnie zakładając, że $\omega = 0$. Wydawałoby się w pierwszej chwili, że rozwiązanie tego równania jest jakimś błędnym kołem bez wyjścia. Może nas utrzymywać w tym przekonaniu fakt, że na początku obliczeń nie



Rys. 5. Rozkład prędkości osiowej wzdłuż promienia

znamy r_2 w funkcji r_1 . Aby obejść tę trudność zakładamy w celu otrzymania pierwszego przybliżenia, że $r_2 = r_1$. Przy tym założeniu równanie (35) przybierze postać:

$$c_{x2} = \sin \beta_2 \cdot e^{-\int \frac{\cos^2 \beta_2}{r_2} dr_2} \cdot \left\{ \int \left[\omega \left(2 \cos \beta_2 - \frac{\sin \beta_2}{c_{x1}} \cdot \frac{d[r_1 c_{u1}]}{dr_1} \right) + \frac{dp_{o1}}{dr_1} \frac{\sin \beta_2}{c_{x1}} \right] \cdot e^{\int \frac{\cos^2 \beta_2}{r_2} \cdot dr_2} \cdot dr_2 + K_1 \right\} \dots [36]$$

Równanie to jest identyczne z równaniem, jakie otrzymano w pracy (2). Obliczając następnie wydatek G w funkcji r , na podstawie równania (30), przy założeniu $r_2 = r_1$ otrzymamy pierwsze przybliżenie dla różnicy $r_2 - r_1$; Wykres ten przedstawiony jest na rys. 4. Wartość ostateczną, jaka się ustali po kolejnych procesach iteracyjnych, można znaleźć z równania:

$$(r_2 - r_1)_o = \frac{(r_2 - r_1)_1}{1 + A^2} \dots [37]$$

gdzie indeksy oznaczają:

- 1 — pierwsze przybliżenie
- o — wartość ostateczna

$A = \frac{r_z - r_{wv}}{a}$ przy czym r_z — promień zewnętrzny
 r_{wv} — promień wewnętrzny
 a — szerokość wieńca

Rys. 5 przedstawia, jakiego rzędu mogą być odchyłki w rozkładzie prędkości w porównaniu z równaniem przybliżonym.
Artykuł wpłynął dn 17 czerwca 1955 r.

LITERATURA

- (1) W. Traupel — „Neue allgemeine Theorie der mehrstufigen axialen Turbomaschine“, Zürich 1942.
- (2) J. T. Bowen, R. H. Sabersky and W. D. Rannie — „Investigations

- of Axial-Flow Compressors“, Trans. of A. S. M. E., Vol. 73, 1951.
- (3) B. Eckert — „Axialkompressoren und Radialkompressoren“, Berlin (Göttingen) Heidelberg — 1953.
- (4) Chung-Hua Wu and L. Wolfenstein — „Application of Radial-Equilibrium Condition to Axial-Flow Compressors and Turbine Design“, Trans. of N. A. C. A., 1948.
- (5) B. Krajewski — Przepływ cieczy nieściśliwej przez stopień maszyny wirnikowej osiowej w świetle równań aero- i hydrodynamicznych. Techn. Lotn. 4/1950 s. 128.

Mgr inż. ZOFIA NOWAK

629.13.002.3:661.718.5

O niektórych własnościach i zastosowaniu silikonów w lotnictwie

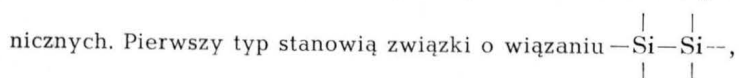
Wskazano znaczenie, różnorodne właściwości i możliwości zastosowania w lotnictwie związków krzemowych, zwanych silikonami. Omówiono typy polimerów krzemooorganicznych, oleje i masy silikonowe, kauczuki i żywice silikonowe, silikonowe błony wodoodporne, estry kwasu ortokrzemowego.

Wstęp

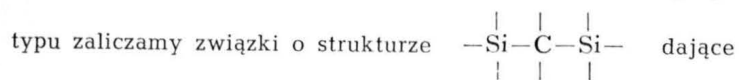
W ostatnich latach, w związku z szybkim rozwojem lotnictwa, obiektem szczególnego zainteresowania stały się polimery krzemooorganiczne, które ze względu na swe cenne własności, są niezastąpione w eksploatacji nowoczesnych samolotów. W niniejszym artykule postaramy się dać przegląd własności produktów z nich uzyskiwanych. Krzem, jako pierwiastek występujący w tej samej grupie układu okresowego, co węgiel, wykazuje pewne z nim analogie, wyrażające się między innymi w zdolności tworzenia związków z wodorem zwanych silanami, o ogólnym wzorze $Si_n H_{2n+2}$. Jest to trudno dostępna dziedzina związków krzemu, ze względu na ich ogromną reaktywność z tlenem. Zastosowanie silanów jako paliw lotniczych było już rozpatrywane na łamach „Techniki Lotniczej” (zeszyt nr 2 z roku 1953) w artykule mgr inż. Stanisława Witkowskiego pt. „Zagadnienie wyższych silanów jako paliw lotniczych”, lecz na razie należy ono do zagadnień przyszłości.

Typy polimerów krzemooorganicznych

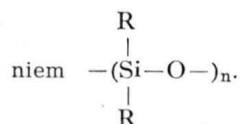
Do najciekawszych związków krzemu należą połączenia krzemu z rodnikami organicznymi, mające duże zdolności do tworzenia połączeń wielocząsteczkowych (polikondensacji). Fizyczne własności uzyskanych polimerów są zależne od rodzaju i liczby rodników organicznych oraz od kształtu liniowego, cyklicznego, rozgałęzionego czy usieciowanego utworzonych cząsteczek. Znamy dzisiaj kilka typów polimerów krzemooorganicznych. Pierwszy typ stanowią związki o wiązaniu $-Si-Si-$,



występujące bądź pod postacią cykliczną bądź łańcuchową, nie mające znaczenia z powodu nietrwałości. Do drugiego

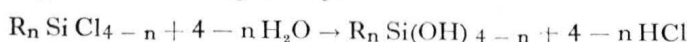


już trwałe ciała oleiste. Największe znaczenie w technice posiadają wielocząsteczkowe związki krzemu zwane polisiloksanami lub silikonami. Charakteryzują się one wiązaniem

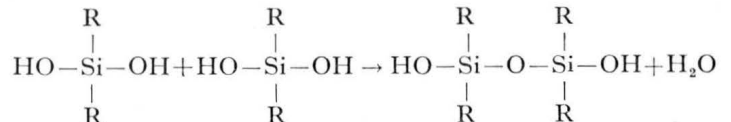


Wiązanie $-Si-O-$ odznacza się szczególnie wysoką energią (89,3 cal/mol) i może z powodzeniem tworzyć trwały rdzeń wielocząsteczkowych związków polikrzemowych. Polisiloksan

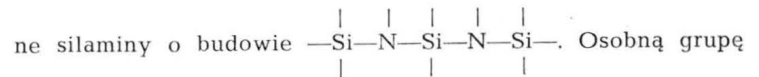
otrzymuje się przez hydrolizę chloroalkilosilanów lub chloroarylosilanów według reakcji:



(gdzie n może przybierać wartości od 0 do 4) i kondensację powstałego przy tym silanolu:

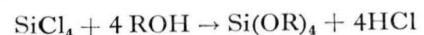


Ostatnio dużym zainteresowaniem cieszą się również tak zwane silaminy o budowie



Osobną grupę stanowią estry kwasu ortokrzemowego $(RO)_n Si(OH)_{4-n}$

otrzymywane przez przyłączenie jednego z alkoholi do chlorowcówych związków krzemu:

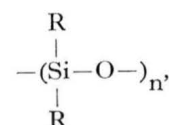


a następnie przez hydrolizę i kondensację otrzymanych alkoksyilanów. Poza tym stosowane są dzisiaj na dużą skalę produkty wspólnej polikondensacji wyżej wymienionych związków z aldehydami, ketonami, fenolami, aminami itd.

Wszystkie wyżej wymienione typy polimerów w zależności od stopnia polimeryzacji tworzą cały szereg produktów, począwszy od oleistych cieczy, poprzez smary i kauczuki krzemooorganiczne do stałych żywic włącznie.

Oleje silikonowe

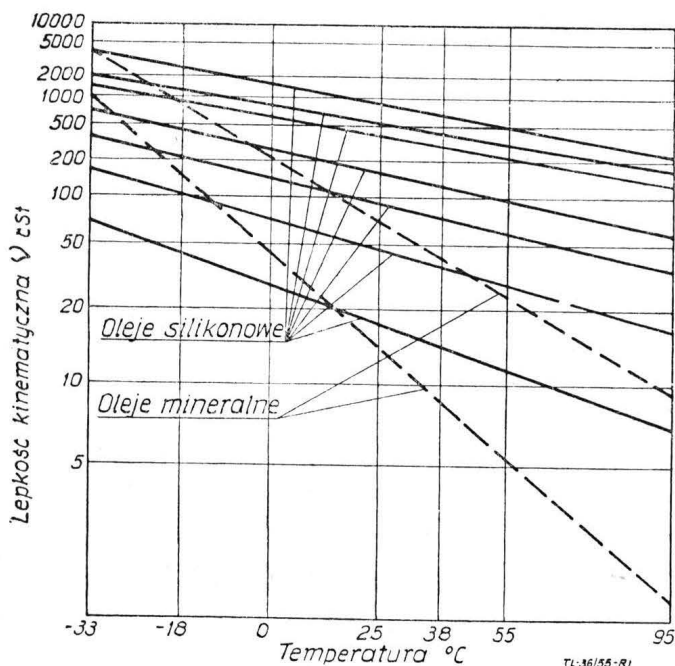
Do otrzymywania ciekłych silikonów stosowanych jako oleje smarowe stosuje się siloksany o ogólnym wzorze



o budowie liniowej. Są to produkty kondensacji zhydrolizowanego dwumetylodwuchlorosilanu z dodatkiem trójmetylochlorosilanu i metylotrójchlorosilanu. Oleje metylosilikonowe o cząsteczkach wyłącznie liniowych mają temperaturę krzepnięcia $-40^\circ C$, jednakże wprowadzenie około 5% cząsteczek rozgałęziających łańcuch, tj. metylotrójchlorosilanu pozwala na uzyskanie olejów o temperaturze krzepnięcia $-100^\circ C$. Zastąpienie części grup metylowych CH_3 grupami fenylowymi C_6H_5 poprawia trwałość olejów w wyższych temperaturach i smarność w warunkach smarowania półpłynnego, jednak podwyższa ich temperatury krzepnięcia. Ze względu na trwałość termiczną wprowadza się do polimerów jedynie najprostsze i najtrwalsze rodniki organiczne, jak metylowy, etylowy i fenylowy. Oleje silikonowe ogrzewane bez dostępu powietrza do temperatury $400^\circ C$ nie zmieniają praktycznie swoich własności, a w obecności tlenu są trwałe do temperatury $200^\circ C$. Dodatek 0,25% soli żelazowej kwasu etylokapronowego podwyższa temperaturę pracy oleju w obecności tlenu do temperatury $300^\circ C$. Oleje silikonowe mają małą prężność pary i punkt ich zapłonu wynosi około $600^\circ C$, podczas gdy najlepsze oleje smarowe z rop naftowych mają temperatury zapłonu około $250^\circ C$.

Stosowanie olejów silikonowych opiera się na szerokim zakresie ich płynności, na właściwości nietworzenia osadów oraz małej aktywności chemicznej. Są one niewrażliwe na inne re-

agenty, nie działają korodująco na metale, oraz nie działają na kauczuki naturalne i syntetyczne. Mają również bardzo dobre własności dielektryczne. Oleje metylosilikonowe nie zmieniają lepkości w szerokich zakresach temperatur, co jest spowodowane ich budową. Mianowicie, cząsteczki metylosilikonów posiadają kształt spiralnie zwiniętych nitek, które przy podwyższeniu temperatury rozwijają się, wskutek czego wzrasta objętość zajmowana przez cząsteczkę. Swobodniejszemu ruchowi drobin spowodowanemu mniejszym działaniem sił międzycząsteczkowych przeciwdziałają wzrost objętości cząsteczek, dzięki czemu ze wzrostem temperatury lepkość nie zmniejsza się. Małą zmianą lepkości odznaczają się głównie metylosilikonowy. Po wprowadzeniu rodnika fenyloвого, a więc w metylofenylosilikonach indeks viskozowy nieco się pogarsza. Na rysunku przedstawione jest porównanie zależności lepkości od temperatury dla olejów metylosilikonowych i olejów z rop naftowych.



Rys. 1

Olej metylosilikonowy przy oziębianiu od temperatury 38°C do -18°C wykazuje 3,5-krotny wzrost lepkości, podczas gdy lepkość najlepszych olejów parafinowych wzrasta przeszło 90 razy. Dzięki tym własnościom oleje silikonowe znajdują również zastosowanie jako ciecz hydrauliczne i hamulcowe w urządzeniach lotniczych.

Ciecze silikonowe są niepolarne, z czego wynikają ich własności dielektryczne. Ich wytrzymałość dielektryczna odpowiada wytrzymałości wysokoparafinowych olejów mineralnych, a dzięki temu, że nie starzeją się i nie wydzielają osadów, ich własności dielektryczne w ciągu długiego czasu pozostają na wysokim poziomie.

Smary silikonowe

Polimery silikonowe używane są również do wyrobu smarów stałych. Smary te odznaczają się następującymi własnościami: nie rozpuszczają się w wodzie, nie działają korodująco na metale, nie zmieniają lepkości w granicach temperatur od -30°C do 250°C. Nie ulegają działaniu gorącej wody i pary oraz odznaczają się małymi stratami dielektrycznymi. Dzięki tym własnościom mogą być użyte do urządzeń, w których smary mineralne nie mogą być stosowane, a między innymi do łożysk pracujących w bardzo niskich temperaturach, do urządzeń wysokoprężnych, do automatycznych pomp tłoczących eksploatowanych w niskich temperaturach i trudnych warunkach, do uszczelniania zaworów pracujących w wysokich temperaturach, do wypełniania wolnych przestrzeni w urządzeniach elektrycznych itp.

Dotądki antypieniące

Oleje silikonowe otrzymane przez hydrolizę etylochlorosilanów, izopropylchlorosilanów i trzeciorzędowych butylo-

chlorosilanów są stosowane jako dodatki zapobiegające pienieniu olejów mineralnych. Nieznaczne ilości, wynoszące około 0,5 — 1% oleju silikonowego w temperaturze 25°C znacznie zmniejszają ilość piany, a w wyższych temperaturach zupełnie ją niweczą. Spośród stosowanych alkilosiloksanów najlepsze rezultaty otrzymuje się z etylosiloksanami. Oleje otrzymane przez hydrolizę mieszaniny mono- i dwu- i trój-etylochlorosiloksanów są bardziej efektywne niż oleje otrzymane z wydzielonych poszczególnych etylochlorosiloksanów. Oleje silikonowe stosowane jako dodatki antypieniące nie wpływają na pogorszenie innych własności olejów mineralnych, a poza tym same nie zmieniają się i nie tracą swoich własności w czasie eksploatacji.

Kauczuki krzemooorganiczne

Hydroliza i następna kondensacja bardzo czystego dwumetylodwuchlorosilanu prowadzi do utworzenia wysokocząsteczkowych krzemooorganicznych kauczuków (elastomerów), zawierających kilka tysięcy atomów krzemu w drobinie. Przy zmieszaniu elastomerów z nieorganicznymi napełniaczami na walcach w obecności katalizatorów (jakimi są w tym przypadku nadtlenki organiczne) przy wysokiej temperaturze otrzymuje się podobne do kauczuku produkty, nazywane kauczukami silikonowymi. Najodpowiedniejszą substancją napełniącą okazał się dwutlenek tytanu. Dobre wyniki otrzymuje się również stosując tlenek cynku lub drobno sproszkowaną krzemionkę. Normalnie kauczuki silikonowe zawierają około 50% napełniacza.

Kauczuki silikonowe, przypominające pod względem fizycznym kauczuk naturalny, różnią się od niego jak i od kauczuków syntetycznych zupełnie swoją chemiczną strukturą. W zależności od stopnia kondensacji wyjściowych produktów, ilości i jakości napełniaczy oraz liczby wiązań poprzecznych (zależnej od użytego katalizatora) można otrzymać różne kauczuki silikonowe, począwszy od miękkich i elastycznych, a skończywszy na twardych produktach podobnych do ebonitu. Na równi z olejami silikonowymi kauczuki silikonowe wykazują małe zmiany fizycznych własności w szerokich granicach temperatur od -60°C do 300°C. Przy 200°C zachowują one elastyczność przez długi okres czasu, podczas gdy naturalne i syntetyczne kauczuki rozkładają się przy temperaturze 90°C. Mogą być one użytkowane stale na powietrzu w temperaturze 150°C bez żadnej dla nich szkody. Kauczuki silikonowe wykazują małe skurczenie w czasie ściskania przy wysokich temperaturach. Zrobione z nich produkty mogą być ściśnięte do 2/3 pierwotnej objętości i w takim stanie można je trzymać w czasie kilku godzin w temperaturze 150°C. Po odprężeniu przyjmują one poprzednią objętość. Kauczuki te są nierozpuszczalne w olejach mineralnych, nie podlegają starzeniu, działaniu ozonu i promieni ultrafioletowych, podczas gdy kauczuki naturalne i syntetyczne zmieniają się w tych warunkach.

Zespół tych korzystnych własności predysponuje kauczuk silikonowy do wyrobu takich przedmiotów, od których jest wymagana odporność na przytoczone czynniki w bardzo szerokich granicach temperatury. Dzięki dużej elastyczności i odporności na trwałe odkształcenia w wyższych temperaturach kauczuki silikonowe są niezastąpione jako uszczelki łączące szklane soczewki z metalową obudową reflektorów oraz jako uszczelki i amortyzatory drgań w samolotach. Poza tym są stosowane jako przewody do gorącego powietrza służącego do klimatyzacji i na urządzenia przeciwołdzeniowe. Gummy silikonowe stosowane są również jako warstwy ochronne dla przewodów elektrycznych, ze względu na ich dielektryczne własności, odporność na wodę, wysokie temperatury i ognioodporność.

Ostatnio stosowano gumy silikonowe do amortyzowania wstrząsów przy lądowaniu, do aparatów fotograficznych i rejestrujących, wysyłanych w rakietach do badań jonosfery. Warstwa grubości 2,5 cm zabezpiecza całkowicie przed uszkodzeniem w czasie lądowania. Kauczuki naturalne ze względu na niskie temperatury panujące w jonosferze są w tych przypadkach zupełnie nieprzydatne.

Kauczuk silikonowy jest odporny na działanie wielu rozpuszczalników organicznych i może znaleźć zastosowanie wszędzie tam, gdzie zwykle kauczuki ulegają rozpuszczeniu i pęcznieniu. Odporność na wysokie temperatury silikonów odsłania nowe perspektywy ich zastosowania szczególnie w kombinacji z azbestem, który po napojeniu silikonami daje cenne produkty nieprzepuszczalne dla wody i odporne na chemikalia. Kauczuk silikonowy w pewnych wypadkach dzięki swym własnościom

ciom staje się niezastąpiony, jednak nie może on całkowicie zastąpić kauczuku naturalnego i syntetycznego, gdyż mała wytrzymałość na rozciąganie i wysoka ścieralność wyłączają jego zastosowanie w tych przypadkach, gdy własności te mają duże znaczenie. Poza tym z uwagi na wysoką cenę silikonów, nie stosuje się ich również tam, gdzie temperatury użytkowania leżą w granicach -25°C do 125°C .

Żywice silikonowe

Silikony, w których stosunek rodników organicznych do krzemu (R/Si) jest mniejszy od dwóch, tworzą żywice termoutwardzalne. Małą wartość R/Si można otrzymać przez częściowe usunięcie grup alkilowych lub arylowych. W tym celu grupy alkilowe utlenia się przez przedmuchiwanie powietrzem ciekłych silikonów w temperaturze $200 - 300^{\circ}\text{C}$, aż do otrzymania produktów o dużej lepkości. Rodniki arylowe usuwa się przez ogrzewanie silikonów w temperaturze 170 do 180°C dodając do nich stężonego kwasu solnego. W obu przypadkach otrzymany produkt o dużej lepkości wskutek dalszego ogrzewania przekształca się w nietopliwą substancję. Utwardzanie żywic silikonowych można przyspieszyć przez stosowanie środków odwadniających, które przyspieszają kondensację silanoli znajdujących się w żywicy pośredniej, tworząc utwardzoną usieciowaną budowę. Do otrzymania żywic używa się chlorometylo-, etylo- i fenylo-silanów. Żywice metylo-, etylo- i fenylo- odznaczają się wysoką stabilnością i nie utleniają się pod działaniem silnych utleniaczy. Wytrzymują one kilkugodzinne ogrzewanie w temperaturze 550°C . W temperaturze około 250°C mogą przebywać bez żadnej szkody w ciągu nawet kilkuset godzin, przy czym nie obserwuje się zwęglenia tak charakterystycznego dla związków organicznych. Żywice silikonowe są zazwyczaj albo zupełnie bezbarwne albo co najwyżej słabo zabarwione i łatwo rozpuszczają się w typowych rozpuszczalnikach dając gęste i lepkie roztwory. Roztwory te łączą się dobrze z pigmentami dając wysokowartościowe lakiery, wytrzymałe na wysokiej temperatury. Jako pigmentów do wysokotemperaturowych emalii używa się brąz aluminiowy, tlenek tytanu, biel cynkową, litopon, farby chromowe, molibdenowe i kadmowe. Emalie silikonowe nadają się do powlekania przedmiotów narażonych na dłuższe oddziaływanie wysokich temperatur, a więc na przykład do zabezpieczania przed korozją rur wydechowych w silnikach. W celu potania żywic silikonowe miesza się z żywicami alkidowymi. Takie mieszaniny znajdują zastosowanie do powlekania przedmiotów narażonych na niekorzystny wpływ temperatury oraz czynników atmosferycznych. Powłoki silikonowe mają dobre własności elektroizolujące, dzięki odporności na wysokiej temperatury, wysokiej stałej dielektrycznej i nierozpuszczalności w wodzie. Napięcie przebicia przy grubości warstwy silikonowej $0,1$ mm wynosi 3000 V. Materiały izolujące sporządzone z żywic silikonowych pozwalają na podwyższenie temperatury w pracujących maszynach elektrycznych i zwiększenie dzięki temu ich mocy. Przy zastosowaniu izolacji silikonowej można budować silniki elektryczne o połowę lżejsze i mniejsze, nie obniżając ich mocy, co jest szczególnie ważne w lotnictwie. Izolacje elektryczne na podstawie związków krzemooorganicznych zapewniają dobre działanie urządzeń elektrycznych w wysokiej temperaturze, przedłużają okres pracy, zmniejszają możliwość pożarów spowodowanych zapaleniem izolacji, chronią izolowane części przed działaniem wilgoci, chemikaliów itd.

Silikonowe błony wodoodporne

Silikony ze względu na swoje własności hydrofobowe znalazły zastosowanie jako błony ochronne niezwilżalne przez wodę. Wytwarzanie powłok ochronnych na takich materiałach jak tkaniny, szkło, celuloza i wyroby ceramiczne jest bardzo proste i ekonomiczne, gdyż wystarcza wystawienie na działanie par alkilochlorosilanów w temperaturze 30 do 50°C lub zanurzenie powlekanego materiału w bardzo rozcieńczonych roztworach chlorowcosilanów i usunięcie rozpuszczalnika przez odparowanie. Aby otrzymać błony dobrze przylegające i trwałe, materiały poddawane obróbce związkami krzemooorganicznymi muszą być oczyszczone i odtłuszczone, a następnie nawilżone parą wodną. Materiały powleczone błonami silikonowymi

wymi znajdują zastosowanie jako wysokogatunkowe izolatory do aparatury radiowej i radarowej oraz jako wodoodporne materiały na plandeki i namioty.

Estry kwasu ortokrzemowego

W produkcji związków krzemooorganicznych specjalne miejsce zajmują estry kwasu ortokrzemowego, znajdujące zastosowanie jako dodatki do wysokogatunkowych mas ceramicznych, tkanin, papieru, waty, drewna itd. Estry te nadają materiałom własności nieprzepuszczania wody, zmniejszają ich palność, zwiększają mechaniczną wytrzymałość i polepszają własności dielektryczne. Wprowadzenie związków krzemooorganicznych w skład różnych materiałów jest oparte na własności dawania polimerów zbliżonych do silnie odwodnionych kwasów polikrzemowych, a ostatecznie przy całkowitym odwodnieniu dających związki typu $(SiO_2)_n$. Produkty napełniając pory materiału nasycanego nie dopuszczają do przeniknięcia szkodliwych cieczy, gazów, wody i mikroorganizmów mogących rozłożyć materiał. Przenikająca początkowo w mikropory woda powoduje hydrolizę estrów, po czym związki te zwiększając swą objętość wypełniają szczelnie szwy i pory, uniemożliwiając dalszy dostęp wody. Obecnie estry kwasu ortokrzemowego poleca się stosować do produkcji wodo- i ognioodpornych bloków azbestowych. Bloki takie odznaczają się dużą trwałością mechaniczną w niskich temperaturach i trwałością ich nie zmienia się do temperatury 1600°C .

Estry kwasu ortokrzemowego znalazły zastosowanie do powlekania przylegających części form odlewniczych stosowanych przy odlewaniu elementów z trudnotopliwych materiałów, w szczególności przy tzw. formowaniu skorupowym. Metalowe produkty odlewane w takich formach nie wymagają dalszej obróbki mechanicznej dzięki dużej gładkości powierzchni oraz możliwości uzyskania ścisłych tolerancji. Estry okazały się również najlepszymi materiałami w produkcji mas cyrkonowych stosowanych do cyrkonowania anod lamp radiowych w celu pochłonięcia resztek gazu po wytworzeniu próżni. Podczas ostatniej wojny czteroetoksylan znalazł zastosowanie w produkcji zestalonych paliw ciekłych. Proces polegał na wytrącaniu w paliwie zawierającym ester, krzemionki za pomocą roztworu wodorotlenku sodu. Produkt stanowi dość sztywną, lekko elastyczną masę z zaadsorbowanym trwale paliwem. Przez wyciśnięcie można ponownie uzyskać ciekłe paliwo. Estry kwasu ortokrzemowego znalazły również szerokie zastosowanie przy otrzymywaniu licznych wysokomolekularnych związków krzemooorganicznych syntezowanych drogą wspólnej kondensacji tych estrów z produktami kondensacji aldehydów, ketonów, fenoli, amin i innych. Duże znaczenie uzyskał krzemian etylowy jak dodatek zwiększający przyczepność lakierów nitrocelulozowych do powierzchni szklanych. Z żywicy zawierających krzemiany tworzy się warstwy chroniące przed mechanicznymi uszkodzeniami soczewki optyczne z wrażliwych tworzyw sztucznych. Estry etylo- z dodatkiem sproszkowanej miki i odpowiedniego pigmentu dają niepalne powłoki, bardzo odporne na ogrzewanie i chemikalia. W ostatniej wojnie powłoki takie były stosowane do maskowania wojskowego. Krzemian etylowy w mieszaninie z fosforanem amonowym znalazł zastosowanie do tworzenia niepalnych powłok na palnych materiałach.

Zakończenie

Z powyższych przykładów widać jak liczne zastosowanie znalazły związki krzemooorganiczne. Dziedzina ta obecnie znajduje się w stadium rozwoju. Związki krzemooorganiczne stają się już w chwili obecnej, w dziedzinach takich jak lotnictwo niezastąpione przez żadne ze znanych typów tworzyw sztucznych. Na przeszkodzie jednak ich szerokiego zastosowania stoi ich wysoka na razie cena, wywołana przede wszystkim trudnościami produkcji i wysoką ceną surowców.

Artykuł wpłynął dnia 20 maja 1955 r.

LITERATURA

- Kreszkow: „Kremnijorganicheskie sojedinenia w technike“, (1950)
 Bażant: „Silikony“, (1954)
 Honwink: „Elastomery i Plastomery“, (1949)
 Zurnat prikladnoj chimii 26.854, (1953)
 Chemical Reviews 52, (1953)
 Chem. and Eng News (1954)
 J. Am. Chem. Soc. 68,69 (1946)

Potencjometryczne przekazywanie w zastosowaniu do busol odległościowych

Prostota konstrukcji zarówno nadajnika, jak i wskaźnika, oraz stosunkowo duża dokładność odległościowego przekazywania nieograniczonych kątów obrotu, przyczyniają się do stosowania układów potencjometrycznych w busolach i girobusolach odległościowych.

Autor podaje w sposób systematyczny szereg teoretycznych zagadnień odległościowego potencjometrycznego przekazywania. Szczególny nacisk położono na układ trzyprzewodowy, jako najczęściej obecnie stosowany. Szczegółowo omówione zostało zagadnienie nierównomierności odległościowego przekazywania, zarówno dla układów bezpośrednich, jak i dla układów śledzących systemów potencjometrycznych.

Wstęp

W nowoczesnej nawigacji lotniczej coraz większą rolę odgrywa dokładność określenia kursu samolotu. Zwykły pomiar kursu za pomocą busoli magnetycznej, zabudowanej na tablicy przyrządów pokładowych, jest na skutek wpływów dewiacyjnych mas magnetycznych i sieci prądu stałego zbyt mało dokładny. Błędy pomiaru dochodzą, nawet przy prawidłowo skompensowanej busoli, do kilku stopni.

Z biegiem czasu zaczęto stosować busole odległościowe, składające się z nadajnika magnetycznego, zabudowanego na samolocie tam, gdzie istnieją słabsze wpływy dewiacyjne, a więc w końcu skrzydła, bądź też w części ogonowej kadłuba, oraz wskaźnika, umieszczonego na tablicy przyrządów w kabinie załogi.

Jednak busola odległościowa eliminuje tylko w pewnym stopniu błąd dewiacji zwykłej busoli magnetycznej, zachowując wszystkie pozostałe błędy i niedogodności tej ostatniej, do których należy przede wszystkim niemożliwość dokładnego odczytu kursu w czasie wykonywania przez samolot zakrętu (błąd północny i błąd wynikający z pociągania pływaka nadajnika magnetycznego przez ciecz tłumiącą).

Dalszym unowocześnieniem jest giroskopowa busola odległościowa, w której wskaźnik sterowany jest giroskopem azymutalnym, korygowanym z kolei przez odległościowy nadajnik magnetyczny.

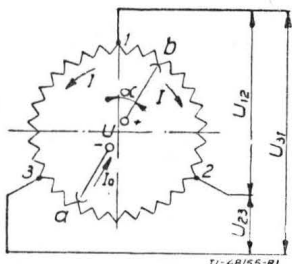
Czynnikiem decydującym w rozwoju magnetycznych urządzeń do pomiaru kursu na samolocie było rozwiązanie problemu odległościowego przekazywania nieograniczonych kątów obrotu.

Istnieje wiele systemów odległościowego przekazywania stosowanych w lotnictwie zarówno pneumatycznych, hydraulicznych, jak i elektrycznych. Z biegiem czasu urządzenia elektryczne, dzięki swym zaletom, wyparły prawie zupełnie z użytku urządzenia hydrauliczne i pneumatyczne.

Celem niniejszego artykułu jest przeanalizowanie niektórych zagadnień z teorii odległościowego przekazywania nieograniczonych kątów obrotu w układzie potencjometrycznym z nadajnikiem dwuszczkowym, jako najczęściej obecnie stosowanym do mierników kursu na samolocie. Układ omawiany pracuje przy zasilaniu prądem stałym.

1. Potencjometryczny nadajnik

Jako nadajnik w systemie potencjometrycznym odległościowego przekazywania nieograniczonych kątów obrotu służy



Rys. 1. Schemat nadajnika potencjometrycznego w układzie trzyprzewodowym

pierścieniowy, zamknięty potencjometr z dwoma średnicowymi, szczotkowymi doprowadzeniami prądu, oraz posiadający

p styków rozłożonych równomiernie na obwodzie potencjometru w odległości kątowej $\frac{2\pi}{p}$ jeden od drugiego.

Zajmiemy się głównie układem trzyprzewodowym, dla którego $p = 3$. Schemat potencjometru nadajnika w układzie trzyprzewodowym przedstawia rys. 1. Jak widać z rysunku przy zmianie kąta α ustawienia szczotek potencjometr spełnia rolę źródła trzech napięć: U_{12} , U_{23} i U_{31} . Znajdźmy prawo zmienności napięć U_{12} , U_{23} i U_{31} w zależności od kąta α . Jeśli oznaczyć oporność całego obwodu potencjometru przez $2R$, prądy I w jego połówkach przy dowolnym położeniu szczotek będą jednakowe i równe połowie prądu całkowitego I_0 , płynącego ze źródła

$$I = \frac{I_0}{2} = \frac{U}{R \cdot R} \cdot \frac{1}{2} = \frac{U}{R + R}$$

gdzie U oznacza napięcie źródła zasilania.

Oznaczmy oporność jednego radiana długości kątowej potencjometru przez r , zatem

$$r = \frac{2R}{2\pi} = \frac{R}{\pi}$$

Oporność odcinka potencjometru między punktami 1 — b o długości kątowej a radianów wynosi:

$$R(1 - b) = r \cdot a = \frac{R}{\pi} a \cdot$$

Podobnie

$$R(b - 2) = r \left(\frac{2}{3} \pi - a \right) = \frac{R}{\pi} \left(\frac{2}{3} \pi - a \right) \cdot$$

Wartość napięcia U_{12} obliczymy następująco:

$$U_{12} = IR(b - 2) - IR(1 - b) = \frac{U}{\pi} \left(\frac{2}{3} \pi - 2a \right) \cdot \cdot [1.1]$$

W sposób analogiczny wyznaczamy napięcia U_{31} i U_{23} :

$$U_{31} = -Ir \frac{2}{3} \pi = -\frac{2}{3} U = -U_m = const \cdot \cdot \cdot [1.2]$$

$$U_{23} = U(2 - a) - U(a - 3) = Ir \left(\frac{1}{3} \pi + a \right) - Ir \left(\frac{1}{3} \pi - a \right) = \frac{U}{\pi} \cdot 2a \cdot \cdot \cdot [1.3]$$

Zaznaczyć należy, że zależności te są słuszne dla

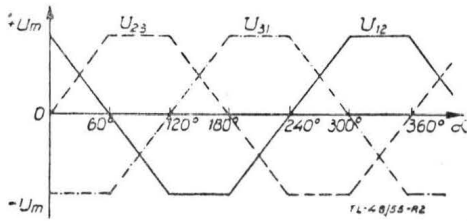
$$0 \leq \alpha \leq \frac{1}{3} \pi. \text{ Przy } \alpha = \frac{1}{3} \pi \text{ mamy:}$$

$$U_{12} = 0; \quad U_{31} = -\frac{2}{3} U = -U_m; \quad U_{23} = \frac{2}{3} U = U_m.$$

Przy $\alpha > \frac{1}{3} \pi$ ujemna szczotka przechodzi za punkt 3 i pra-

wo zmienności napięć ulega zmianie. Jasne jest, że prawo to będzie się zmieniać co każde 60° obrotu szczotek. Przy tym

zależności [1.1], [1.2] i [1.3] będą zachowane, jeśli je stosować do każdego z napięć U_{12} , U_{31} i U_{23} kolejno co 60° zmiany kąta α . Na rys. 2 przedstawione są wykresy zmian napięć U_{12} , U_{31} i U_{23} w funkcji kąta obrotu szczotek α .



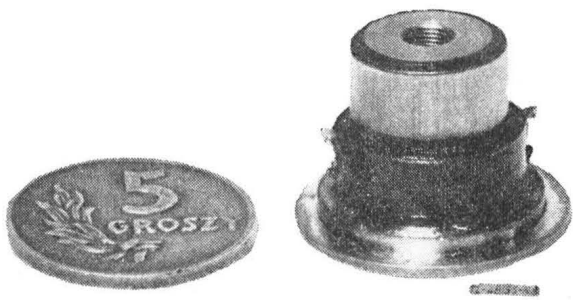
Rys. 2. Wykres zależności napięć międzyprzewodowych w funkcji kąta obrotu szczotek nadajnika α

Rozpatrzyliśmy przypadek biegu luzem potencjometru nadajnika. W warunkach realnych odprowadzenia rozłożone co 120° na obwodzie potencjometru połączone są z cewkami logometrycznego wskaźnika o skończonej oporności i przebieg zmian napięć w zależności od kąta α może mieć nieco inny charakter.

Jak widać z rys. 2 potencjometr nadajnika dostarcza przy obrocie szczotek zasilających trójfazowe napięcie trapezoidalne. Napięcie to można rozpatrywać jako zniekształcone napięcie sinusoidalne. W ogólnym przypadku układu p — przewodowego z p odprowadzeniami na obwodzie potencjometru otrzymalibyśmy p — fazowe napięcie.

Już z rys. 2 wynika możliwość odległościowego przekazywania nieograniczonych kątów obrotu za pomocą nadajnika z pierścieniowym potencjometrem. Dzięki bowiem wielofazowemu napięciu można otrzymać w odpowiednio zbudowanym wskaźniku pole magnetyczne wirujące i umieszczając w nim magnes stały, mogący się obracać razem z polem, otrzymamy jednoznaczne (w zakresie kątów α od 0 do 2π) położenie magnesu wskaźnika w zależności od kąтового położenia szczotek nadajnika. W czasie jednego okresu zmiany napięcia pole wirujące wskaźnika wykona pełny obrót, wskutek tego magnes obróci się o 360° .

Gdyby przebieg napięcia pobieranego z nadajnika był sinusoidalny, wtedy ruchomy magnes wskaźnika obracałby się jednostajnie ze stałą prędkością. Przy niesinusoidalnym przebiegu napięcia pole wirujące, wywołane we wskaźniku, będzie obracało ruchomy magnes ze zmienną prędkością kątową. Oznacza to, że położenie magnesu nie będzie dokładnie odpowiadało położeniu szczotek nadajnika. Wyniknie stąd pewna



Rys. 3. Potencjometr pierścieniowy stosowany w busolach odległościowych

niezgodność odległościowego przekazywania w układzie potencjometrycznym, którą nazywamy w dalszym ciągu artykułu nierównomiernością odległościowego przekazywania.

Potencjometry nadajnika wykonywane są w różnych rodzajach. Jedną z wersji potencjometru magnetycznego nadajnika busoli odległościowej, przedstawiona na rys. 3, posiada następujące dane charakterystyczne: średnica zewnętrzna — 10 mm, uzwojenie — około 600 zwojów nawiniętych przewodem ze stopu platynowego o średnicy 0,05 mm, pełna oporność potencjometru ($2R$) — 1400 omów.

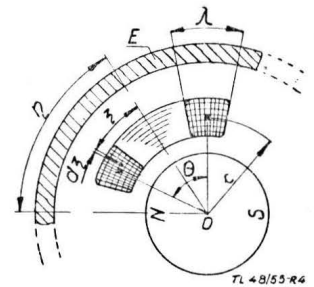
2. Logometryczne wskaźniki

Wirujące pole magnetyczne potrzebne do odtworzenia odległościowego położenia kąowego szczotek nadajnika α uzyskuje się w wielocewkowym przyrządzie logometrycznym. Aby

wyjaśnić działanie takiego przyrządu rozważmy cewkę z prądem I w polu, mogącego się obracać wokół osi O , magnesu stałego (rys. 4). Kątową rozpiętość średniego zwoju cewki oznaczmy przez θ , a kątową szerokość przekroju uzwojenia λ . Pole magnetyczne między magnesem i ekranem E będziemy uważali za promieniowe. Oznaczmy liczbę zwojów cewki w. Wyprowadzimy zależność na moment sił wzajemnego oddziaływania magnesu i cewki w założeniu, że indukcja w szczelinie powietrznej zmienia się kosinusoidalnie: $B = B_m \cos \eta$. Jak wiadomo z elektrotechniki, siła działająca na przewód, przez który płynie prąd I w polu magnetycznym o indukcji B , przy zachowaniu prostopadłości między kierunkiem przewodu, a liniami pola magnetycznego, wynosi:

$$F = \frac{1}{9810} BIl \dots (G)$$

gdzie l — długość czynna przewodu.



Rys. 4. Schemat działania logometrycznego wskaźnika z ruchomym magnesem (na rysunku pokazano tylko jedną cewkę wskaźnika)

Na mocy powyższego moment sił wzajemnego oddziaływania między magnesem i cewką wyrazi się zależnością:

$$M = \frac{1}{9810} lcIB_m \frac{w}{\lambda} \left[\int_{-\frac{\theta}{2} + \frac{\lambda}{2}}^{-\frac{\theta}{2} - \frac{\lambda}{2}} \cos(\eta - \zeta) d\zeta - \int_{\frac{\theta}{2} - \frac{\lambda}{2}}^{\frac{\theta}{2} + \frac{\lambda}{2}} \cos(\eta - \zeta) \cdot d\zeta \right]$$

gdzie: l — średnia czynna długość boku cewki położonego równoległe do osi, B_m — maksymalna wielkość indukcji w szczelinie określona na cylindrycznej powierzchni przechodzącej przez średni zwój cewki, I — prąd w cewce, c — odległość średniego zwoju cewki od środka poprzecznego przekroju przyrządu (O).

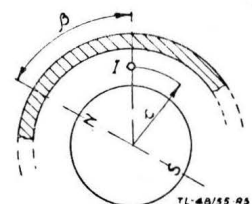
Całkując i przeprowadzając proste przekształcenia otrzymamy:

$$M = 4 \cdot \frac{1}{9810} lcIB_m \frac{w}{\lambda} \sin \eta \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{\lambda}{2}$$

Oznaczając: $90^\circ - \eta = \beta$ otrzymamy:

$$M = \frac{1}{9810} \frac{w}{\lambda} 4 \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{\lambda}{2} \cdot B_m \cos \beta \cdot lc \cong \cong 10^{-4} \cdot \frac{4 \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{\lambda}{2}}{\lambda} w \cdot B_m I \cos \beta \cdot lc \dots [2.1]$$

Rys. 5. Schemat oddziaływania pojedynczego przewodu na magnes ruchomy logometrycznego wskaźnika



Gdyby w polu magnesu zamiast cewki był umieszczony pojedynczy przewód o średnicy równej zero, położony jak na

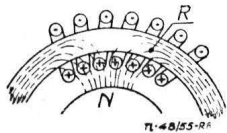
rys. 5, to moment wzajemnego oddziaływania przewodu i magnesu wyrażiliby się zależnością:

$$M = 10^{-4} l c I B_m \cos \beta \dots \dots \dots [2.2]$$

Jak widać, realny przypadek przyrządu z cewkami o skończonych wymiarach może być rozpatrywany przy zastąpieniu cewek pojedynczymi przewodami rozmieszczonymi na promieniach prostopadłych do osi cewek. Przy takiej zamianie trzeba otrzymane wyrażenie momentu pomnożyć przez współzwnik

$$b = \frac{4\pi \sin \frac{\Theta}{2} \sin \frac{\lambda}{2}}{\lambda} \dots \dots \dots [2.3]$$

zależny od parametrów konstrukcyjnych cewki.



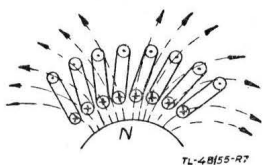
Rys. 6. Schemat działania wskaźnika z toroidalnie nawiniętymi cewkami na pierścieniowym rdzeniu (na rysunku pokazano tylko jedną cewkę wskaźnika)

Jak widać z wyrażeń [2.2] i [2.3], moment M będzie tym większy, im kąt λ mniejszy. Z drugiej strony zmniejszanie kąta λ szerokości kątowej przekroju cewki pociąga za sobą zwiększenie szczeliny w obwodzie magnetycznym między magnesem a ekranem, co wpływa na zmniejszenie indukcji w szczelinie. Istnieje zatem pewna optymalna wartość λ , przy której moment M będzie maksymalny. Współczesne wielocewkowe przyrządy logometryczne posiadają uzwojenia, dla których kąt λ waha się w granicach $15 \div 20^\circ$.

Wskaźniki logometryczne wielocewkowe przechodziły wiele przekształceń rozwojowych. Początkowo budowano wyłącznie wskaźniki z nieruchomym magnesem stałym i z ruchomymi cewkami, obejmującymi magnes (np. wskaźnik radzieckiej busoli odległościowej typu PDK-44). Obecnie stosuje się je tylko w tych przypadkach, gdzie wymagany jest szczególnie duży moment ustalający (układy potencjometryczne samokompensacyjne). We współczesnych konstrukcjach stosowane są prawie wyłącznie wskaźniki z ruchomym magnesem, dzięki czemu wyeliminowano szkodliwe doprowadzenia prądu do ruchomych cewek. Dzięki osiągnięciom w dziedzinie metalurgii stopów magnetycznych, zredukowano znacznie ciężar wskaźnika. Podczas gdy pierwotne konstrukcje wskaźników miały ciężar rzędu 1 kG, to jeden z nowych wskaźników nie przekracza 250 G.

Obecnie najczęściej stosowane są wskaźniki z cewkami nawiniętymi na pierścieniowy rdzeń R z miękkiego żelaza. Jako przykład tej konstrukcji może służyć wskaźnik radzieckiej busoli odległościowej typu PDK-45, którego działanie schematycznie przedstawia rys. 6.

Rdzeń R spełnia podwójne zadanie. Z jednej strony zmniejsza on szczelinę powietrzną w obwodzie magnetycznym wskaźnika, z drugiej zaś strony stanowi ekran dla zewnętrznej strony cewki od pola magnesu. Na rys. 6 widać, że dzięki rdzeniu R tylko przewody wewnętrznych części cewek znajdują się pod wpływem pola magnetycznego magnesu. Gdyby bowiem



Rys. 7. Schemat oddziaływania cewki na magnes wskaźnika w przypadku braku rdzenia

rdzenia nie było, to przewody zewnętrznej strony cewki wywoływałyby moment przeciwny momentowi, z jakim na magnes działają przewody wewnętrznej części cewki, ponieważ prądy w wewnętrznej i zewnętrznej części mają przeciwne kierunki (rys. 7).

Zaznacza się, że metodyka wyprowadzania podstawowych zależności, jak również ogólne wyniki podane w niniejszym rozdziale, są słuszne dla wszystkich wymienionych typów logometrycznych wskaźników.

Załóżmy, że wskaźnik z ruchomym magnesem i sprzęgniętą z nim wskazówką posiada dowolną liczbę p dowolnie rozłożonych cewek. Określmy kątowe położenie magnesu w stanie równowagi, którą osiągnie on pod wpływem prądów pływ-

nących w cewkach. Na mocy poprzedniego wywodu każdą cewkę zastąpimy pojedynczym przewodem (rys. 8). Przy sinusoidalnym przebiegu indukcji w szczelinie moment przyrządu wyniesie:

$$M = 10^{-4} B_m l c \sum_{n=1}^p b_n I_n \cos (\beta_n - \gamma)$$

Położenie równowagi magnesu określimy z warunku $M = 0$ lub inaczej

$$\sum_{n=1}^p b_n I_n \cos (\beta_n - \gamma) = 0$$

Rozwiązując tę zależność względem γ znajdziemy równanie kąta obrotu magnesu w funkcji prądów w cewkach stojana. Pamiętając że: $\cos (\beta_n - \gamma) = \cos \beta_n \cdot \cos \gamma + \sin \beta_n \sin \gamma$ możemy napisać:

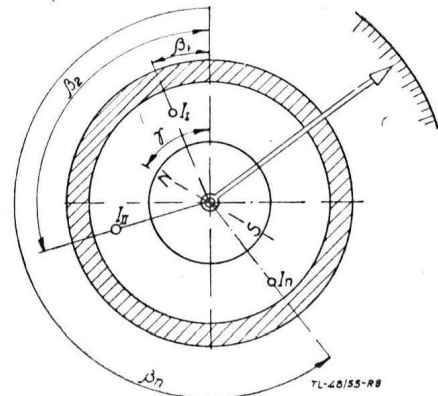
$$\cos \gamma \sum_{n=1}^p b_n I_n \cos \beta_n + \sin \gamma \sum_{n=1}^p b_n I_n \sin \beta_n = 0$$

skąd

$$\operatorname{tg} \gamma = - \frac{\sum_{n=1}^p b_n I_n \cos \beta_n}{\sum_{n=1}^p b_n I_n \sin \beta_n}$$

lub

$$\gamma = - \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\sum_{n=1}^p b_n I_n \cos \beta_n}{\sum_{n=1}^p b_n I_n \sin \beta_n} \dots \dots [2.4]$$



Rys. 8. Układ zastępczy wielocewkowego wskaźnika

Rozpatrzmy powyższy przypadek dla wskaźnika z trzema jednakowymi cewkami, rozstawionymi symetrycznie co 120° . Przyjmijmy np.:

$\beta_1 = 90^\circ$; $\beta_2 = 90^\circ + 120^\circ = 210^\circ$; $\beta_3 = 90^\circ + 240^\circ = 330^\circ$ i oczywiście $b_1 = b_2 = b_3$. Podstawiając te wartości do wyrażenia [2.4], otrzymamy:

$$\gamma = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} (I_{II} - I_{III})}{I_I - \frac{I_{II} + I_{III}}{2}} \dots \dots [2.5]$$

Określmy teraz wielkość momentu ustalającego wskaźnika, tzn. momentu działającego na organ ruchomy przy wyprowadzeniu go z położenia równowagi, określonego wyrażeniem [2.5].

Jak wykazaliśmy poprzednio, moment ustalający logometrycznego wskaźnika z dowolną liczbą (p) cewek w ogólnym przypadku wyraża się wzorem:

$$M = 10^{-4} l c B_m \sum_{n=1}^p b_n I_n \cos (\beta_n - \gamma_1)$$

gdzie γ_1 — położenie organu ruchomego wskaźnika.

Dla wskaźnika z trzema jednakowymi cewkami ($b_n = b$), przyjmując jak wyżej $\beta_1 = 90^\circ$, moment ustalający wyrazi się:

$$M = 10^{-4} l c B_m b [I_I \sin \gamma_1 + I_{II} \sin (\gamma_1 - 120^\circ) + I_{III} \sin (\gamma_1 + 120^\circ)]$$

albo:

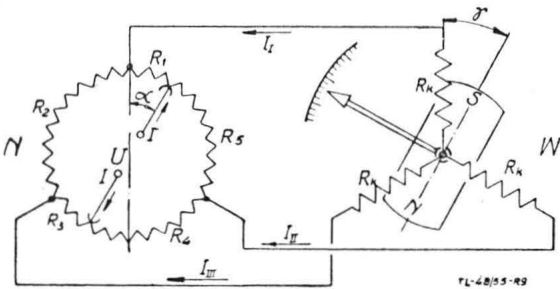
$$M = 10^{-4} l c B_m b \left[\left(I_I - \frac{I_{II} + I_{III}}{2} \right) \sin \gamma_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} (I_{III} - I_{II}) \cos \gamma_1 \right]$$

Moment ustalający można prościej przedstawić w postaci

$$M = A \sin \gamma_1 + B \cos \gamma_1,$$

gdzie: $A = 10^{-4} l c B_m b \left(I_I - \frac{I_{II} + I_{III}}{2} \right)$

$$B = 10^{-4} l c B_m b (I_{III} - I_{II}) \frac{\sqrt{3}}{2}$$



Rys. 9. Schemat potencjometrycznego odległościowego przekazywania w układzie trzyprzewodowym

Wobec tego $M = M_o \sin \varepsilon$, gdzie:

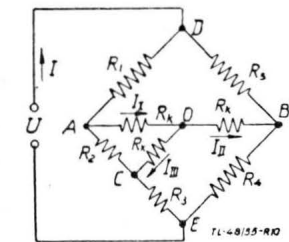
$$M_o = \sqrt{A^2 + B^2} =$$

$$= 10^{-4} l c B_m b \sqrt{\left(I_I - \frac{I_{II} + I_{III}}{2} \right)^2 + \frac{3}{4} (I_{III} - I_{II})^2}$$

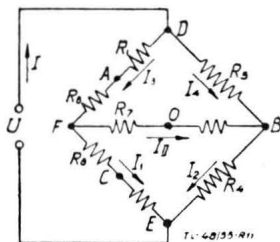
$$\varepsilon = \gamma_1 + \arctg \frac{B}{A} = \gamma_1 - \gamma$$

Jak widać, ε jest kątem, jaki tworzą ze sobą wypadkowy strumień elektromagnetyczny cewek i strumień magnetyczny magnesu.

W teorii elektrycznych przyrządów pomiarowych interesuje nas szczególnie tzw. właściwy moment ustalający, tj. moment ustalający powstający podczas wychylenia organu ruchomego przyrządu z położenia równowagi o jednostkę kąta. W naszym przypadku właściwy moment ustalający dla wielocewkowego przyrządu logometrycznego można określić jako: $M' = \frac{dM}{d\varepsilon} = M_o \cos \varepsilon$.



Rys. 10. Schemat zastępczy układu przedstawionego na rys. 9



Rys. 11. Schemat zastępczy układu przedstawionego na rys. 10

Ze względu na określenie uchybów tarcia przyrządu, głównie interesować nas będzie właściwy moment ustalający dla $\varepsilon = 0$

$$M'_\varepsilon = 0 = \frac{\pi}{180^\circ} M_o \cdot \cdot \cdot (\text{Gcm/stopień}).$$

Właściwy moment ustalający jest jednym z najważniejszych parametrów wskaźnika logometrycznego.

3. Błąd odległościowego przekazywania w układzie potencjometrycznym ze wskaźnikiem logometrycznym

Rozważmy przypadek trzyprzewodowego ($p = 3$) przekazywania nieograniczonych kątów (rys. 9) z cewkami logometrycznego wskaźnika połączonymi w gwiazdę.

Oznaczmy przez: r_1 — oporność łuku potencjometru nadajnika N przypadającą na 1° , oraz przez $R_k = 120 r_2$ oporności cewek wskaźnika W .

Otrzymamy:

$$R_1 = \alpha r_1; \quad R_2 = 120 r_1; \quad R_3 = (60^\circ - \alpha) r_1; \\ R_4 = (60^\circ + \alpha) r_1; \quad R_5 = (120^\circ - \alpha) r_1.$$

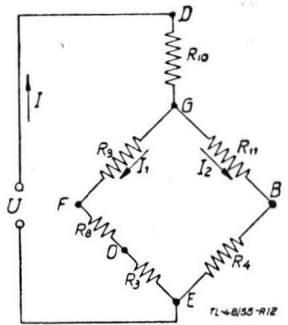
Na rys. 10 pokazano schemat zastępczy układu przedstawionego na rys. 9.

Znajdziemy prądy I_I, I_{II} i I_{III} w cewkach wskaźnika w zależności od kąтового położenia szczotek nadajnika α . Stosując metodę transfiguracji do przekształcenia schematu na rys. 10 otrzymujemy nowy układ na rys. 11, przy czym:

$$R_6 = \frac{120 r_1 r_2}{r_1 + 2 r_2}; \quad R_7 = \frac{120 r_2^2}{r_1 + 2 r_2}; \quad R_8 = \frac{120 r_1 r_2}{r_1 + 2 r_2}.$$

Przekształcając układ z rys. 11 w sposób analogiczny, otrzymamy sieć jak na rys. 12. Wartości oporności R_9, R_{10} i R_{11} wynoszą:

$$R_9 = \frac{k [120 k + \alpha (1 + 2 k)] r_1}{(1 + k) (1 + 2 k)} \\ R_{10} = \frac{(120^\circ - \alpha) [120 k + \alpha (1 + 2 k)] r_1}{120 (1 + k) (1 + 3 k)} \\ R_{11} = \frac{k}{1 + k} (120^\circ - \alpha) r_1 \\ \text{gdzie } k = \frac{r_2}{r_1}.$$



Rys. 12. Schemat uproszczony układu przedstawionego na rys. 11

Oporność zastępcza całego układu:

$$R_z = R_{10} + R_{GE}; \\ \text{gdzie } R_{GE} = \frac{(R_9 + R_8 + R_3) (R_4 + R_{11})}{R_3 + R_4 + R_8 + R_9 + R_{11}}.$$

Stosując podstawienia otrzymujemy

$$R_z = \frac{r_1 F}{60 (1 + 3 k)} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot [3.1]$$

gdzie $F = 1800 + 16\alpha - \alpha^2 + 16200 k$.

Całkowity prąd płynący ze źródła wynosi:

$$I = \frac{U}{R_z} = \frac{60 (1 + 3 k) U}{r_1 F}.$$

Określmy prądy I_1 i I_2 w gałęziach równoległych (rys. 12):

$$I_1 = \frac{U_{GE}}{R_3 + R_8 + R_9} \quad \text{oraz} \quad I_2 = \frac{U_{GE}}{R_4 + R_{11}}$$

a ponieważ $U_{GE} = U - IR_{10}$ więc po podstawieniu i wykonaniu elementarnych działań otrzymamy:

$$I_1 = \frac{[60 (1 + 3 k) + \alpha] U}{2 r_1 F} \quad \text{oraz} \quad I_2 = \frac{[60 (1 + 3 k) - \alpha] U}{2 r_1 F}$$

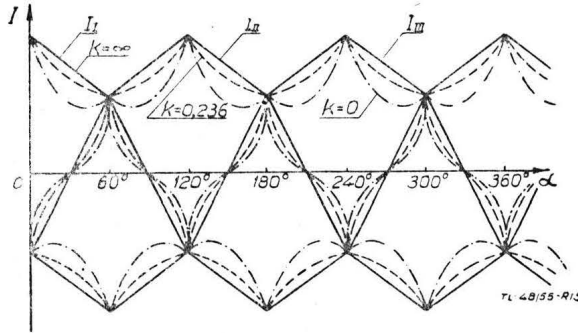
W celu określenia prądów I_{II}, I_3 i I_4 (rys. 11) trzeba najpierw wyznaczyć potencjały punktów D, B i F . Mamy więc:

$$U_{DF} = IR_{10} + I_1 R_9; \quad U_{DB} = IR_{10} + I_2 R_{11};$$

$$U_{FB} = I_1 R_9 - I_2 R_{11};$$

stąd otrzymujemy:

$$I_{II} = \frac{U_{FB}}{R_7 + R_k}; \quad I_3 = \frac{U_{DF}}{R_1 + R_6}; \quad I_4 = \frac{U_{DB}}{R_5}.$$



Rys. 13. Wykres prądów w cewkach wskaźnika w zależności od położenia kąтового szczotek nadajnika α dla układu trzyprzewodowego z uzwojeniami wskaźnika połączonymi w gwiazdę

Określając następnie potencjały punktów A i C względem punktu 0 (rys. 11)

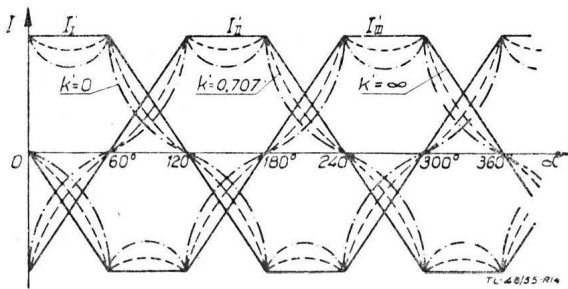
$$U_{AO} = I_3 R_6 + I_{III} R_7; \quad U_{OC} = I_1 R_8 - I_{II} R_7$$

znajdujemy pozostałe dwa prądy I_I i I_{III} w cewkach wskaźnika:

$$I_I = \frac{U_{AO}}{R_k}; \quad I_{III} = \frac{U_{OC}}{R_k}.$$

Po podstawieniu odpowiednich wartości i wykonaniu prostych działań, otrzymujemy następujące wyrażenia prądów w cewkach wskaźnika:

$$\left. \begin{aligned} I_I &= \frac{(120^\circ - \alpha) U}{2 r_1 F} \\ I_{II} &= \frac{(\alpha - 30^\circ) U}{r_1 F} \\ I_{III} &= - \frac{(60^\circ + \alpha) U}{2 r_1 F} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots [3.2]$$



Rys. 14. Wykres prądów w cewkach wskaźnika w zależności od położenia szczotek nadajnika α dla układu trzyprzewodowego z uzwojeniami wskaźnika połączonymi w trójkąt

Wyrażenia [3.2] są słuszne dla $0 \leq \alpha \leq 60^\circ$. Prawo zmienności prądów zmienia się co 60° , przy tym zależności [3.2] będą słuszne, jeśli je stosować do każdego z prądów I_I , I_{II} i I_{III} kolejno co 60° zmiany kąta α . Rys. 13 ilustruje zmianę potencjometrycznego nadajnika. Linia ciągłą uwidoczniony jest przypadek dla $k = \infty$, linią kreskową zaś dla $k = 0,236$, oraz linią kropkową dla $k = 0$.

Podobny wywód można przeprowadzić dla przypadku połączenia uzwojeń wskaźnika w trójkąt. Otrzymalibyśmy wówczas następujące wyrażenia dla prądów w fazach słuszne dla $0 \leq \alpha \leq 60^\circ$:

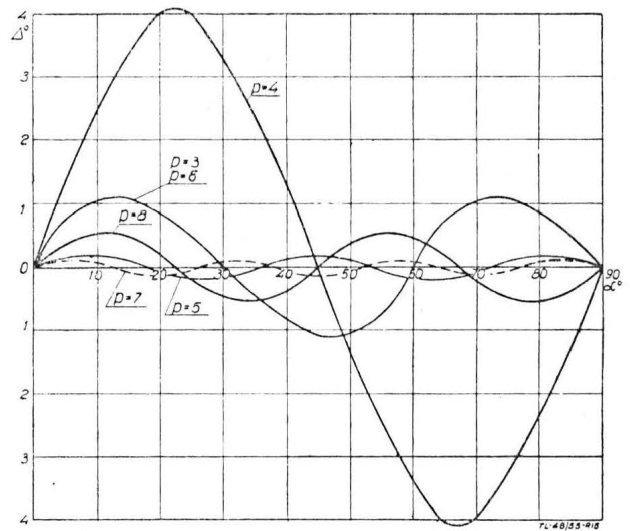
$$\left. \begin{aligned} I_I' &= \frac{30 U}{r_1 F'} \\ I_{II}' &= - \frac{(60^\circ - \alpha) U}{2 r_1 F'} \\ I_{III}' &= \frac{\alpha U}{r_1 F'} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots [3.3]$$

gdzie: $F' = 1800 + 60 \alpha - \alpha^2 + 5400 k'$, oraz $k' = \frac{r_2}{r_1}$.

Rys. 14 przedstawia przebieg prądów fazowych I_I' , I_{II}' i I_{III}' przy połączeniu uzwojeń wskaźnika w trójkąt.

Aby określić kąt niezgodności między położeniem szczotek nadajnika i wychyleniem organu ruchomego wskaźnika podstawiamy wartości prądów [3.2] w zależność [2.5]. Otrzymamy:

$$\gamma = - \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\alpha \sqrt{3}}{120^\circ - \alpha} \dots \dots \dots [3.4]$$



Rys. 15. Wykresy przebiegów nierównomierności odległościowego przekazywania w układach $p = 3, 4, \dots, 8$ — przewodowych

Nierównomierność odległościowego przekazywania wyrazi się wzorem:

$$\Delta = \alpha - \gamma = \alpha + \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\alpha \sqrt{3}}{120^\circ - \alpha} \dots \dots \dots [3.5]$$

Nierównomierność odległościowego przekazywania jest wielkością okresowo zmienną w zależności od kąta α . Dla układu trzyprzewodowego okres zmienności wynosi 60° . Wartość maksymalna Δ przypada dla $\alpha = 13,3^\circ$, oraz $\alpha = 46,7^\circ$ i wynosi $\Delta_{max} = \pm 1,1^\circ$.

Na rys. 15 przedstawione są przebiegi nierównomierności odległościowego przekazywania dla układów 3, 4 . . . 8 przewodowych ($p = 3 \div 8$).

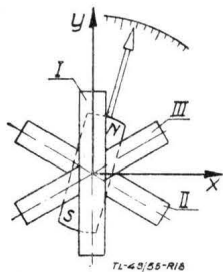
Ogólnie wielkość Δ osiąga maksimum dla nieparzystego p przy kącie $\alpha = \frac{\pi}{4p}$ dla parzystego p zaś przy kącie $\alpha = \frac{\pi}{2p}$.

Szczegółowe obliczenia pokazują, że nierównomierność odległościowego przekazywania dla układów z nieparzystym p jest znacznie mniejsza niż z parzystym. Podczas gdy dla trzyprzewodowego układu wynosi $\pm 1,1^\circ$, to dla czteroprzewodowego przekracza ona $\pm 4^\circ$ i tylko dla sześcioprzewodowego Δ_{max} jest znowu równa $1,1^\circ$. Dla $p = 8$ dochodzi do $\pm 0,55^\circ$, a dla $p = 10$ $\Delta_{max} = \pm 0,2^\circ$, która to wartość przy nieparzystym p odpowiada $p = 5$. Dla $p = 7$ Δ_{max} jest rzędu $\pm 0,08^\circ$, czyli nierównomierność w tym przypadku jest praktycznie pomijalna.

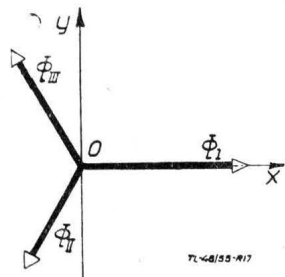
Z powyższych danych wynika, że jako optymalny w zastosowaniu do busoli odległościowych należy uznać układ trzyprzewodowy ($p = 3$), zabezpieczający wysoki stopień równo-

mierności odległościowego przekazywania i jednocześnie bardzo prosty. Wybór ten potwierdza się faktem szerokiego stosowania układu trzyprzewodowego (np. radziecka busola odległościowa typu PDK-45 pracująca według schematu na rys. 9).

Skalę wskaźnika wykonuje się zwykle równomierną. Wobec nierównomierności odległościowego przekazywania wynika stąd metodyczny błąd wynoszący $\pm 1,1^\circ$. Na skutek tarcia i błędów wykonania wzrasta on do $\pm 1,5 \div 2^\circ$. Taka dokład-



Rys. 16. Schemat logometrycznego wskaźnika z trzema skrzyżowanymi cewkami



Rys. 17. Wykres wektorowy strumieni cewek wskaźnika

ność dla okrągłej skali (360°) wynosi około $\pm 0,5\%$ i jest w zupełności wystarczająca dla współczesnych busol odległościowych.

Zaznaczyć należy, że nierównomierność odległościowego przekazywania nie zależy od sposobu połączenia uzwojeń wskaźnika, więc wyniki podane na rys. 15 są słuszne zarówno dla układów gwiazdowych jak i wielobokowych.

Godnym uwagi faktem jest to, że wskazania logometrycznego wskaźnika nie zależą od oporności potencjometru nadajnika i uzwojeń wskaźnika. Gdyby więc zmienić proporcjonalnie oporności sekcji potencjometru nadajnika lub cewek wskaźnika, to działanie układu nie zmieni się. Zarówno wyrażenie [3.4] jak i [3.5] zachowują swoją słuszność. Wynika stąd ważny wniosek, że w układzie potencjometrycznego przekazywania z zamkniętym potencjometrem nadajnika nie istnieją dodatkowe uchyby na skutek zmian temperatury (uchyb temperaturowy). Jest to jeszcze jedną wielką zaletą układu potencjometrycznego przekazywania nieograniczonych kątów.

Jeszcze jednym ważnym zagadnieniem, które przeanalizujemy, jest zależność wypadkowego strumienia, wywołanego przez prądy I_I , I_{II} i I_{III} w uzwojeniach wskaźnika od α . Wyobraźmy sobie logometryczny wskaźnik w formie trzech, skrzyżowanych pod kątem 120° , cewek, obejmujących ruchomy magnes (rys. 16). Każda z tych cewek pod wpływem płynącego przez nią prądu wywołuje własny strumień. Strumienie te wyrażają się wzorami:

$$\Phi_I = CI_I; \quad \Phi_{II} = CI_{II}; \quad \Phi_{III} = CI_{III}$$

gdzie C — stały współczynnik zależny od konstrukcji cewek.

Strumienie te będą przesunięte względem siebie o 120° (rys. 17). Rzutując wypadkowy wektor strumienia na oś układu współrzędnych OXY otrzymamy:

$$\Phi_x = \Phi_I - \frac{1}{2}(\Phi_{II} + \Phi_{III}); \quad \Phi_y = \frac{\sqrt{3}}{2}(\Phi_{III} - \Phi_{II}).$$

Wartość bezwzględna strumienia wypadkowego wyrazi się wzorem:

$$\Phi = \sqrt{\Phi_x^2 + \Phi_y^2} = C \sqrt{\left[I_I - \frac{1}{2}(I_{II} + I_{III}) \right]^2 + \frac{3}{4}(I_{III} - I_{II})^2} \dots [3.6]$$

Podstawiając wartości prądów według zależności [3.2] otrzymamy:

$$\Phi = \frac{3}{4} CU \frac{\sqrt{(120 - \alpha) + 3\alpha^2}}{16200 r_2 + (1800 + 60\alpha - \alpha^2) r_1} \dots [3.7]$$

Strumień wypadkowy jest wielkością okresowo-zmienną z okresem równym 60° . Przy $\alpha = 30^\circ, 90^\circ, 150^\circ \dots$ itd. wypadkowy strumień osiąga minimum. Przebieg zmienności wypadkowego strumienia Φ przedstawia wykres biegunowy na rys. 18. Konsekwencją zmienności wypadkowego strumienia jest zmienność właściwego momentu ustalającego wskaźnika.

Poza rozpatrzonym układem trzyprzewodowego dwuszcotkowego układu przekazywania nieograniczonych kątów obrotu istnieją jeszcze układy jednoszcotkowe, które ze względu na znaczną nierównomierność odległościowego przekazywania w busolach odległościowych zastosowania nie znalazły.

4. Optymalne parametry układu potencjometrycznego trzyprzewodowego przekazywania

Przeanalizujemy teraz optymalne parametry układu wyżej rozpatrywanego. Punktem wyjścia będzie uzyskanie możliwie dużej wartości właściwego momentu ustalającego wskaźnika, wyrażającego się omówioną zależnością:

$$M' = Ew \sqrt{\left(I_I - \frac{I_{II} + I_{III}}{2} \right)^2 + \frac{3}{4}(I_{III} - I_{II})^2} \cos \varepsilon$$

gdzie: w — liczba zwojów w cewce wskaźnika, stała zaś

$$E = \frac{4 \sin \frac{\Theta}{2} \sin \frac{\lambda}{2} lc B_m \cdot 10^{-4}}{\lambda}$$

Dla $\varepsilon = 0$ otrzymamy:

$$M'_{\varepsilon=0} = Ew \sqrt{\left(I_I - \frac{I_{II} + I_{III}}{2} \right)^2 + \frac{3}{4}(I_{III} - I_{II})^2} \quad [4.1]$$

Liczbę zwojów w cewce w określimy w następujący sposób:

powierzchnia przekroju poprzecznego cewki wynosi $Q_p = \frac{qw}{k_z}$

gdzie q — przekrój czynny przewodu (bez izolacji), k_z współczynnik wypełnienia zależny od q , oraz od izolacji przewodu i sposobu nawijania (w naszym przypadku można przyjąć $k_z = 0,7 \div 0,8$).

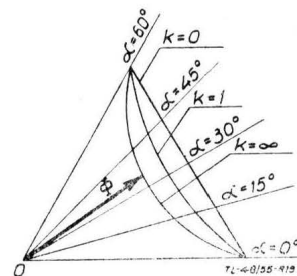
Otrzymujemy dalej: $q = k_z \frac{Q_p}{w}$.

Długość przewodu w cewce: $L = w l_p$, gdzie l_p średnia długość jednego zwoju. Ponieważ oporność cewki wynosi:

$$R_k = L \frac{\rho}{q} = \frac{l_p \rho}{k_z Q_p} w^2 \quad \text{gdzie } \rho \text{ — oporność materiału prze-}$$

wodu (dla miedzi $\rho_{cu} = 0,0178$), więc $w = \sqrt{\frac{R_k Q_p k_z}{l_p \rho}}$.

Rys. 18. Wykres biegunowy zmiany wypadkowego strumienia Φ w funkcji katowego położenia szczotek nadajnika α



Wstawiając otrzymaną wartość w wyrażeniu [4.1] otrzymujemy:

$$M'_{\varepsilon=0} = N \sqrt{Q_p} \sqrt{R_k \left[\left(I_I - \frac{I_{II} + I_{III}}{2} \right)^2 + \frac{3}{4}(I_{III} - I_{II})^2 \right]} \quad [4.2]$$

Wyrażenie [4.2] można napisać w postaci

$$M'_{\varepsilon=0} = N \sqrt{Q_p} \cdot \sqrt{P} \dots [4.3]$$

gdzie: $N = E \cdot \sqrt{\frac{k_z}{l_p \rho}}$

zaś

$$P = R_k \left[\left(I_I - \frac{I_{II} + I_{III}}{2} \right)^2 + \frac{3}{4}(I_{III} - I_{II})^2 \right] = R_k I^2 \dots [4.4]$$

Wartość $I = \sqrt{\left(I_I - \frac{I_{II} + I_{III}}{2} \right)^2 + \frac{3}{4}(I_{III} - I_{II})^2}$

wyraża wypadkowy prąd w trzech cewkach wskaźnika (por. zależność [3.6]). Wielkość P jest więc sumaryczną, efektywną

mocą elektryczną, wywiązywaną w cewkach wskaźnika. Jak widać z zależności [4.3] przy ustalonych pozostałych parametrach wskaźnika, objętych stałą N (optymalnych wartości co do doboru których nie ma żadnych wątpliwości), jednostkowy moment ustalający zależy od powierzchni przekroju poprzecznego cewki, oraz od sumarycznej efektywnej mocy uzwojenia wskaźnika.

Przeanalizujemy najpierw dobór parametrów wpływających na moc wskaźnika. Przy zadanej mocy ogólnej P_{og} , doprowadzonej ze źródła prądu do całego układu (rys. 9), trzeba tak dobrać oporności uzwojeń nadajnika i wskaźnika, aby we wskaźniku wydzielala się największa efektywna moc, a w potencjometrze nadajnika — najmniejsza. Jak wiadomo, moc efektywna wskaźnika zależy od położenia szczotek nadajnika α . Przy $\alpha = 30^\circ$ moc ta osiąga minimum, co oznacza najniekorzystniejszy przypadek. Dlatego też analizę doboru oporności nadajnika i wskaźnika przeprowadzimy dla $\alpha = 30^\circ$.

Podstawiając do wyrażenia [4.4] wielkości [3.2], oraz uwzględniając, że: $R_k = 120 \cdot r_2$ oraz $\alpha = 30^\circ$ otrzymamy:

$$P = \frac{120 r_2 U^2}{(360 r_2 + 60 r_1)^2} = \frac{r_2 U^2}{30 (6r_2 + r_1)^2} \dots [4.5]$$

Moc ogólna doprowadzana do układu od źródła $P_{og} = \frac{U^2}{R_z}$.

Podstawiając wartość R_z z wyrażenia [3.1] dla $\alpha = 30^\circ$, otrzymujemy:

$$P_{og} = \frac{U^2 (r_1 + 3 r_2)}{45 r_1 (6 r_2 + r_1)},$$

stąd określamy wartość r_2

$$r_2 = \frac{r_1 (1 - f r_1)}{3 (2 f r_1 - 1)} \dots [4.6]$$

gdzie $f = \frac{45 P_{og}}{U^2}$.

Wstawiając otrzymaną wartość [4.6] do zależności [4.5] otrzymujemy

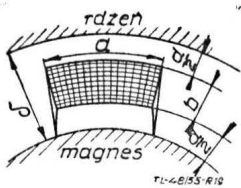
$$P = \frac{U^2 (3 f r_1 - 2 f^2 r_1^2 - 1)}{90 r_1} \dots [4.7]$$

Szukając optymalnej wartości r_1 różniczkujemy [4.7] względem r_1 i pochodną przyrównujemy do zera:

$$\frac{dP}{dr_1} = \frac{U^2}{90} \left(\frac{1 - 2 f^2 r_1^2}{r_1^2} \right) = 0$$

stąd:

$$r_1 = \frac{1}{\sqrt{2} f} = \frac{U^2}{45 \sqrt{2} P_{og}} \dots [4.8]$$



Rys. 19. Cewka w szczelinie obwodu magnetycznego wskaźnika

Podstawiając ten wynik do wyrażenia [4.6] mamy

$$r_2 = \frac{1}{6 f} = \frac{U^2}{270 P_{og}} \dots [4.9]$$

Porównując wyrażenia [4.8] i [4.9] widzimy, że dla przypadku uzwojeń wskaźnika połączonych w gwiazdę, optymalny stosunek oporności cewek wskaźnika do oporności potencjometru nadajnika jest równy:

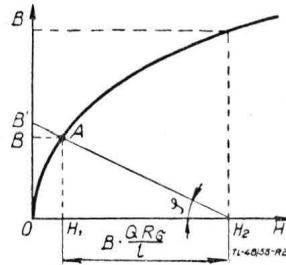
$$k_{opt} = \left(\frac{r_2}{r_1} \right)_{opt} = \frac{\sqrt{2}}{6} = 0,236 \dots [4.10]$$

Dla układu z uzwojeniem wskaźnika połączonym w trójkąt otrzymalibyśmy:

$$r_1' = \frac{U}{45 \sqrt{2} P_{og}} \quad r_2' = \frac{1}{\sqrt{2}} r_1' = 0,707 r_1'$$

O wyborze drugiego parametru Q_p , decyduje warunek optymalnej szczeliny powietrznej w obwodzie magnetycznym

wskaźnika. Rozpatrzmy cewkę w szczelinie obwodu magnetycznego wskaźnika (rys. 19). Stosując oznaczenia wymiarów jak na rys. 19 można napisać $Q_p = a \cdot b$. Ponieważ $b = \delta - d$ więc $Q_p = a (\delta - d)$. Im mniejszy jest wymiar d , tym większy byłby przekrój Q_p . Jednak ze względów produkcyjnych (łatwość montażu wskaźnika) wymiar d nie może być mniejszy od pewnej minimalnej wartości. Gdy $\delta = d$ to $Q_p = 0$ i $M' = 0$. Z drugiej strony wzrostowi szczeliny δ towarzyszy spadek indukcji w szczelinie B , co może wpłynąć na zmniejszenie momentu M' . Z tego wynika, że istnieje pewna wielkość optymalna szczeliny δ_{opt} .



Rys. 20. Schemat do obliczeń optymalnej szczeliny w obwodzie magnetycznym wskaźnika

Napiszmy wyrażenie na jednostkowy moment ustalający [4.3] w ogólniejszej postaci:

$$M'_{\epsilon=0} = T \sqrt{P} B_m \cdot \sqrt{\frac{k_z \cdot a}{l_p \cdot \rho}} \cdot \sqrt{\delta - d} \dots [4.11]$$

gdzie $T = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1}{\lambda} \sin \frac{\Theta}{2} \cdot \sin \frac{\lambda}{2} l c$.

Rozpatrzmy zależność $B_m = f(\delta)$.

Z teorii obwodów magnetycznych wiadomo, że oporność magnetyczną szczeliny (w przypadku wskaźnika strumień magnetyczny na swojej drodze napotyka dwie szczeliny) można wyrazić następująco:

$$R_s = \frac{2}{G_o + G_s}$$

gdzie: G_o — przewodność szczeliny,
 G_s — przewodność rozproszenia.

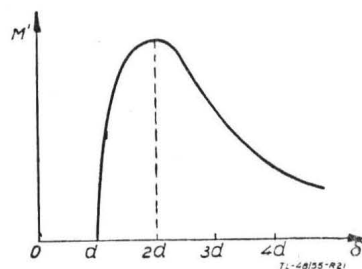
W przybliżeniu można napisać (pomijając strumień rozproszenia): $R_s = \frac{2}{G_o}$.

Ponieważ $G_o = \frac{S}{\delta}$ to $R_s = \frac{2 \delta}{S}$, gdzie S — powierzchnia nabiegunków.

Dla określenia B_m posłużymy się charakterystyką magnesowania (rys. 20). Gdyby nie było szczeliny powietrznej, to natężenie pola magnetycznego wynosiłoby H_2 . Na skutek istnienia szczeliny o oporności magnetycznej R_s , natężenie pola magnetycznego w stali zmalało do wartości H_1 . Różnica $H_2 - H_1 = B \cdot \frac{Q \cdot R_s}{l}$, gdzie: Q — powierzchnia przekroju

magnesu w płaszczyźnie neutralnej, l — średnia długość linii magnetycznych w obwodzie.

$$\text{Jak widać z rys. 20 } \text{tg } \varphi = \frac{B}{B \frac{Q R_s}{l}} = \frac{l}{Q R_s}$$



Rys. 21. Zależność jednostkowego momentu ustalającego M' od szczeliny w obwodzie magnetycznym wskaźnika

Ponieważ kąt φ jest zwykle mały, więc część krzywej OA można zastąpić odcinkiem OB' , wobec tego:

$$B' \cong B \cong H_2 \cdot \text{tg } \varphi = \frac{S I H_2}{2 Q \delta}$$

Indukcja w szczelinie $B_m = B \frac{Q}{S} = \frac{l H_2}{2 \delta}$.

Podstawiając otrzymaną wartość do wzoru [4.11] otrzymamy

$M'_{\epsilon=0} = T \sqrt{P} \frac{l H_2}{2} \cdot \sqrt{\frac{k_s \cdot a}{l_p \cdot \rho}} \cdot \psi$ gdzie $\psi = \frac{\sqrt{\delta - d}}{\delta}$

Szukając optymalnej wartości δ różniczkujemy wyrażenie ψ względem δ i otrzymaną pochodną przyrównujemy do zera.

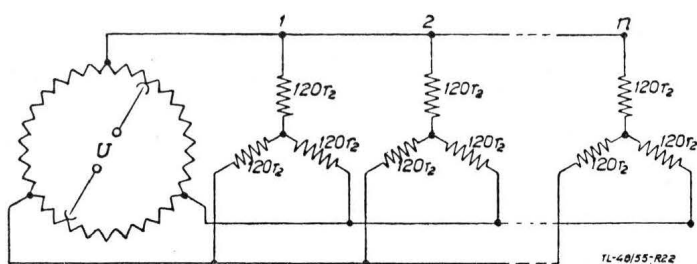
$\frac{d\psi}{d\delta} = \frac{2d - \delta_{opt}}{2 \delta_{opt}^2 \sqrt{\delta_{opt} - d}} = 0$

Stąd $\delta_{opt} = 2d$ i $b_{opt} = \delta_{opt} - d = d$.

Ponieważ jednostkowy moment ustalający jest wprost proporcjonalny do ψ , przeto można zależność $M' = f(\delta)$ przedstawić jak na rys. 21.

5. Przypadek włączenia kilku wskaźników do jednego nadajnika

Rozpatrzmy teraz przypadek włączenia kilku wskaźników do jednego nadajnika w układzie trzyprzewodowym. Układy



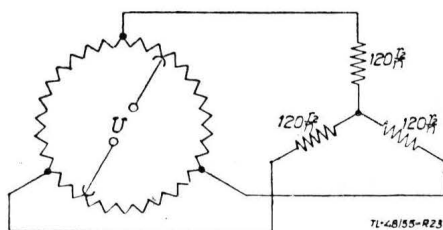
Rys. 22. Schemat połączenia jednego nadajnika z n wskaźnikami z uzwojeniami połączonymi w gwiazdę w układzie trzyprzewodowym

podobne są często stosowane w busolach odległościowych, przeznaczonych do użytkowania na samolotach wielomiejscowych. Busole takie pracują z dwoma, lub trzema wskaźnikami połączonymi równolegle.

Rozważmy przypadek połączenia z jednym nadajnikiem n wskaźników z uzwojeniami połączonymi w gwiazdę (rys. 22).

Rys. 23 przedstawia schemat zastępczy układu przedstawionego na rys. 22. Operując schematem, można przeprowadzić rozważania analogiczne jak w rozdziale 3. I tak: oporność zastępcza układu z n wskaźnikami $(R_z)_n = \frac{r_1 F_n}{60(n - 3k)}$

gdzie $k = \frac{r_2}{r_1}$ oraz $F_n = 16200 \frac{r_2}{r_1} + n(1800 + 60\alpha - \alpha^2)$.



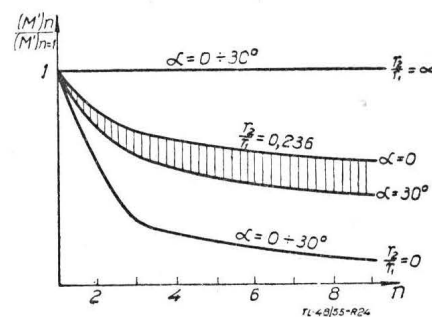
Rys. 23. Schemat zastępczy układu przedstawionego na rys. 22

Całkowity prąd płynący ze źródła $I_n = \frac{60 U (n + 3k)}{r_1 F_n}$.

Prądy w cewkach każdego z n wskaźników wyrażają się zależnościami:

$$\left. \begin{aligned} (I_I)_n &= \frac{U (120^\circ - \alpha)}{2 r_1 F_n} \\ (I_{II})_n &= \frac{U (\alpha - 30^\circ)}{r_1 F_n} \\ (I_{III})_n &= - \frac{U (60^\circ + \alpha)}{2 r_1 F_n} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots [5.1]$$

Otrzymaliśmy wyrażenia analogiczne do równań [3.2]. Widać stąd, że nierównomierność odległościowego przekazywania nie zależy od liczby podłączonych wskaźników (patrz wnioski rozdziału 3).



Rys. 24. Zależność $\frac{(M')_n}{(M')_{n=1}} = f(n)$ dla różnych stosunków $\frac{r_2}{r_1}$

Analogicznie do wyrażeń [4.8], [4.9] i [4.10] optymalne oporności układu wynoszą:

$$r_1 = \frac{U^2}{45 \sqrt{2} P_{og}}$$

$$r_2 = \frac{n}{3 \sqrt{2}} r_1 = 0,236 n r_1 \dots \dots \dots [5.2]$$

Jak z tego wynika optymalny stosunek $k = \frac{r_2}{r_1}$ jest dla przypadku n wskaźników n razy większy niż dla przypadku pojedynczego wskaźnika.

Rozważmy teraz, jak wpływa podłączenie kilku (n) wskaźników do jednego nadajnika na wielkość właściwego momentu ustalającego. Moment ustalający jednego z n wskaźników wynosi $M_n = e(I \cdot w)_n \cdot \sin \epsilon$, gdzie: $(I \cdot w)_n$ — wypadkowe amperozwoje jednego z n wskaźników

$$(I \cdot w)_n = \frac{3 U w}{r_1 F_n} \sqrt{(120^\circ - \alpha) + 3\alpha^2}$$

(por. zależność [3.7]), oraz e — współczynnik zawierający stałe konstrukcyjne wskaźnika. Jednostkowy moment ustalający

wyrazi się zależnością: $(M')_n = \frac{dM_n}{d\epsilon} = e(I \cdot w)_n \cdot \cos \epsilon$ lub

wyrażając w Gcm/stopień: $(M')_n = \frac{\pi}{180} e(I \cdot w)_n \cdot \cos \epsilon$ gdzie

ϵ — kąt między osią biegunów magnesu a wektorem wypadkowego strumienia stojana wskaźnika. Jeśli porównać jednostkowe momenty ustalające dla przypadku z jednym i z kilkoma wskaźnikami to otrzymamy:

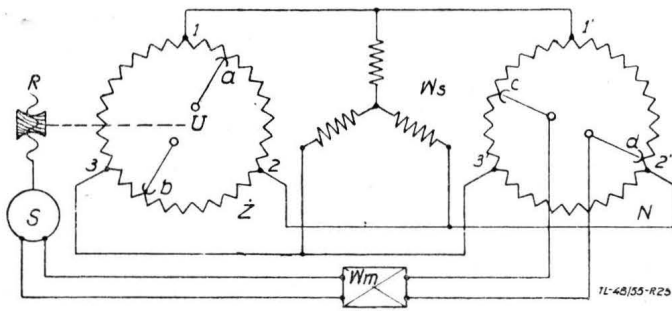
$$\frac{(M')_n}{(M')_{n=1}} = \frac{(Iw)_n}{(Iw)_{n=1}} = \frac{F_{n=1}}{F_n} = \frac{16200 \frac{r_2}{r_1} + 1800 + 60\alpha - \alpha^2}{16200 \frac{r_2}{r_1} + n(1800 + 60\alpha - \alpha^2)} \dots \dots [5.3]$$

Wynik tego porównania jest przedstawiony graficznie na rys. 24. Dla układu z uzwojeniami wskaźników połączonymi w trójkąt otrzymalibyśmy analogiczny wynik.

6. Nierównomierność odległościowego przekazywania w układzie śledzącym

Rozważmy teraz często obecnie stosowany w gيروسkopowych busolach odległościowych trzyprzewodowy potencjometryczny układ śledzący. Schemat ogólny takiego układu przedstawia rys. 25. Omówmy działanie tego układu. Napięcie sieci prądu stałego U doprowadzone jest do szczołek średnicowych a i b potencjometru Z. Potencjometr Z posiada rozstawione względem siebie co 120° odprowadzenia 1, 2 i 3. Położenie szczołek a i b uwarunkowane jest położeniem osi gيروسkopu kursu. Odprowadzenia 1, 2 i 3 połączone są z punktami 1', 2' i 3', rozmieszczonymi co 120° na potencjometrze N magnetycznego nadajnika. Szczołki c i d są sprzężone z pływakiem na-

dajnika magnetycznego. Każdemu położeniu szczotek *c* i *d* potencjometru *N* odpowiada pewne jednoznaczne położenie szczotek *a* i *b*, przy którym różnica potencjałów między szczotkami *c* i *d* jest równa zero. Jest to stan równowagi układu.



Rys. 25. Schemat trzyprzewodowego potencjometrycznego układu śledzącego

Przy zmianie położenia szczotek *a* i *b* zerowe położenie szczotek *c* i *d* obraca się o ten sam kąt. Podczas niezgodności szczotek *c* i *d* z tym zerowym położeniem, w obwodzie tych szczotek popłynie prąd, w pewnych granicach proporcjonalny do kąta niezgodności. Kierunek przepływu prądu określa znak niezgodności. Sygnał niezgodności po wzmocnieniu i spolaryzowaniu we wzmacniaczu magnetycznym *Wm* kierowany jest do serwośilnika, który odpracowując w jednym lub przeciwnym kierunku, zmusza za pomocą reduktora *R* szczotki *a* i *b* do zajęcia nowego położenia równowagi, przy którym różnica potencjałów między szczotkami *c* i *d* jest znowu równa zero.

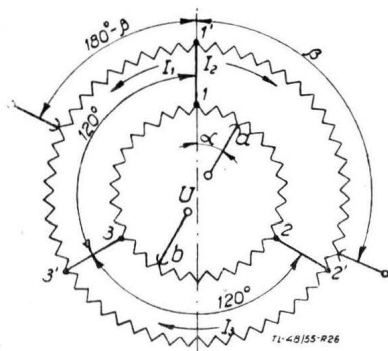
Rozważmy dokładność odległościowego przekazywania w układzie śledzącym, pracującym według schematu na rys. 25. Schemat zastępczy układu śledzącego przedstawiony jest na rys. 26. Schemat zastępczy jest uproszczony w założeniu, że oporność wejściowa wzmacniacza *Wm* jest wiele razy większa od pozostałych oporności obwodu. Oznaczmy przez α położenie kątowe szczotek *a*, *b*, przez β — położenie szczotek *c*, *d*. Od razu widać, że położenie równowagi układu nastąpi dla $\beta = \alpha + 90^\circ$. Dzięki analogii do układu trzyprzewodowego z uzwojeniami wskaźnika połączonymi w trójkąt, otrzymamy na mocy wyrażen [3.3]:

$$I_1 = \frac{30U}{r_1 F'}; \quad I_2 = -\frac{(60 - \alpha)U}{2r_1 F'}; \quad I_3 = \frac{\alpha U}{r_1 F'}$$

gdzie r_1 — oporność łuku potencjometru *Z* odpowiadające 1° . Różnica potencjałów między punktami *c* i *d* wyrazi się

$$U_{cd} = U_1' d + U_1' c = I_2 r_2 \beta + I_1 r_2 (180^\circ - \beta)$$

gdzie r_2 — oporność łuku potencjometru *N* przypadająca na 1° .



Rys. 26. Schemat zastępczy układu elektrycznego przedstawionego na rys. 25

Po podstawieniu i wykonaniu elementarnych przekształceń otrzymamy:

$$U_{cd} = \frac{r_2 U}{2r_1 F'} [60(180^\circ - \beta) - (60 - \alpha)\beta] \dots [6.1]$$

Warunkiem równowagi będzie równość: $U_{cd} = 0$. Przyrównując prawą stronę wyrażenia [6.1] do zera otrzymamy:

$$\beta = 90 \frac{1}{1 - \frac{\alpha}{120^\circ}} \dots [6.2]$$

Z wyrażenia [6.2] wynika, że gdy $\alpha = 0^\circ$ to $\beta = 90^\circ$. Wzór [6.2] jest słuszny dla $\alpha \leq 30^\circ$, ponieważ dla $\alpha = 30^\circ$ kąt β osiąga granicę równą $\beta = 120^\circ$. Jak widać z wyrażenia [6.2] omawianemu układowi śledzącemu właściwa jest pewna nierównomierność przekazywania, wyrażająca się zależnością:

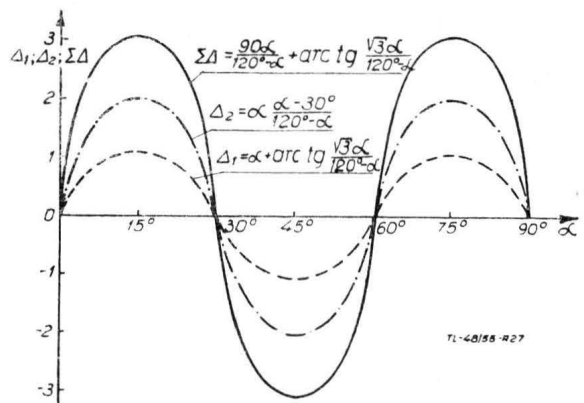
$$\Delta = \beta - \alpha - 90^\circ = \alpha \frac{\alpha - 30^\circ}{120^\circ - \alpha} \dots [6.3]$$

Dla $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ \dots$ itd. nierównomierność ta jest równa zero. Dla $\alpha = 15^\circ, 45^\circ, 75^\circ \dots$ itd. osiąga ona wartości ekstremalne, wynoszące $\pm 2^\circ$.

Przy podłączeniu do układu śledzącego wskaźnika *W_s* (jak na rys. 25), wskazania jego będą obarczone sumaryczną nierównomiernością wyrażającą się na mocy [3.5] oraz [6.3].

$$\begin{aligned} \Sigma \Delta &= \Delta_1 + \Delta_2 = \alpha \frac{\alpha - 30^\circ}{120^\circ - \alpha} + \alpha + \text{arc tg} \frac{\sqrt{3} \alpha}{120^\circ - \alpha} = \\ &= \frac{90 \alpha}{120^\circ - \alpha} + \text{arc tg} \frac{\sqrt{3} \alpha}{120^\circ - \alpha} \dots [6.4] \end{aligned}$$

Ta sumaryczna nierównomierność osiąga ekstremalne wartości $\sim \pm 3^\circ$ dla $\alpha = 15^\circ, 45^\circ, 75^\circ \dots$ itd. Przy kącie $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ \dots$ itd.: $\Sigma \Delta = 0$. Zależności powyższe ilustruje rys. 27.



Rys. 27. Wykres składowych i sumarycznej nierównomierności odległościowego przekazywania w trzyprzewodowym potencjometrycznym układzie śledzącym w zależności od kątowego położenia szczotek nadajnika α .

Zaznaczyć należy, że gdyby szczotki potencjometrów *N* i *Z* (*a*, *b* i *c*, *d*) wykonano jako styki związane na stałe z potencjometrami, a styki 1, 2, 3, 1', 2' i 3' — jako szczotki (zachowując ich rozstawienie co 120°), ślizgające się po potencjometrach, to wywód powyższy nie zmieniłby się. Uwaga niniejsza odnosi się również do rozważań przeprowadzonych w rozdziałach 1 i 3.

7. Sposoby eliminowania błędu metodycznego wynikłego z nierównomierności odległościowego przekazywania

Gdyby wskaźnik busoli odległościowej, pracującej według schematu na rys. 9, posiadał normalną konstrukcję i równomierną podziałkę, to wskazania jego obarczone byłyby błędem metodycznym, wynikłym na skutek nierównomierności odległościowego przekazywania w układzie potencjometrycznym.

Wielkość tego błędu byłaby równa nierównomierności odległościowego przekazywania, w danym przypadku równej $\pm 1,1^\circ$.

Analogicznie w przypadku busoli groskopowej, pracującej według schematu na rys. 25 — wielkość błędu odległościowego przekazywania wynosiłaby $\pm 3^\circ$.

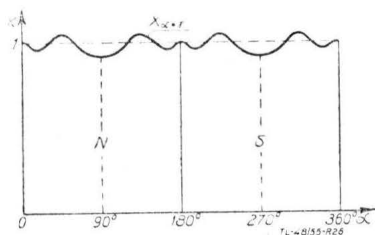
Istnieją sposoby eliminowania błędu powstałego na skutek odległościowego przekazywania. Należą do nich:

- odpowiedni dobór pola w szczelinie obwodu magnetycznego wskaźnika,
- dobór nieliniowego potencjometru nadajnika,
- zastosowanie nierównomierniej skali wskaźnika,
- mechaniczne wyrównywanie skal.

Omówimy pokrótce te sposoby.

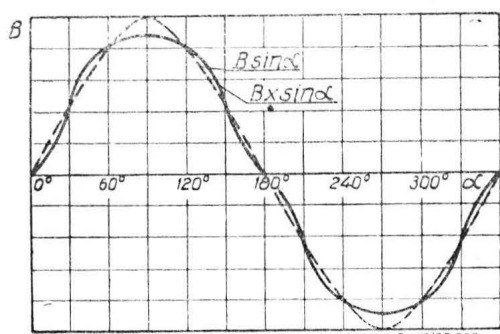
a. Dobór pola magnetycznego w szczelinie obwodu magnetycznego wskaźnika. Przyrząd nie będzie obarczony błędem

nierównomierności przekazywania, jeśli uda się w sposób sztuczny uzyskać przebieg indukcji w szczelinie określony wyrażeniem: $B = B_m \cdot x \cdot \sin \alpha$, gdzie $x = f(\alpha)$ oznacza szukaną funkcję, dla znalezienia której koniecznym warunkiem jest równomierność skali, czyli $\alpha = \gamma$.



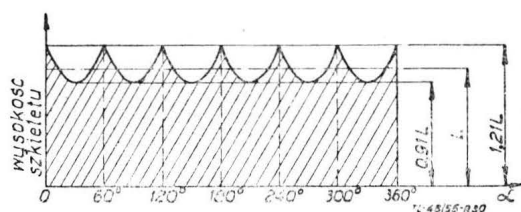
Rys. 28. Zależność $x = f(\alpha)$ dla układu trzyprzewodowego potencjometrycznego odległościowego przekazywania

Przebieg funkcji $x = f(\alpha)$ przykładowo dla układu trzyprzewodowego przekazywania przedstawia rys. 28. Przebieg indukcji w szczelinie wskaźnika dla tegoż przypadku obrazuje rys. 29.



Rys. 29. Skorygowany przebieg indukcji w szczelinie obwodu magnetycznego wskaźnika dla układu trzyprzewodowego potencjometrycznego odległościowego przekazywania

Podobny przebieg indukcji w szczelinie wskaźnika można uzyskać przez odpowiedni dobór zmiennej szerokości szczeliny, przy czym szerokość szczeliny δ winna być odwrotnie proporcjonalna do wartości funkcji $x = f(\alpha)$; zmianę aktywnej wysokości nabiegownika, proporcjonalnie do $x = f(\alpha)$; specjalnym magnesowaniem magnesów wskaźnika.



Rys. 30. Skorygowany kształt szkieletu potencjometru nadajnika w rozwinięciu dla trzyprzewodowego odległościowego przekazywania

Ostatni sposób jest szeroko stosowany we współczesnych konstrukcjach busol odległościowych.

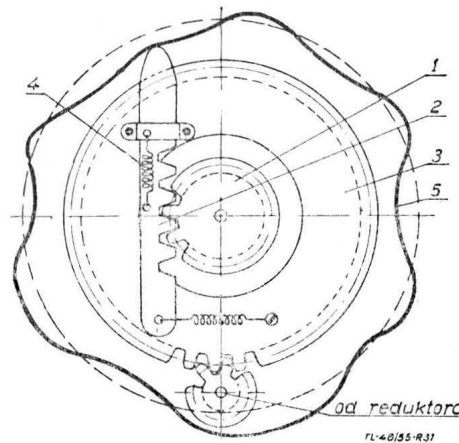
b. *Dobór nieliniowego potencjometru nadajnika.* Nieliniowość potencjometru można uzyskać przez odpowiednie profilowanie wysokości szkieletu potencjometru lub przez zmianę skoku uzwojenia. Przy stosowaniu pierwszego sposobu trudność stanowi to, że zwoje mają tendencję do zsuwania się z nierówności szkieletu. Rozwinięcie szkieletu dla potencjometru usuwającego błąd nierówności w układzie trzyprzewodowego przekazywania przedstawia rys. 30. Drugi sposób, polegający na zmianie skoku uzwojenia potencjometru, jest ze względów technologicznych rzadko stosowany.

c. *Zastosowanie nierównomiernych skal wskaźników.* Dzięki okresowości błędów nierównomierności odległościowego przekazywania, możliwa jest także jego eliminacja za pomocą nierównomiernych skal wskaźników. Sposób ten jest często sto-

sowany w potencjometrycznych układach śledzących, charakteryzujących się dużą nierównomiernością przekazywania.

d. *Mechaniczne wyrównywacze skal.* W układach śledzących czasami spotyka się mechaniczne sposoby wyrównywania skal. Rys. 31 przedstawia schemat działania jednego z istniejących mechanicznych wyrównywaczy, stosowanych dla układu pracującego według schematu na rys. 25.

Obrót silnika S korygującego położenie szczotek a i b (rys. 25) poprzez reduktor R przeniesiony jest na wyjściową



Rys. 31. Schemat działania mechanicznego wyrównywacza skali

oś 1 przez ząbienie z zębatym popychaczem 2, zamocowanym na pomocniczym kole zębatym 3. Koniec popychacza dociskany jest sprężyną 4 do krzywki 5. Gdyby kształt krzywki odpowiadał okręgowi koła (linia kreskowa), to obrót koła 3 przekazywany byłby bez zmian na oś wyjściową 1. Dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu krzywki popychacz będzie się ślizgał po jej nierównościach, powodując dodatkowe obroty osi wyjściowej, co pozwoli na eliminowanie nierówności obrotu tej osi. Urządzenie będzie prawidłowo pracować przy obu kierunkach obrotu. Mechaniczne wyrównywacze są rzadko stosowane. Wadą ich jest to, że znacznie obciążają silnik układu śledzącego.

Zakończenie

Oprócz omówionego potencjometrycznego systemu odległościowego przekazywania nieograniczonych kątów, istnieją jeszcze inne, również potencjometryczne układy. Należą do nich przede wszystkim:

1. Potencjometryczny układ z jednoszczotkowym nadajnikiem.
2. Potencjometryczny układ samokompensacyjny (bez układu śledzącego).

Oba te układy pracują na prąd stały. Pierwszy z nich nie jest stosowany w busolach odległościowych, ze względu na znaczną nierównomierność przekazywania. Drugi jest stosowany często w automatyce tam, gdzie potrzebny jest duży moment ustalający, w busolach odległościowych zaś stosunkowo rzadko ze względu na skomplikowaną konstrukcję.

Oprócz wymienionych systemów na prąd stały istnieją układy na prąd zmienny (o częstotliwości 400 ÷ 500 Hz). Wymagają one dodatkowego źródła zasilania. W busolach odległościowych stosowane są one rzadko ze względu na wywierane duże obciążenie na element czujnikowy (selsyny), bądź też ze względu na złożoną budowę (magnesyny i telegony).

Artykuł wpłynął dnia 24 maja 1955 r.

LITERATURA

N. I. Czistiakow — Elektrieskije awiacyjnyje pribory, Oborongiz, Moskwa 1950.
 W. M. Szlandin — Elementy awtomatiki i tielemiechaniki, Oborongiz, Moskwa 1954.
 W. A. Bodner — Lotnicze przyrzady pokladowe. Cz. I. Przyrzady silnikowe, Warszawa, 1954 (tłum. z ros.).
 G. O. Fridlender — Pilotażnyje manometričeskie pribory kom-pasy i awtoszturmany, Oborongiz, Moskwa 1953.

Mgr inż. KAROL KÖRNER

Powierzchniowa obróbka aluminium i jego stopów

Artykuł omawia stosowane w przemyśle procesy obróbki powierzchniowej. Szczególny nacisk położono na omówienie własności warstwek ochronnych, uzyskanych różnymi metodami, na ich użytkowne wartości, oraz na celowość i opłacalność stosowania poszczególnych procesów. W artykule omówiono również najnowsze osiągnięcia i odkrycia z dziedziny obróbki powierzchniowej.

WSTĘP

Hutnictwo aluminium jest przemysłem młodym. Pierwsze przemysłowe próby otrzymania aluminium, wykonane sto lat temu przez chemika francuskiego Saint Claire Deville, nie dały zadowalających wyników. Dopiero realizacja przemysłowych patentów Francuza Heroult'a i Amerykanina Hall'a zapoczątkowały pod koniec ubiegłego stulecia szybki rozwój hutnictwa aluminium.

Aluminium stosowane początkowo do wyrobu naczyń i ozdób stało się z czasem technicznym materiałem konstrukcyjnym o bardzo dużym znaczeniu. Znalazło ono zastosowanie przede wszystkim jako materiał konstrukcyjny do produkcji samolotów.

Niesposób jest wyliczyć wszystkich zastosowań aluminium i jego stopów. Szerokie zastosowanie aluminium spowodowane jest jego niskim ciężarem właściwym, dobrymi własnościami mechanicznymi jego stopów, dużą odpornością korozyjną, dobrym przewodnictwem elektrycznym. Mimo niskiego normalnego potencjału elektrodowego (wynosi on $-1,67$ V; naturalna warstwa Al_2O_3 o grubości $50 - 1000 \text{ \AA}$ podwyższa ten potencjał do $0,5$ V) [lit. 1], aluminium i jego stopy wykazują dużą odporność korozyjną. Przyczyną tego jest tworzenie się na powierzchni metalu warstewki tlenku przykrywającej szczelnie metal i wywołującej jego passywację. Warunkiem koniecznym powstawania warstewki szczelnej jest zwiększenie objętości powstającej warstewki w stosunku do objętości metalu, z którego powstała. Zależność ta podana przez Pillinga i Bedwortha [lit. 2] mówi o możliwości powstawania warstewki szczelnej.

Pomimo tych korzystnych własności szeroko stosowana jest obróbka powierzchniowa aluminium. Zagadnienie konieczności obróbki powierzchniowej aluminium i jego stopów stanowiło przedmiot szerokiej dyskusji. Argumentowano, iż o wyborze aluminium jako materiału konstrukcyjnego stanowi jego znaczna odporność korozyjna w stosunku do stali. Dla niektórych jednak konkretnych przypadków, na przykład przy produkcji silników, w przemyśle okrętowym, a szczególnie lotniczym, stosowanie obróbki powierzchniowej jest konieczne. Szczególnie ważne jest polepszenie własności chroniących przed korozją i przyczepności powłok lakierniczych dla konstrukcji aluminiowych pracujących w środowiskach agresywnych, na przykład w wodzie morskiej, w gazach przemysłowych, w styku z metalami szlachetniejszymi. Najbardziej wartościowe ze względu na własności mechaniczne stopy aluminium typu duralu są szczególnie podatne na korozję międzykrystaliczną. Akimow [lit. 3] opisuje przypadek korozji międzykrystalicznej duralu platerowanego, służącego jako pokrycie samolotu użytkowanego w warunkach podbiegunowych. Blacha duralu platerowanego dawała się łatwo łamać i kruszyć w rękę.

Korozja międzykrystaliczna jest tym groźniejsza, że trudno ją w porę zauważyć. Już więc od pierwszych lat przemysłowego otrzymywania aluminium poszukiwano sposobu zabezpieczenia przed korozją tego tak ważnego technicznie metalu. Obróbka powierzchniowa konieczna jest również w tych przypadkach, w których chodzi o uzyskanie dużej twardości i odporności na ścieranie.

ELEKTROCHEMICZNE UTLENIANIE — ANODOWANIE

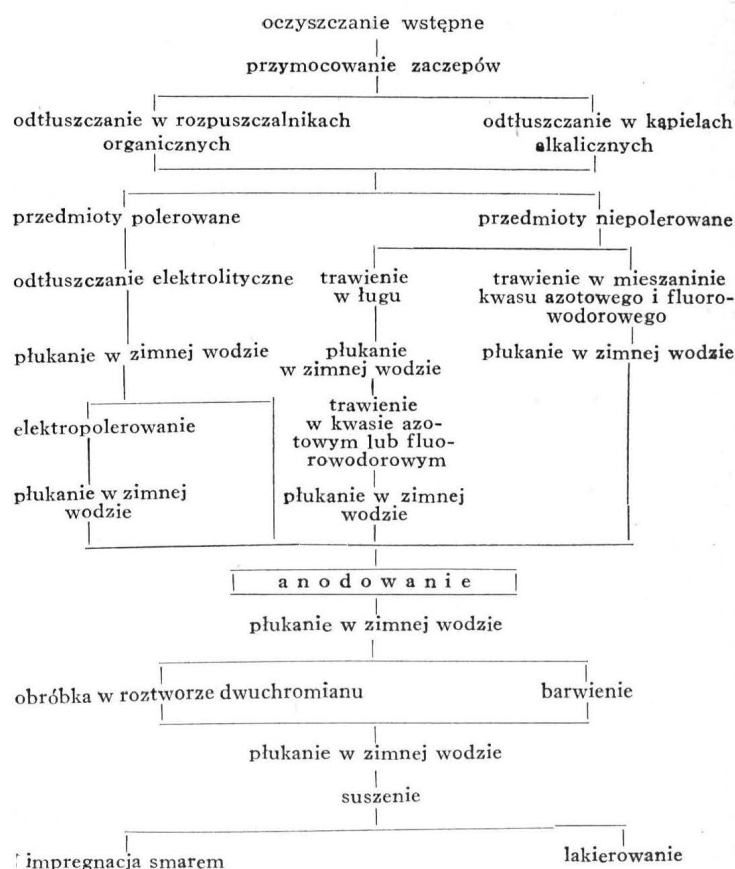
Pokrywanie aluminium metalami drogą procesów galwanicznych stosowane jest rzadko i nie posiada większego znaczenia. Najbardziej rozpowszechnioną metodą obróbki powierzchniowej aluminium jest anodowanie. Pierwsze wzmianki o uzyskiwaniu warstwek tlenkowych na aluminium przez utlenianie na anodzie zostały opublikowane na przełomie XIX i XX wieku. W latach 1898—1913 ukazują się pierwsze patenty dotyczące technicznego wykorzystania elektrolitycznie uzyskanych warstwek tlenkowych. Dopiero jednak prace Bengougha i Stuarta z 1923 roku, wskazujące na własności chro-

niące przed korozją, możliwości barwienia i impregnacji warstwek tlenkowych, nadały procesowi znaczenie techniczne. W latach późniejszych ukazuje się cały szereg prac będących próbami różnorodnej realizacji technicznej procesu elektrolitycznego utleniania aluminium, zwanego anodowaniem (niem. Eloxal, ang. Alumilite). Prace te można podzielić na dwie grupy, z których jedna polega na stosowaniu różnych dodatków do kąpeli kwasu siarkowego, druga — na całkowitej zmianie składu kąpeli. Rozwój procesu anodowania można uważać za zakończony w głównych zarysach. Ostatnie prace nie wnoszą zasadniczych zmian. Interesującą nowością jest anodowanie twarde — omówione poniżej.

Anodowanie stosowane początkowo dla celów gospodarczych, zostaje wprowadzone pod koniec 1938 r. na wielką skalę do przemysłu lotniczego.

a) Przebieg procesu i najczęściej stosowane warianty.

Proces anodowania składa się z szeregu czynności o charakterze podobnym do czynności stosowanych przy uzyskiwaniu pokryć galwanicznych. Przytoczony schemat podaje kolejność poszczególnych czynności:



Czynności wykonywane przed anodowaniem mają na celu przygotowanie powierzchni metalu. Podczas trawienia w ługu następuje usunięcie z powierzchni przedmiotu resztek tłuszczów (przez zmydlenie) i substancji pochodzenia mineralnego (przez zemułganie). Równocześnie ług rozpuszcza silnie aluminium, wzbogacając powierzchnię w metale ciężkie znajdujące się w aluminium jako dodatki stopowe lub zanieczyszczenia. Kwas azotowy rozpuszcza intensywnie metale ciężkie, nieznacznie natomiast aluminium. W ten sposób warstwa powierzchniowa wzbogaca się w aluminium, co ma znaczenie dla

późniejszej obróbki i odporności korozyjnej. Kwas fluorowodorowy dodaje się w przypadku znaczniejszej zawartości krzemu w stopie. Czynności wykonywane po anodowaniu mają na celu dodatkowe zabezpieczenie przed korozją lub uzyskanie ozdobnego wyglądu.

W przytoczonej kolejno tabeli podane są główne odmiany procesów elektrolitycznego utleniania aluminium.

Tabela 1

L. p.	Elektrolit		Rodz. prądu	Napięcie V	Gęstość prądu A/dm ²	Temp. elektrol. °C	Czas anodowania min.	Grub. uzysk. warstewki μ	Zastosowanie
	Nazwa	Zawartość %							
1.	Kwas siarkowy (H ₂ SO ₄)	18—25	stały	10—20	1,5—2,5	18—25	20—60	10—20	Najbardziej uniwersalna metoda
2.	Kwas siarkowy (H ₂ SO ₄)	18—25	zmienny	10—15	1—3	18—25		8—12	Anoduje się cienkie taśmy i druty; uzyskuje się warstewki elast. cienkie
3.	Kwas szczawiowy (H ₂ C ₂ O ₄)	do 10	stały	40—60	1—1,5	18—30	30—40		Metoda stosowana rzadko do spec. celów, np. do procesu „Seo-Foto” (patrz niżej)
4.	Kwas szczawiowy (H ₂ C ₂ O ₄)	5	zmienny	30—80	2—5	20—45	35—40		Stosuje się dla uzysk. warstewek elektroizolacyjnych
5.	Bezwodnik kwasu chromowego (CrO ₃)	5—10	stały	20—50	0,5—2,5	20—40	30—40	3—4	Anoduje się przedmioty o rozwinętej powierzchni

Z wymienionych w tabeli procesów szerokie zastosowanie znalazł w ZSRR i w Niemczech proces pierwszy. W krajach anglosaskich stosowane jest anodowanie w kwasie chromowym i szczawiowym.

W zestawieniu z innymi procesami, anodowanie w kwasie siarkowym posiada najwięcej zalet. Warstewki uzyskane z kwasu siarkowego wykazują lepszą odporność korozyjną, lepsze własności adhezyjne, oraz większą twardość, od uzyskanych z innych elektrolitów. Proces jest w porównaniu z innymi procesami anodowania bardziej ekonomiczny i uniwersalny.

b) Własności warstewek anodowych.

Objętość warstewek anodowych jest większa niż objętość metalu utlenianego. W związku z powyższym objętość przedmiotów anodowanych rośnie. Dzieje się tak jednak tylko do

pewnego czasu, po przekroczeniu którego objętość zaczyna maleć, a to skutkiem działania elektrolitu rozpuszczającego warstewkę tlenkową. Rysunek 1 przedstawia zmiany grubości warstewki i zmiany grubości i ciężaru folii aluminiowej zachodzące podczas anodowania [lit. 4].

Ważniejsze własności warstewek anodowych są następujące:

skład warstewki: tlenek glinu Al₂O₃·nH₂O, przy czym zawartość wody jest zmienna, wygląd: warstewka bezbarwna. Warstewki uzyskane z kwasu szczawiowego mają zabarwienie od jasnożółtego do brązowego, ciężar właściwy: 3,1 G/cm³, grubość: 3 — 150μ, odporność na wysokie temperatury: w podwyższonych temperaturach warstewka traci wodę, w temperaturze ponad 600°C następuje rekryształizacja, przejście z postaci γ w α, rozpuszczalność: nierozpuszczalna w wodzie i rozpuszczalnikiach organicznych, rozpuszczalna w silnych kwasach i ługach, ścieralność: odporność właściwa na ścieranie $\frac{N}{\mu} = 4000 - 10000$ (N — ilość podwójnych posunięć noża do badania ścieralności warstewki, μ — grubość warstewki), elastyczność: warstewki nie są elastyczne; przez zmianę kształtu przedmiotu warstewki ulegają popękaniu. Dla zwiększenia elastyczności stosuje się specjalne metody anodowania, higroskopijność' do 35% przy wilgotności 100%, twardość: 9 — według skali Moosa, własności izolacyjne: warstewki posiadają dobre własności izolacyjne, zależne od ich grubości. Zależność ta pokazana jest w poniższym zestawieniu (tabela 2).

adhezja lakierów: bardzo dobra, odporność korozyjna: bardzo dobra łącznie z lakierem i bez lakieru.

Warstewki anodowe są silnie porowate. Ilość porów dochodzi według niektórych badaczy do 4 milionów/mm³. Przez obróbkę w roztworach chromianów w 90—95°C następuje zamk-

Tabela 2

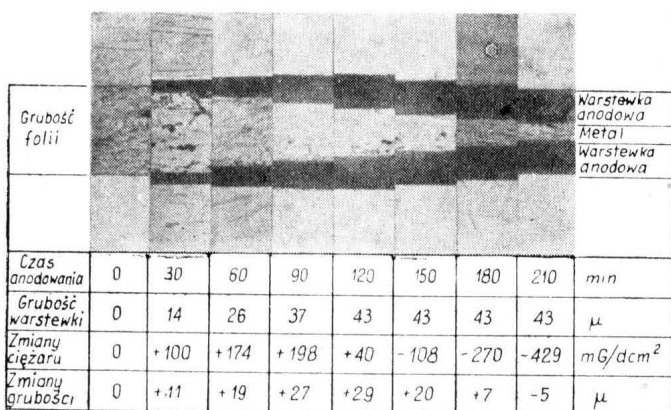
Grubość warstewki μ	Napięcie przebicia V	Grubość warstewki μ	Napięcie przebicia V
7.5	230	25	430
12.5	320	27	444
17.5	370	35	475

nięcie porów. Duża porowatość warstewek stwarza możliwość wysycania ich i barwienia pigmentami i barwnikami. Wysycanie stosowane jest bardzo często; uzyskuje się dzięki temu ozdobny wygląd i zwiększenie odporności korozyjnej. Istnieją również możliwości wysycania warstewki tlenkowej solami srebra. Spełnia ona wtedy rolę emulsji światłoczułej. Znane są dwa procesy prowadzące do uzyskania zdjęć fotograficznych na płytkach aluminiowych, z których jeden znany jest od lat pod nazwą „Seo-Foto” (lit. 5), drugi opublikowany ostatnio nosi nazwę „AL—PHOT” (lit. 6).

Oprócz możliwości wysycania, charakterystyczną cechą procesu jest uzyskiwanie warstewki o równomiernej grubości. Równomierna grubość warstewki związana jest z równomierną gęstością prądu, którą można osiągnąć przez stosowanie dodatkowych katod. Grubość anodowych warstewek jest pochodną stosowanych warunków prądowych, czasu i temperatury. Warstewki uzyskiwane na aluminium są grubsze niż uzyskiwane w tych samych warunkach na jego stopach. Pewne trudności sprawia anodowanie przedmiotów drobnych (nitów), skutkiem niemożności zapewnienia dobrych styków.

c) Elektropolerowanie.

Duże znaczenie praktyczne posiada proces elektrolitycznego polerowania aluminium, służący do uzyskiwania powierzchni o wysokim współczynniku odbicia światła.



TL-28/55-R1

Rys. 1. Folia aluminiowa grubości 0,12 mm anodowana w H₂SO₄ (20°C; 1,6 A/dm²).

Elektropolerowanie aluminium znalazło zastosowanie w przemyśle optycznym przy produkcji reflektorów i aparatów optycznych.

Tabela 3

Wartości odbicia światła różnych powierzchni

Materiał	% odbicia
Lustro wzorcowe (srebro)	100
Lustro aluminiowe (Al naniesione na szkło)	101,5
Srebro naniesione elektrolitycznie na mosiądz	97
Cienkie lustro szklane	95
Grube lustro szklane	91,5
Elektropolerowane aluminium	96
Elektropolerowane i anodowane aluminium	84
Nikiel naniesiony elektrolitycznie	72
Chrom naniesiony elektrolitycznie	72

W tabeli 3 podano porównawcze zestawienie odbicia światła przez różne powierzchnie lustrzane.

Przedmioty z technicznego aluminium i stopów aluminiowych można wg W. I. Łajnera (lit. 7) polerować elektrolitycznie dla uzyskania ozdobnego wyglądu w elektrolicie zawierającym kwasy siarkowy i fosforowy, służącym do elektropolerowania stali. Szerokie zastosowanie dla celów przemysłu optycznego znalazły dwa rodzaje elektrolitów: alkaliczny i kwaśny.

Skład elektrolitu alkalicznego i warunki procesu są następujące:

Na ₂ CO ₃	15 ⁰ / ₀
Na ₃ PO ₄	5 ⁰ / ₀
temperatura	80°C
gęstość prądu (anodowa)	5—6 A/dm ²
napięcie	12—15 V
czas	5—8 min

Po utworzeniu się na powierzchni warstewki tlenkowej gęstość prądu zmniejsza się w przybliżeniu do połowy. Przedmioty elektropolerowane poddawane są następnie anodowaniu w kąpeli:

NaHSO ₄	20 ⁰ / ₀
gęstość prądu (anodowa)	0,6—0,8 A/dm ²
napięcie	12 V
czas	20—30 min

Proces zakańcza się przemyciem i zamknięciem porów, co uzyskuje się przez zanurzenie do gorącej (80°C) wody destylowanej na 15 — 20 min. Podczas gdy proces alkaliczny można stosować tylko dla rafinowanego aluminium, proces kwaśny znajduje zastosowanie także dla jego stopów, przy czym wyniki są gorsze niż dla czystego aluminium. Elektrolity zawierają zwykle kwas fluorowodorowy lub borofluorowodorowy. Skład elektrolitu i warunki procesu mogą być następujące:

H ₂ SO ₄	1—60 ⁰ / ₀
HF	0,2—1,5 ⁰ / ₀
gęstość prądu (anodowa)	1—10 A/dm ²
temperatura	30—70°C

lub:

CrO ₃	1—25 ⁰ / ₀
HF	0,2—1,5 ⁰ / ₀
gęstość prądu (anodowa)	2—14 A/dm ²
temperatura	30—70°C

Zamiast kwasu fluorowodorowego (HF) można stosować kwas borofluorowodorowy (HBF₄). Elektrolity kwaśne ulegają szybkiemu zużyciu. Gdy zawartość aluminium w elektrolicie osiągnie (w przeliczeniu na Al₂O₃) 0,6⁰/₀, elektrolit traci własności polerownicze i należy go zmienić.

d) Anodowanie twarde (lit. 8).

Znane są dobrze zalety elektrolitycznie otrzymywanej warstewki tlenkowej. Uzyskuje się ją zwykle dla nadania przedmiotom aluminiowym ozdobnego wyglądu i zwiększenia ich

odporności na korozję. Dotychczas nie udało się uzyskać z kwasu siarkowego jako elektrolitu warstewek grubszych niż 40 μ. Warstewki te są twarde i wykazują dobrą odporność na ścieranie. Dla niektórych celów własności te nie są jednak wystarczające. Anodowanie twarde („Hard-Coatings”, „Hart-Eloxierung”) stwarza nową, ciekawą dziedzinę zastosowania dla aluminium. W odróżnieniu od zwyczajnego procesu, anodowanie twarde może znaleźć zastosowanie w tych przypadkach, w których chodzi o szczególnie dużą twardość i małą ścieralność.

Podczas gdy w normalnym procesie można uzyskać warstewkę grubości kilkunastu mikronów, w procesie anodowania twardego można uzyskać nawet 150 μ. Warunki prowadzące do uzyskania takich warstewek polegają na stosowaniu niskiej temperatury — poniżej 5°C, najlepiej — 1°C, podczas gdy inne parametry (elektrolit, gęstość i rodzaj prądu) pozostają niezmiennione. Dla utrzymania niskiej temperatury elektrolit jest silnie mieszany, utrzymywany w ciągłym ruchu i chłodzony poza kąpielą do anodowania. Warstewkę grubości 50 μ można uzyskać w ciągu 90 min. stosując 15⁰/₀-wą kąpiel kwasu siarkowego, anodową gęstość prądu od 2 do 2,5 A/dm² i napięcie równe 20 — 30 V. Warstewka nie wymaga po przepłukaniu dalszej obróbki. Daje się ona jednak dowolnie barwić oraz wypełniać, na przykład przez zanurzenie na 10 min do wrzącej wody. Pokrycia takie można uzyskać na stopach AlCuMg, AlMgSi i AlZnMg.

Tabela 4

minuty	mikrony	minuty	mikrony
60	34	110	70
70	44	120	76
80	50	140	89
90	56	180	114
100	64	240	152

Tabela 4 wskazuje na zależność grubości pokrycia od czasu trwania procesu.

Proces powyższy można stosować dla takich przedmiotów jak: zawiąsy, panewki, koła zębate, śmigła, koła zębate, łożyska kulkowe itp. Można również odtwarzać rozmiary zużytych przedmiotów aluminiowych, jak na przykład kół zębatych i panewek.

CHEMICZNE UTLENIANIE

Procesy elektrolityczne są stosunkowo drogie, co wynika z dużych kosztów instalacji, oraz czasochłonności procesu, nie licząc kosztów prądu i chemikali. Stosowanie procesu anodowego jest uzasadnione tylko wtedy, gdy zależy na otrzymaniu dużej twardości, odporności na ścieranie czy barwienie.

Dla przygotowania powierzchni aluminium pod lakierowanie można z powodzeniem stosować procesy chemiczne. Warstewki uzyskane w procesach chemicznych mają wprawdzie gorszą odporność korozyjną i adhezję do lakierów niż anodowe, posiadają jednak wiele zalet. Zalety chemicznych procesów są następujące:

- I — warstewki szczelne o grubości od 0,1 do 5 μ,
- II — dobre podłoże pod lakiery,
- III — dobra odporność korozyjna kombinacji warstewka + lakier,
- IV — proste urządzenia i technologia,
- V — niskie koszty.

Procesy te znane są od dawna pod oznaczeniami MBV, EW i inne. Polegają one na uzyskiwaniu warstewki w kąpie-

Tabela 5

Skład kąpeli	Wzór chemiczny	Zawartość G/l	Temperatura °C	Czas procesu min
Soda	Na ₂ CO ₃	50	80-100	3-5
Chromian sodu	Na ₂ CrO ₄	15		

lach alkalicznych zawierających chromiany. W tabeli 5 podany jest skład chemiczny kąpeli i warunki utleniania chemicznego (lit. 9).

Fizyko-chemiczne własności tych warstwek są następujące: skład warstewki: około 73% $\text{Al}(\text{OH})_3$ i 25% $\text{Cr}(\text{OH})_3$; warstewka zawiera również nieco krzemionki, wygląd: jasno- lub ciemnoszary, grubość: 2 do 3 μ (przeciętnie), rozpuszczalność: nierozpuszczalna w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych, rozpuszczalna w silnych kwasach i ługach, ścieralność: odporność na ścieranie niezadowalająca, elastyczność: bardzo dobra — warstewka nie odpryskuje przy zmianie kształtu przedmiotu, adhezja lakierów: bardzo dobra, odporność korozyjna: bardzo dobra łącznie z lakierem. Bez lakieru gorsza od warstwek uzyskanych elektrochemicznie.

Odporność na wysokie temperatury: dobra w granicach 400°C.

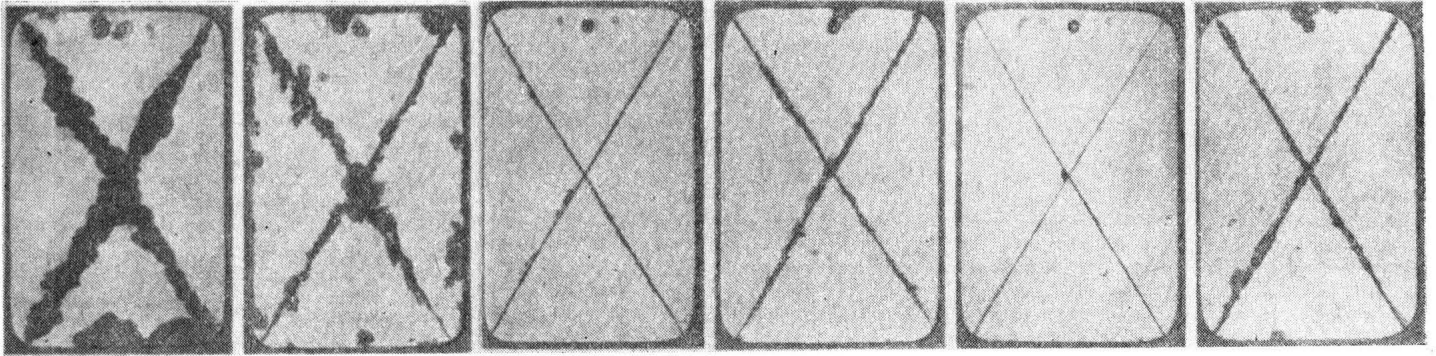
Rozpuszczalność: nierozpuszczalna w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych, rozpuszcza się w silnych kwasach i ługach.

Ścieralność: cienkie warstewki posiadają dobrą odporność na ścieranie.

Elastyczność: bardzo dobra, pozwalająca na zmianę kształtu przedmiotów.

Przewodnictwo elektryczne: grubsze warstewki posiadają własności izolacyjne.

Adhezja lakierów: bardzo dobra.



Rys. 2. Wyniki działania mgły solnej na próbki aluminiowe poddane sześciu różnym procesom przygotowawczym i pomalowane w identyczny sposób. Czasy działania mgły podane są w nawiasach (lit. 11). Odtuszczenie rozpuszczalnikiem (144 godz.), Oczyszczenie alkaliczne (144 godz.), Utlenianie chemiczne (800 godz.), Utlenianie anodowe (1080 godz.), Alodynowanie (1280 godz.), Oczyszczenie kwaśne (144 godz.).

Warstewki uzyskane chemicznie są z reguły znacznie cieńsze i mniej trwałe od otrzymywanych anodowo. Zastosowanie ich jest podobne do anodowych. Wadami tych warstwek jest ich nierównomierność oraz ścieralność, szczególnie u stopów zawierających miedź.

NOWE PROCESY OBRÓBKI POWIERZCHNIOWEJ

Ze względu na wysokie koszty i trudną technologię anodowania oraz niezadowalające własności warstwek tlenkowych uzyskanych na drodze chemicznej, szerokie zastosowanie znalazły w ostatnich latach niektóre nowe procesy obróbki powierzchniowej aluminium i jego stopów. Są to procesy chemiczne, w których stosowane są kąpiele kwaśne. Droga ta okazała się szczególnie przydatna do przygotowania powierzchni pod lakierowanie. Kwaśne procesy różnią się między sobą sposobem powstawania warstewki. Podczas gdy chromianowanie jest procesem trawienia dającym warstewki od 0,1 do 1 μ , fosforanowanie prowadzi do uzyskiwania warstewki o grubości 2 do 5 μ . Proces jest podobny do stosowanego dla stali.

Alodynowanie jest procesem przejściowym od chromianowania do fosforanowania.

Alodynowanie (lit. 10)

Proces ten został wynaleziony po roku 1945 i obecnie zyskuje sobie coraz większe znaczenie. Warstewki uzyskiwane przez alodynowanie posiadają lepszą odporność korozyjną niż uzyskane przez utlenianie chemiczne. Polepszają one również znacznie adhezję lakierów. Pod względem własności antykorozyjnych i zwiększania adhezji lakierów nie ustępują one warstewkom uzyskanym przez anodowanie w kwasie chromowym. Alodynowanie jest przy tym procesem znacznie tańszym niż anodowanie. Można je stosować przez zanurzenie, natryskiwanie lub naniesienie pędzlem [lit. 11], tak że rozmiar przedmiotu nie odgrywa roli. Kąpiel do alodynowania jest to kwaśny roztwór wodny zawierający fosforany, chromiany i fluorki w określonym stosunku.

Fizyko-chemiczne własności warstwek alodynowych są następujące:

Skład warstewki: 53,5% fosforanu chromu, 21,7% fosforanu glinu, 1,2% fosforanu wapnia, 0,4% fluorku glinu i 23,2% wody. Jest to skład przeciętny, który może ulegać wahaniom w zależności od składu kąpeli i rodzaju stopu poddanego obróbce.

Wygląd: kolor warstewki zielonkawy do szarego, w zależności od czynników wymienionych wyżej.

Ciężar: 2 G/m² przy grubości 2 μ .

Grubość: 0,5 do 3 μ .

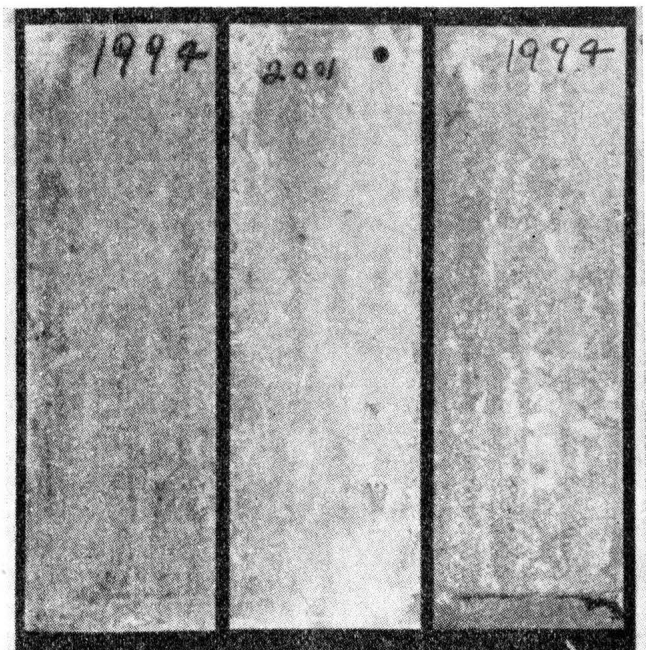
Odporność korozyjna: bardzo dobra łącznie z lakierem i bez lakieru.

Chromianowanie (lit. 12)

Kąpiel do chromianowania zawiera kwas chromowy, lub chromiany z dodatkiem kwasu, oraz aktywatory. Jako aktywatory służą fluorki lub kompleksy fluoru, na przykład heksafluorotytanian potasu. Temperatura procesu wynosi około 50°C. Adhezja lakierów do warstwek chromianowych jest dwukrotnie większa w porównaniu z adhezją do aluminium nie obrabianego.

Fizyko-chemiczne własności warstwek chromianowych są następujące:

Skład warstewki: tlenek glinu z wtrąceniami chromianu glinu; otrzymana z kąpeli zawierających fosforany: bezpostaciowy fosforan glinu.



Rys. 3. Wygląd zewnętrzny próbek aluminiowych poddanych działaniu mgły solnej przez 250 godz. Od lewej: próbka alodynowana przez zanurzenie. Próbka alodynowana natryskowo. Próbka anodowana w kwasie chromowym.

Wygląd: złotawożółty; odcień i intensywność zabarwienia zależy od czasu obróbki i rodzaju stopu.

Ciężar: 0,2 do 2 G/m².

Grubość: 0,1 do 1 μ.

Odporność na wysokie temperatury: powyżej punktu topnienia aluminium (670°C).

Rozpuszczalność: nierozpuszczalna w wodzie i rozpuszczalnych organicznych, rozpuszczalna w silnych kwasach i ługach.

Ścieralność: cienkie warstewki posiadają bardzo dobrą odporność na ścieranie.

Elastyczność: bardzo dobra — blachy można dowolnie kształtować bez odpryskiwania warstewki.

Zmiana własności mechanicznych metali: prawie żadna.

Przewodnictwo elektryczne: własności izolacyjne minimalne.

Adhezja lakierów: bardzo dobra.

Odporność korozyjna: bardzo dobra łącznie z lakierem i bez lakieru.

Fosforanowanie (lit. 13)

Przez fosforanowanie osiąga się warstewki grubości od 1 do 5 μ. Proces ten jest wzorowany na podobnych procesach stosowanych dla stali i cynku. Kąpiel do fosforanowania zawiera fosforany, chromiany oraz aktywatory procesu — fluorki. Od alodynowania różni się ona wzajemnym stosunkiem poszczególnych składników. Własności warstewek są podobne do otrzymywanych w procesie alodynowania.

Interesującą koncepcją w dziedzinie fosforanowania aluminium jest przystosowanie klasycznego fosforanowania żeliwa i stali do obróbki aluminium i jego stopów (lit. 14). Jony aluminium uchodzą jako szkodliwe dla kąpeli do fosforanowania zawierających cynk. Przez dodatek jonów fluorkowych powoduje się wiązanie aluminium w kompleks i wypadanie z roztworu. Proces ten jest ciekawy z tego względu, że stwarza możliwość obróbki w tej samej kąpeli zarówno żelaza, cynku i aluminium, jak i ich stopów. Prowadzi on do uzyska-

nia warstewek o identycznej grubości i strukturze, a także stwarza możliwość ujednolicenia systemu nanoszenia lakierów dla różnych metali.

Fizyko-chemiczne własności warstewek cynkowo-fosforanowych na aluminium są następujące:

Skład warstewki: trójzasadowy fosforan cynku.

Wygląd: matowoszary.

Ciężar warstewki: 2 do 6 G/m².

Grubość: 1 do 5 μ.

Odporność na wysokie temperatury: odporna do +450°C.

Zachowanie chemiczne: warstewka chemicznie neutralna — nie trująca.

Rozpuszczalność: nierozpuszczalna w wodzie i środkach organicznych, rozpuszcza się w kwasach i alkaliach.

Odporność na ścieranie: dobra.

Elastyczność: dobra.

Zmiana własności mechanicznych metalu: prawie żadna.

Przewodnictwo elektryczne: źle przewodzi prąd.

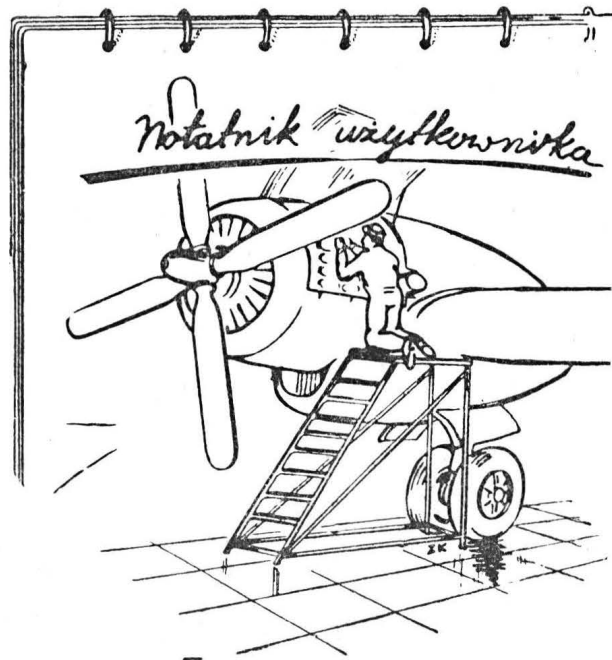
Adhezja lakierów, smarów itp.: bardzo dobra.

Odporność korozyjna: bardzo dobra łącznie z lakierem i bez lakieru.

Artykuł wpłynął dnia 23. marca 1955 r.

LITERATURA

1. G. W. Akimow: Podstawy nauki o korozji i ochronie metali, PWT, 1953 r.
2. Pilling, Bedworth: I. Inst. Met. 29. 1923 r.
3. G. W. Akimow: Podstawy nauki o korozji i ochronie metali, PWT, 1953 r. (176).
4. F. Pfanhauser: Galwanotechnik A. V. G. 1949/1950 r.
5. Metallwirtschaft 16, 1941 r.
6. E. Herman i in.: Metalloberfläche 12 B. 1954 r.
7. W. I. Łajner, N. T. Kudriawcew: Osnovy galwanostiegi I, Metallurgizdat, 1953 r.
8. Aluminium 7, 1954 r.
9. J. W. Wajner i in.: Sprawocznik po zaszcitno-diekoratiwnym pokrytiam. Maszgiz, 1951 r.
10. A. Pollak: Werkstoffe und Korrosion 9/10, 1952 r.
11. D. Armstrong: Metal Progress 6, 1953 r.
12. H. Keller: Aluminium 1, 1955 r.
13. H. Ketterl: Aluminium 12, 1953 r.
14. H. Keller: Metalloberfläche 9A, 1953 r.



Drobne na pozór niedociągnięcia w opracowaniu konstrukcyjnym, nieznaczna odchyłka wykonawcza oraz niestaranna obsługa elementów napędowych w samolocie mogą być przyczyną uszkodzenia, które w następstwie może spowodować wypadek. Poniżej przedstawiamy dwa przykłady, które ilustrują najlepiej wypowiedzianą tezę.

Rys. 1 przedstawia osłonę wałka napędowego, wirującego z dużą liczbą obrotów. Osłona wykonana jest z masy plastycznej i zamocowana tak, że ochrania wirujący wałek przed niepowołanym dotknięciem przez członków załogi lub pasażerów samolotu. Odpowiednio dobrany promień łuku osłony

Tarcie powoduje uszkodzenie wałków napędowych

Wskutek panującej nadal „posuchy” na opracowania rodzime, zamieszczamy poniżej znowu notatkę, napisaną przez mgr inż. Stanisława Madeyskiego, na podstawie źródeł zagranicznych.

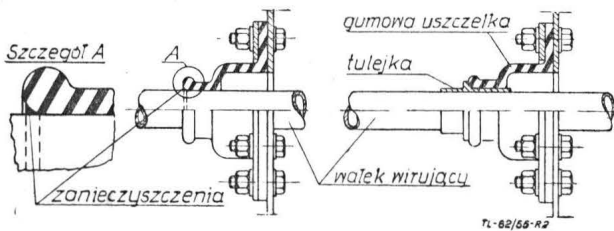
zapewnia należyty odstęp pomiędzy osłoną i wałkiem wirującym; ale jedynie przy prawidłowym, zgodnym z założeniami konstruktora, zabudowaniem. Drobne odchylenie od wymaganego ustawienia, mieszczące się nawet w granicach tolerancji, ale przy zbiegu jednokierunkowym wartości tolerancji, powoduje, że odstęp jest nierównomierny; oś wałka wirującego nie leży w środku łuku osłony. Niezauważalne wgniecenie osłony, w miejscu gdzie osłona jest bardzo zbliżona do wałka, spowo-



Rys. 1

dowane przez nieuwagę użytkowników samolotu, wywołało jej pęknięcie. Ostre krawędzie pękniętej osłony, dotykając do wałka, ocierały się oń i spowodowały podczas długotrwałej pracy

wytarcie zagłębienia, które znacznie osłabiło w danym miejscu przekrój pracujący wałka. Zapobiec takiemu uszkodzeniu można przez takie ukształtowanie pólek mocujących osłony,



Rys. 2

aby nie było możliwe niewłaściwe jej ustawienie. Staranny zaś przegląd samolotu przez obsługę pozwoli na wy-

czenie uszkodzenia i usunięcie przyczyny mogącej spowodować wypadek.

Rys. 2 przedstawia często stosowane rozwiązanie uszczelnienia miejsca przechodzenia wałka wirującego przez ścianę, przegrodę itp. Uszczelka wykonana z syntetycznej gumy jest zamocowana nieruchomo do ściany, mankiet zaś uszczelki obejmuje wałek zapewniając wymagane uszczelnienie przelotu. W narożu utworzonym przez powierzchnię zewnętrzną wałka i zaokrąglenie zgrubionego zakończenia mankietu uszczelki gromadzą się jednak zanieczyszczenia w postaci pyłu, wilgoci itp. Ostre cząsteczki pyłu w połączeniu z wilgocią stają się skutecznym materiałem ściernym i podczas długotrwałej pracy spowodują one wytarcie wgłębienia, które w konsekwencji może doprowadzić do zniszczenia wałka. Zabezpieczenie wykonano za pomocą tulejki, która ochrania miejsce działania zanieczyszczeń, przy czym kołnierz jej z zaokrągleniem od strony uszczelki odsuwa gromadzące się zanieczyszczenia od zakończenia mankietu uszczelki.

Skrzynka Techniczna

Jeszcze o wystawie „Postęp techniczny w służbie człowieka”

Otrzymałem od kol. Romualda Flacha pismo, polemizujące ze stanowiskiem naszej recenzji o wystawie („Technika Lotnicza” zes. 6/55), zamieszczamy poniżej w całości:

„Jako scenarzysta działu lotniczego wystawy p. n. „Postęp techniczny w służbie człowieka”, którą otwarto w Pałacu Kultury i Nauki im. J. Stalina w Warszawie w dniu 22 lipca 1955 r., czuję się w obowiązku zabrać głos w związku z krytycznymi uwagami i zapytaniami, zamieszczonymi w numerze szóstym „Techniki Lotniczej” z ubiegłego roku.

Powołany przez Zarząd Sekcji Lotniczej SIMP do spraw związanych z organizowaniem wystaw lotniczych i przysięgłemu muzeum lotnictwa, nawiązałem kontakt z Naczelną Organizacją Techniczną, gdzie w styczniu 1955 r. rozpoczęto pierwsze przygotowania organizacyjne dotyczące wspomnianej wystawy. Jakież było moje zdziwienie, gdy otrzymałem do rąk „Założenia ogólne” wystawy p. n. „Postęp techniczny w służbie człowieka”, przewidujące dziesięć różnych problemów, a to: obróbka metali, kopalnictwo, metalurgia, energetyka, chemia, przemysł maszynowy, budownictwo mieszkaniowe, przemysł dla rolnictwa, przemysł drobny i terenowy oraz transport i łączność. W założeniach ogólnych pominięto lotnictwo, tę dziedzinę techniki, w której postęp techniczny jest najbardziej widoczny, a nawet żywiłowy. W grupie zagadnień: „Nawozy i chemiczne środki owadobójcze” w ramach problemu „Przemysł dla rolnictwa” znalazłem w trzech wierszach taką oto wzmiankę: „Pokazane będą metody rozsiewania ich poczynając od siewników nawozowych i aparatów opylających, kończąc na samolotach specjalnie do tego dostosowanych”. Tylko tyle! W problemie „Transport i łączność” uwzględniono transport kolejowy, kołowy, rzeczny i morski oraz łączność, a więc wszystko oprócz lotnictwa komunikacyjnego. A gdzie lotnictwo służby zdrowia, aerofoto, postęp w dziedzinie sportu lotniczego, światowe osiągnięcia naszego szybownictwa? Tego organizatorzy wystawy w ogóle nie przewidzieli. Gdy zwróciłem na to uwagę dyrektorowi wystawy, spotkałem się z dużym zdziwieniem i otrzymałem propozycję opracowania scenariusza o tematyce lotniczej.

Dostarczony przeze mnie w dniu 17.I.1955 r. scenariusz przewidywał następujące tematy w ramach lotnictwa cywilnego:

1. komunikacja lotnicza i aerofoto,
2. lotnictwo gospodarki rolnej i leśnej,
3. lotnictwo sanitarne i służba zdrowia lotnictwa cywilnego,
4. sport lotniczy (samolotowy, szybowcowy, spadochronowy, balonowy oraz małe lotnictwo),
5. przemysł lotniczy,
6. astronautyka, oraz
7. polskie techniczne wydawnictwa lotnicze.

Scenariusz ten przewidywał urządzenie działu lotniczego przy użyciu eksponatów w postaci oryginalnego sprzętu, jak silniki, przekroje pewnych elementów i przyrządów pokładowych, wystawienie oryginalnego śmigłowca SP-GIL, modeli samolotów i szybowców polskich, fotografii, plansz, wykresów, tablic, makiet itp. Wszystkie eksponaty miały być zaopatrzone w zwielże i jasne napisy o możliwie krótkiej treści. Dla modeli redukcyjnych przyjęto ogólnie stosowaną skalę — 1 : 25.

W ramach komunikacji lotniczej pragnąłem wykazać rozwój polskich konstrukcji samolotów komunikacyjnych, jak: PWS-20, PWS-24, Lublin R-XVI, PZL-4, PZL-27, „Wicher”, RWD-11, RWD-15, „Miś” i CSS-12. Nie myślałem, aby udało się w tak krótkim czasie (styczeń — lipiec) wykonać modele redukcyjne tych wszystkich samolotów, uważałem jednak, że na ich zdjęcia i opisy powinno znaleźć się miejsce. Tymczasem skreślono ze scenariusza wymienione wyżej konstrukcje, pozostawiając jedynie modele redukcyjne samolotów PWS-20 i „Miś”. Pierwszy z nich został dostarczony z opóźnieniem i wkrótce uzupełni obecnie wystawiony komplet modeli, miniaturowego „Misia” zaś nie wykonano z powodu trudności w uzyskaniu rysunków i danych co do budowy jego szczegółów. Scenariusz przewidywał wykazanie rozwoju komunikacji lotniczej w Polsce w okresie międzywojennym i dziś, wraz ze wzrostem linii lotniczych, liczby pasażerów, regularności i bezpieczeństwa lotów, rozwojem osłony meteorologicznej itp. Moje starania, aby przedstawić pełny obraz powyższego spełni na niczym. Organizatorzy wystawy nie skorzystali z wielu bardzo interesujących danych liczbowych i porównawczych nadesłanych przez Polskie Linie Lotnicze „Lot”.

Aerofotogrametrię przedstawiała jedna sucha ujęta plansza, gdyż nie można było uzyskać odnośnych danych liczbowych.

Opracowany scenariusz uwzględniał w ramach lotnictwa gospodarki rolnej i leśnej wykazanie roli samolotu jako nowoczesnej maszyny rolniczej przy niszczeniu stonki ziemniaczanej, ochrony sadów przed szkodnikami, wysiewaniu nawozów z powietrza, oraz opylaniu lasów.

W ramach lotnictwa sanitarnego miały być uwypuklone sukcesy z okresu międzywojennego: samolotu Lublin R-XVI na II Kongresie Międzynarodowym Lotnictwa Sanitarnego w r. 1933, oraz RWD-13s w Luksemburgu, jak również udział samolotu w ratowaniu życia i zdrowia ludzkiego w okresie obecnym. Powyższe propozycje nie znalazły wzięcia u twórców wystawy; nie udało się również wykazać osiągnięć Głównego Ośrodka Badań Lotniczych (GOBL) we Wrocławiu.

W zamieszczonej na wystawie planszy, obrazującej osiągnięcia naszego lotnictwa w okresie dziesięciu lat istnienia Polski Ludowej, widnieje między innymi następujący napis: „dokonano 700 wylotów z enormy”. Nie można było tu nic więcej podać, gdyż całość działalności lotnictwa sanitarnego została określona przez Zarząd Główny LPZ w piśmie skierowanym do dyrektora wystawy, w sposób następujący: „Ścisłej ilości udzielonych przez lotnictwo sportowe pomocy sanitarnych nie jesteśmy w stanie podać, gdyż ewidencja taka nie była u nas prowadzona. Według przybliżonych danych w minionym dziesięcioleciu aerokluby terenowe wykonały ponad 700 lotów sanitarnych, licząc w tym również loty na wysokość z dziećmi chorymi na koklusz”.

Scenariusz przewidywał przedstawienie postępu technicznego w naszym sporcie lotniczym zarówno odnośnie konstrukcji samolotów sportowych, jak i osiągniętych dzięki nim rekordów i wyczynów. Proponowałem przedstawić między innymi modeli redukcyjnych lub fotografii samolotów: Libanckiego, Dąbrowskiego, braci Działowskich, Morrisona, Skrabys, braci Sido, Praussa, JD-2, „Kogucika” Zalewskiego, PWS-51, WK-3 Kozłowski, BM-5 Bartla, PZL-5 i 26, RWD-2, 7, 8, 9, 10 i 13, amfibię Puławskiego i innych. Niestety, ani jedna z tych konstrukcji nie znalazła miejsca na wystawie. Również nie udało się przedstawić choć w największym skróceniu znakomitych osiągnięć Orlińskiego, Lewoniewskiego, Skarżyńskiego, Burzyńskiego, Adamowiczów oraz Zwirki i Bajana. Z przedstawionych przeze mnie 11 sportowych konstrukcji powojennych zaakceptowano jedynie wystawienie modeli redukcyjnych samolotów: Szpak-4, „Zuch”, CSS-13 oraz śmigłowca SP-GIL.

Wykonanie modelu śmigłowca uległo opóźnieniu, lecz ostatnio został on już dostarczony. Pierwotny projekt wystawienia całego śmigłowca spalił na panewce ze względu na brak odpowiedniego miejsca.

Twórczość Grzeszczyka, Czerwińskiego, Kocjana, Blaichera i innych nie znalazła zrozumienia wśród organizatorów wystawy. Stąd zabrakło na wystawie modeli świetnych polskich szybowców i motoszybowców z okresu międzywojennego, jak: CW-2, „Czajka”, „Komar”, SG-3, CW-IV, „Sokol”, „Mewa”, B-38, „Orlik-2”, ITS-VII, „Smyk” i innych. Udało się jedynie preforsować model rekordowego motoszybowca „Bak”, który został dostarczony na wystawę z opóźnieniem. Chlubą wystawy jest piękny komplet kilkunastu artystycznie wykonanych modeli redukcyjnych szybowców z okresu dziesięciu lat istnienia Polski Ludowej. Szkoda, że recenzent działu lotniczego wystawy nie zwrócił na to uwagi i nie wyróżnił eksponatów wykonanych przez naszych najlepszych modelarzy w dziedzinie budowy modeli redukcyjnych. Stanisław Maciejewski z Siedlec, Zdzisław Grygliński i Ryszard Czwartosz z Warszawy, Teodor Karaban i Henryk Zawal z Poznania, oraz mgr inż. Witold Stańczyk z Krakowa mogą być dumni z owoców swojej pracy. Ich modele są prawdziwymi „cackami” i budzą zachwyt wśród zwiedzających. Nieślusne są podejrzenia recenzenta wystawy, że jakoby model „Salamandry” został wykonany w innej skali. Nie pozwoliłby sobie na to jego twórca — Stanisław Maciejewski, a surowe pomiary dwóch komisji wykluczają to całkowicie. „Salamandra” została wykonana w skali 1 : 25, tak jak wszystkie inne modele. Zarzut recenzenta, odnoszący się do braku w gablocie wyjaśnień co do skali, w jakiej zostały wykonane modele, jest słuszny. Moje wskazówki i późniejsze interwencje w tej sprawie pozostały bez echo.

Pośpiech w przygotowaniu eksponatów na wystawie nie pozwolił na wykonanie modeli polskiej wyciągarki i ściągarki szybowcowej. Przeprosić należy, że zostanie to uzupełnione przy reorganizacji wystawy.

Recenzent słusznie wskazuje na brak przejawów osiągnięć polskich uczonych, badaczy oraz wynalazców i w ogóle ludzi, którzy tworzą postęp techniczny w naszym lotnictwie. I tym razem nie uwzględniono założeń scenariusza. Pominięto osiągnięcia Szybowcowego Zakładu Doświadczalnego w Bielsku-Białej, opozycji falowych w Jeleniej Gorze i Międzynarodowych Zawodów Szybowcowych w Lesznie.

Jeśli nie uwzględniono na wystawie danych co do naszej ekspansji szybowcowej w Chinach, to tylko dlatego, że w okresie organizacji wystawy (styczeń — luty 1955 r.) nie o tym się jeszcze nie mówiło.

Umieszczona w gablocie kopia pierwszego w Polsce historycznego modelu latającego w roku 1894 jest przejawem myśli konstrukcyjnej Czesława Tanskiego, późniejszego twórcy znanej nam „Lotni”. Nie można twierdzić, że wystawienie modelu „Bydgoszczanki” nie znajduje uzasadnienia. Kontrast jaki zwiedzający widzi pomiędzy arcańskim drucianym szybowcem braci Działowskich z roku 1925, a dzisiejszą wysmukłą „Jaskółką”, pociągającą pięknymi wycieczkami wycieczkami w linii aerodynamicznych, daje mu najlepsze wyobrażenie o wielkim postępie technicznym, jaki został dokonany w naszym szybownictwie. Szkoda tylko, że obok „Bydgoszczanki” nie znalazły się inne historyczne szybowce jak „Akar” czy „Spiesz się powoli”.

Organizatorzy wystawy pominieli całkowicie przewidziane w scenariuszu spadochroniarstwo. Nie wystawiono nawet posiadanego przez LPZ efektownego zdjęcia Jerzego Kubaczewskiego, zdobywcy międzynarodowego rekordu celności lądowania. Biurokratyczne głowy niektórych urzędników Ministerstwa Przemysłu Lekkiego pozbawiły zwiedzających wystawę możliwości oglądania najnowszego polskiego spadochronu wyczynowego typu SW-2. Pomimo że spadochron ten używany jest do skoków ćwiczebnych w wielu ośrodkach spadochronowych, i że jego szczegółowy opis zamieszczono w tygodniku „Skrzydła Polska”, znaleźli się tacy, którzy do ostatniego dnia zwołali dyrekcję wystawy, aż w przeddzień jej otwarcia podjęli salomonową decyzję: nie zgadzamy się na ujawnienie nowego spadochronu.

Zapomniany kopter — sport balonowy — nie znalazł na wystawie wyrazu w podkreśleniu chociażby wspaniałych zwycięstw międzynarodowych Zbigniewa Burzyńskiego i Franciszka Hynka na znakomitym sprzęcie polskiej produkcji.

Sądziłmy, że pokazanie wysmukłego modelu latającego szybowca, wypracowanej gumówki ze składanym śmigłem i chowanym podwoziem, szybkiego modelu na uwięzi, a także filigranowego modelu pokojowego ze słomy o ciężarze 3 czy 4 gramów zainteresowały nie tylko młodzież, ale i starszych. Coż, Zarząd Główny LPZ zlekceważył tę sprawę i nie dostarczył ani jednego eksponatu. Widocznie kierownictwo LPZ nie zależy ani na propagandzie lotnictwa, ani na popularyzacji modelarstwa lotniczego. Kilka niedbale wykonanych, pokrzywionych modeli latających, pochodzących z Ośrodka Modelarskiego w Warszawie, a przeznaczonych jakoby na wystawę, mogło z powodzeniem służyć do wykorzystania modnego dziś hasła: „mój model świadczy o mnie” i mówi o zaniedbaniu całego modelarstwa lotniczego „Elpezetu”. Takich modeli dyrekcja wystawy nie przyjęła. Pokazany na wystawie sterowany zdalnie radiem model latający wraz z całą aparaturą jest wynikiem znużonej, długotrwałej pracy inż. Janusza Wojciechowskiego, pioniera tej dziedziny. Lecz i jego uwagi, zmierzające do pokazania działania aparatury na odległość nie znalazły oddźwięku i model wisi martwy.

Przewidywałem, aby pokazać coś zwiedzającym na temat przedwojennego polskiego przemysłu lotniczego, wspomnieć o eksporcie licznych samolotów za granicę, przedstawić chociażby fotografie naszych najwybitniejszych konstruktorów: J. Rudlickiego, Z. Puławskiego, F. Misztala, J. Dąbrowskiego i T. Sołtyka.

Trzeba było przynajmniej wspomnieć coś o naszych instytucjach naukowych i laboratoriach aerodynamicznych, o istnieniu Instytutu Lotnictwa i Szybowcowego Zakładu Doświadczalnego, pokazać fotografie Stefana Drzewieckiego i Czesława Witoszyńskiego. Nie wzięto jednak tego pod uwagę.

Istniejący zamiar pokazania silnika odrzutowego polskiej produkcji i stosowanych obecnie najnowszych metod wytwarzania samolotów i silników spełnił na niczym. Zabrakło zainteresowania w tym kierunku.

Na skutek niemożności uzyskania dokładnych rysunków samolotu odrzutowego, umieszczona na wystawie plansza jest kopią perspektywicznego szkicu wnętrza samolotu MIG-15, podanego w swoim czasie w prasie radzieckiej i „Skrzydlatej Polsce”. Dlaczego graficy dopuścili się nieścisłości nie tylko w samym rysunku, ale również uważali za stosowne zmienić poprawną ortografię oryginału i napisać kłapka wyważającą przez „rz”, jest jedynie im wiadome. Dyrekcja wystawy natomiast, wiedząc o istnieniu tego kompromitującego błędu, powinna natychmiast spowodować jego usunięcie.

Zauważone przez recenzenta błędy w oznaczeniach skrótów jednostek ciężaru nie dotyczą działu lotniczego, lecz niemniej powinny być także poprawione.

W dziale astronautyki zabrakło w pierwszym okresie trwania wystawy przewidywanego w scenariuszu historycznego modelu rakiety kosmicznej pomysłu Konstantego Ciolkowskiego. Znaczne opóźnienie w dostarczeniu tego modelu spowodowane było powstałymi trudnościami w technologii jego wykonania. Dopiero w swojej trzeciej wersji model mógł być wystawiony w dziale astronautyki i udostępniony zwiedzającym. Brak czasu nie pozwolił na wykonanie modelu sztucznego satelity ziemi. Byłby on ciekawą atrakcją. Prawie wszystkie modele rakiet i statków kosmicznych są pionierskim dziełem Zdzisława Gryglickiego. Widoczna w nich pomysłowość i estetyka świadczą chlubnie o wykonawcy.

Proponowałem organizatorom wystawy, aby pokazać szereg najcenniejszych technicznych wydawnictw lotniczych z ostatniego okresu, a także kilkanaście egzemplarzy dawnych i obecnych czasopism lotniczych. Zestawienie liczbowe wydawnictw z poszczególnych lat w pierwszym dziesięcioleciu istnienia Polski Ludowej w porównaniu z odpowiednimi danymi z okresu przedwojennego dało bardzo efektowny obraz. Zabrakło na to nie tyle miejsca, ile zrozumienia.

Całość aż nadto skromnego działu lotniczego wystawy „Postęp techniczny w służbie człowieka” nasuwa szereg uwag, które pragnąłbym omówić poniżej:

Jeśli opracowany przeze mnie scenariusz działu lotniczego wystawy był obszerny i obejmował wszystkie gałęzie lotnictwa cywilnego, to było to podyktowane chęcią możliwie pełnego przedstawienia społeczeństwu naszych zdobyczy w lotnictwie i istniejącego postępu technicznego. Lwia część scenariusza nie znalazła realizacji w ramach wystawy nie tyle z racji istotnie szczupłego miejsca w przydzielonym na ten cel południowo-zachodnim skrzydle Pałacu Kultury i Nauki, ile z braku zrozumienia ze strony organizatorów wystawy konieczności szerszego potraktowania tematyki lotniczej.

Drugim niedostatkiem było to, że znajdowałem się całkowicie osamotniony w akcji przekonywania organizatorów o słuszności szerszego potraktowania lotnictwa. Pod mianem organizatorów wystawy mam na myśli obszerny kolektyw specjalistów wystawowych, którym powierzono urządzenie całości. Dyrektor wystawy miał tu do pomocy kierownika technicznego, głównego scenarzystę, trzech architektów wnętrz, cały szereg plastyków i wielu innych.

Gdyby dyrekcja wystawy zrezygnowała z mało atrakcyjnego, stosunkowo zbyt wielkiego, pilnowca samochodu „Star 20”, który umieszczono obok naszych filigranowych modeli, a przeznaczyła zajmowane miejsce na lotnictwo, sprawa byłaby rozwiązana.

Niezwykłe krótki, półroczny termin zorganizowania całej wystawy usprawiedliwia w wielu przypadkach powstałe braki i niedostatki. Obecnie jednak jest dosyć czasu, aby je usunąć.

Nasuwa się w związku z tym szereg wniosków. Gablota „Transportu i łączności” powinna być tak przerobiona, aby każdy z segmentów tylnej ściany można było łatwo otworzyć dla dokonania potrzebnych zmian i poprawek wewnątrz. Modele szybowców, stojące nisko na dnie gabloty, należałoby podnieść umieszczając je na przezroczystej płycie, pochylonej skośnie do zwiedzających. Model samolotu „MIG-15” trzeba zawiesić tak, aby była całkowicie widoczna przepięknie wykonana kabina pilota, nie mająca precedensu w modelarstwie redukcyjnym. Model samolotu CSS-13 należałoby zawiesić w gablocie w sposób umożliwiający oglądanie aparatury służącej do rozpryskiwania owadobójczej cieczy.

Z inicjatywy dyrekcji wystawy opracowany został obszerny przewodnik, przewidujący szczegółowy opis wystawionych eksponatów wraz z treścią uzupełniającą. Uwzględniono tam charakterystykę techniczną wszystkich samolotów i szybowców, których modele oglądaliśmy na wystawie.

Jeśli chodzi o dalszy los działu lotniczego wystawy na okres najbliższy, to wydaje się konieczne rozszerzenie tego działu przez umieszczenie pewnej liczby fotografii ludzi lotnictwa, którzy stworzyli postęp w tej dziedzinie. Ponadto trzeba by wystawić jeszcze kilka modeli, a zwłaszcza samolotu startującego pionowo, pierścieniowego oraz samolotu atomowego. Modele sztucznego satelity ziemi i jeszcze jednej ciekawej rakiety wieloczołowej uzupełniłyby braki sali astronautyki.

Choć obecna wystawa ma niewątpliwie pewne braki, trzeba obiektywnie stwierdzić, że stworzenie jej w tak krótkim, zaledwie półrocznym terminie, było nie lada zadaniem. Dyrektor wystawy inż. Jan Ciałkowski, kierownik techniczny Marian Szajer, główny scenarzysta Wiktor Buch, architekci wnętrz inżynierowie: Tadeusz i Janusz Błażejowscy oraz inż. Husarski — pomimo wskazanych usterek — dali z siebie wszystko, aby wystawa wypadła jak najlepiej.

Romuald Flach.“

Zamieszczona powyżej wypowiedź kol. Romualda Flacha zawiera informacje, które pozwolą na wszechstronne zobrazowanie dotychczasowych trudności „tworzenia” pokazu lotniczego w przyszłym Muzeum Techniki. Sądzi, że NOT, jako gospodarz Wystawy obecnej i przyszłego Muzeum, poświęci więcej uwagi zagadnieniom lotnictwa i jego roli w postępie technicznym.

S. M.

Wystawa „Postęp techniczny w służbie człowieka” w Pałacu Kultury i Nauki im. J. Stalina (strefa „G”) czynna jest codziennie nie wyłączając niedziel i świąt (prócz dni poświęconych) w godzinach:

wtorek i środa	od godz. 11 do 17
czwartek	od godz. 11 do 20
piątek	od godz. 11 do 19
sobota	od godz. 10 do 20
niedziela	od godz. 10 do 19

Biuro Wystawy prosi o wcześniejsze nadsyłanie zgłoszeń wycieczek celem wyznaczenia daty zwiedzania. Wstęp dla członków NOT za okazaniem ważnej legitymacji — bezpłatny.

Lotnicze słownictwo techniczne

Jednostki miar

Zagadnienie słownictwa w ogóle, a poprawnego mianownictwa w szczególności, jest bardzo często traktowane przez poważnych nawet pracowników techniki i nauki jako sprawa drugorzędna. Odbija się to nieraz następnie w publikacjach wydawanych drukiem oraz w skryptach i notatkach studenckich z wykładów, wprowadzając w konsekwencji poważny chaos.

Problem ujęcia zagadnień mianownictwa i określenia jednostek miar uregulowany został aktem ustawodawczym, który wszedł w życie z dniem ogłoszenia, to jest dnia 17 lipca 1953 r.

Poniżej zamieszczamy zestawienie stosowanych w technice jednostek miar wraz z ich definicjami oraz obowiązującymi nazwami i skrótami.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 1 lipca 1953 r. w sprawie prawnie obowiązujących jednostek miar (Dziennik Ustaw Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej, Nr 35, z dnia 17 lipca 1953 r., poz. 148) ustala prawnie obowiązujące w Polsce jednostki miar oraz ich oznaczenia (nazwy i skróty). Rozporządzenie to dotyczy podstawowych jednostek miar układu metrycznego (metr — dla długości, kilogram — dla masy, sekunda — dla czasu), ich wielokrotnych i podwielokrotnych (części) jako jednostek wtórnych oraz jednostek głównych utworzonych przy pomocy jednostek podstawowych, przy wykorzystaniu zależności fizycznych pomiędzy tymi wielkościami a jednostkami podstawowymi.

W zamieszczonej poniżej tabeli zestawiono nazwy, skróty i przykłady tworzenia jednostek wtórnych (podwielokrotnych i wielokrotnych) metrycznego układu miar.

Tabela. Przedrostki do tworzenia nazwy jednostek wtórnych metrycznego systemu miar

Przedrostek	Mnożnik	Skrót	Przykłady											
tera	$1000\ 000\ 000\ 000 = 10^{12}$	T												
giga	$1\ 000\ 000\ 000 = 10^9$	G	Gm											
mega	$1\ 000\ 000 = 10^6$	M	Mm					MW	MSZ					
kilo	$1\ 000 = 10^3$	k	km	kg	kG			kW		kV				
hekto	$100 = 10^2$	h	(hm)	(hg)		hl	ha							
deka	$10 = 10^1$	dk	dkm	dkg	dKG	dcl								
Jednostka główna			m	g	G	l	a	W	SZ	F	V			
			metr	gram	gram	litr	ar	wat	om	farad	wolt			
			<i>(masa/sila)</i>											
Jednostki wtórne podwielokrotne	decy	$\frac{1}{10} = 10^{-1}$	dc	dcm	dcg	dcG	dcl							
	centy	$\frac{1}{100} = 10^{-2}$	c	cm	cg	cG	cl							
	mili	$\frac{1}{1000} = 10^{-3}$	m	mm	mg	mG	ml	mW				mV		
	mikro	$\frac{1}{1\ 000\ 000} = 10^{-6}$	μ	μ							μF	μV		
	nano	$\frac{1}{1\ 000\ 000\ 000} = 10^{-9}$	n	n										
piko	$\frac{1}{1\ 000\ 000\ 000\ 000} = 10^{-12}$	p										pF		

1. JEDNOSTKI CZASU

Jednostką czasu jest sekunda (sek, sec, s). Sekunda jest 1/86 400 częścią średniej doby słonecznej zgodnie z określeniem przyjętym przez Międzynarodową Unię Astronomiczną. Wielokrotnymi sekundy są: minuta i godzina. Okresy czasu można wyrażać również w dobach, tygodniach, miesiącach i latach.

- 1 doba = 1 ds lub 1 dn = 24 h = 1 440 min = 86 400 sek
- 1 godzina = 1 h = 60 min = 3 600 sek
- 1 minuta = 1 min = 60 sek
- 1 sekunda = 1 sek

2. JEDNOSTKI KĄTA PŁASKIEGO

Jednostkami kąta są: stopień (1°), grad i radian. Stopień jest jedną trzystasześciesiątą częścią kąta pełnego. Jako podwielokrotne stopnia mogą być używane: dziesiętne części stopnia oraz minuty i sekundy. Grad jest jedną czterechsetną częścią kąta pełnego. Radian jest kątem o wierzchołku w środku koła, wycinającym z obwodu koła łuk o długości równej promieniowi koła.

a) Miara kątowa

- kąt pełny = 1 P = 360° = 21 600' = 1 296 000''
- kąt prosty = 1 D = 90° = 5 400' = 324 000''
- 1 stopień = 1° = 60' = 3 600''
- 1 minuta = 1' = 60''
- 1 sekunda = 1''

b) Miara łukowa

- kąt pełny = 1 P = 2 π rd
- kąt prosty = 1 D = $\frac{\pi}{2}$ rd
- 1 radian = 1 rd = $\frac{1}{2\pi}$ P = 57,2958° = 57°17' 45'' = 206 265''

3. JEDNOSTKI KĄTA BRYŁOWEGO

Jednostką kąta bryłowego jest steradian. Steradian jest kątem bryłowym, mającym wierzchołek w środku kuli o promieniu równym jednemu metrowi i wycinającym z powierzchni tej kuli pole jednego metra kwadratowego.

4. JEDNOSTKI DŁUGOŚCI

Jednostką długości jest metr (m). Metr jest długością w temperaturze 0°C międzynarodowego prototypu metra określonego przez Generalną Konferencję Miar w Paryżu i przechowywanego w Międzynarodowym Biurze Miar. Wielokrotnymi metra są: kilometr i hektometr. Podwielokrotnymi metra są: decymetr, centymetr, milimetr, mikron, nanometr i angstrom.

- 1 kilometr = 1 km = 1 000 m = 10 000 dcm = 100 000 cm = 1 000 000 mm
- 1 metr = 1 m = 10 dcm = 100 cm = 1 000 mm
- 1 decymetr = 1 dcm = 10 cm = 100 mm
- 1 centymetr = 1 cm = 10 mm
- 1 milimetr = 1 mm
- 1 mikron = 1 μ = $\frac{1}{1000}$ mm; 1 mm = 1 000 μ
- 1 angstrom = 1 Å = 1/10 000 000 mm; 1 mm = 10 000 000 Å
- 1 jednostka X = 1 X 1/10 000 000 000 mm = 1/1 000 Å

5. JEDNOSTKI POWIERZCHNI (POLA)

Jednostką powierzchni jest metr kwadratowy (m²). Metr kwadratowy jest powierzchnią kwadratu, którego bok jest równy jednemu metrowi. Wielokrotnymi metra kwadratowego są: kilometr kwadratowy, hektar i ar; podwielokrotnymi zaś: decymetr kwadratowy, centymetr kwadratowy i milimetr kwadratowy.

- 1 hektar = 1 ha = 100 a = 100 dkm² = 10 000 m²
- 1 ar = 1 dekametr kwadratowy = 1 a = 1 dkm² = 100 m²
- 1 metr kwadratowy = 1 cetnar = 1 m² = 100 dcm² = 10 000 cm² = 1 000 000 mm²
- 1 decymetr kwadratowy = 1 dcm² = 100 cm² = 10 000 mm²
- 1 centymetr kwadratowy = 1 cm² = 100 mm²

6. JEDNOSTKI OBJĘTOŚCI

Jednostkami objętości są: metr sześcienny (m³) i litr (l). Metr sześcienny jest objętością sześcianu o krawędzi jednego metra. Wielokrotnymi metra sześciennego są: kilometr sześcienny i hektometr sześcienny; podwielokrotnymi zaś: decymetr sześcienny, centymetr sześcienny i milimetr sześcienny. Litr jest objętością, jaką zajmuje jeden kilogram wody czystej, nie zawierającej powietrza, przy największej jej gęstości

(w temperaturze około $+4^{\circ}\text{C}$) i przy ciśnieniu atmosferycznym równym jednej atmosferze fizycznej. Litry jest równy 1,000 028 decymetra sześciennego. W obrocie towarowym można uważać litr za równy jednemu decymetrowi sześciennemu. Wielokrotną litra jest hektolitr, podwielokrotnymi zaś: centylitr i mililitr.

$$1 \text{ m}^3 \text{ (metr sześcienny) lub } 1 \text{ s (ster)} = 1\,000 \text{ dcm}^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3 = 1\,000\,000\,000 \text{ mm}^3$$

$$1 \text{ dcm}^3 = 1\,000 \text{ cm}^3 = 1\,000\,000 \text{ mm}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 = 1\,000 \text{ mm}^3$$

$$1 \text{ hektolitr} = 1 \text{ hl} = 100 \text{ l} = 1\,000 \text{ dcl} = 10\,000 \text{ cl} = 100\,000 \text{ ml}$$

$$1 \text{ litr} = 1 \text{ l} = 10 \text{ dcl} = 100 \text{ cl} = 1\,000 \text{ ml} = 1\,000\,028 \text{ dcm}^3 \approx 1 \text{ dcm}^3$$

7. JEDNOSTKI PRĘDKOŚCI LINIOWEJ

$$1 \text{ metr na sekundę} = 1 \text{ m/sek} = 60 \text{ m/min} = 3,6 \text{ km/h}$$

$$1 \text{ metr na minutę} = 1 \text{ m/min} = 0,06 \text{ km/h}$$

$$1 \text{ kilometr na godzinę} = 1 \text{ km/h} = 16,666 \text{ m/min} \approx 0,2778 \text{ m/sek}$$

8. JEDNOSTKI PRZYSPIESZENIA

$$1 \text{ metr na sekundę do kwadratu} = 1 \text{ m/sek}^2 = 100 \text{ cm/sek}^2$$

$$1 \text{ centymetr na sekundę do kwadratu} \text{ lub } 1 \text{ gal} = 1 \text{ cm/sek}^2$$

9. JEDNOSTKI PRĘDKOŚCI KĄTOWEJ

$$1 \text{ radian na sekundę} = 1 \text{ rd/sek} \approx 9,549 \text{ P/min} = 9,549 \text{ obr/min}$$

$$1 \text{ obrót na sekundę} = 1 \text{ P/sek} = 1 \text{ obr/sek} = 60 \text{ P/min} = 60 \text{ obr/min}$$

$$1 \text{ obrót na minutę} = 1 \text{ P/min} = 1 \text{ obr/min} = \frac{1}{60} \text{ P/sek} = \frac{1}{60} \text{ obr/sek} \approx 0,0167 \text{ rd/sek}$$

10. JEDNOSTKI MASY

Jednostką masy jest kilogram (kg). Kilogram jest masą międzynarodowego prototypu tej jednostki, określonego przez Generalną Konferencję Miar w Paryżu i przechowywanego w Międzynarodowym Biurze Miar. Wielokrotnymi kilograma są: tona *) i kwintal, podwielokrotnymi zaś: dekagram, gram oraz miligram. W obrocie kamieniami drogowymi i perłami dwieście miligramów można nazywać karatem.

$$1 \text{ tona} = 1 \text{ t} = 1\,000 \text{ kg} = 100\,000 \text{ dkg} = 1\,000\,000 \text{ g}$$

$$1 \text{ kwintal} = 1 \text{ q} = 100 \text{ kg}$$

$$1 \text{ centnar} = 50 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kilogram} = 1 \text{ kg} = 100 \text{ dkg} = 1\,000 \text{ g}$$

$$1 \text{ dekagram} = 1 \text{ dkg} = 10 \text{ g}$$

$$1 \text{ gram} = 1\,000 \text{ mg} = 1 \text{ g}$$

$$1 \text{ miligram} = 1 \text{ mg} = 0,001 \text{ g}$$

$$1 \text{ karat} = 1 \text{ kr} = 200 \text{ mg} = 0,2 \text{ g}$$

11. JEDNOSTKI GĘSTOŚCI (MASY WŁAŚCIWEJ)

$$1 \text{ kg/dcm}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$1 \text{ g/l} \approx 1 \text{ g/dcm}^3 = \frac{1}{1000} \text{ g/cm}^3 \approx \frac{1}{1000} \text{ g/ml}$$

$$1 \text{ g/ml} \approx 1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/dcm}^3 = 1\,000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ t/m}^3$$

12. JEDNOSTKI SIŁY (CIĘŻARU)

Jednostkami siły są: niuton (N), dyna (dyn) i kilogram-siła (kG). Niuton jest siłą, która w ciągu jednej sekundy nadaje masie jednego kilograma przyrost prędkości równy jednemu metrowi na sekundę. Dyna jest siłą, która w ciągu jednej sekundy nadaje masie jednego grama przyrost prędkości równy jednemu centymetrowi na sekundę. Dyna jest jedną stutysięczną częścią niutona. Kilogram-siła jest to siła, z jaką masa jednego kilograma ciąży ku ziemi w próżni w miejscu, gdzie przyspieszenie wynosi 9,80665 metrów na sekundę na sekundę (m/sek^2). Kilogram-siła równa się 9,80665 niutonów. Wielokrotną kilograma-siły jest tona-siła, podwielokrotną zaś — grama-siła.

$$1 \text{ tona — siła} = 1 \text{ T} = 1\,000 \text{ kG} = 1\,000\,000 \text{ G}$$

$$1 \text{ kilogram — siła} = 1 \text{ kG} = 1\,000 \text{ G}$$

$$1 \text{ gram — siła} = 1 \text{ G}$$

$$1 \text{ dyna} = 1 \text{ dyn} = 1 \text{ g cm/sek}^2 = 0,000\,01 \text{ kg m/sek}^2$$

$$1 \text{ megadyna} = 1 \text{ Mdyn} = 10 \text{ kg m/sek}^2 = 1,0197 \text{ kG}$$

$$1 \text{ niuton} = 1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/sek}^2 = 0,102 \text{ kG}$$

13. JEDNOSTKI CIĘŻARU WŁAŚCIWEGO

$$1 \text{ kG/dcm}^3 = 1 \text{ G/cm}^3$$

$$1 \text{ G/l} \approx 1 \text{ G/dcm}^3 = \frac{1}{1000} \text{ G/cm}^3 \approx \frac{1}{1000} \text{ G/ml}$$

$$1 \text{ G/ml} \approx 1 \text{ G/cm}^3$$

$$1 \text{ kG/dcm}^3 = 1\,000 \text{ kG/m}^3 = 1 \text{ T/m}^3$$

*) Cytowane rozporządzenie używa na określenie wielokrotnej kilograma „tony” — oznaczenia „tonna”, które nie jest zgodne z obowiązującymi zasadami pisowni polskiej.

14. JEDNOSTKI CIŚNIENIA

Jednostkami ciśnienia są: paskal, atmosfera techniczna (kg/cm^2 albo at) i atmosfera fizyczna. Paskal jest ciśnieniem, które działając równomiernie na powierzchnię jednego metra kwadratowego, wywiera siłę jednego niutona. Sto tysięcy paskali można nazywać barem. Atmosfera techniczna jest ciśnieniem, które, działając równomiernie na powierzchnię jednego centymetra kwadratowego, wywiera siłę jednego kilograma-siły. Atmosfera fizyczna jest ciśnieniem równym 1,033 227 atmosfery technicznej albo 101 325,0 niutonów na metr kwadratowy. Jedną siedemset sześćdziesiątą część atmosfery fizycznej można nazywać torem (1 mm słupa rtęci).

$$1 \text{ atmosfera techniczna} = 1 \text{ at} = 1 \text{ kg/cm}^2 \text{ (gdy mówi się o nadciśnieniu — dodaje się literę n, a więc: atn; gdy zaś chodzi o ciśnienie bezwzględne — absolutne — dodaje się literę a, a więc: ata)}$$

$$1 \text{ atmosfera fizyczna (760 mm Hg przy } 0^{\circ}\text{C)} = 1 \text{ Atm} \approx 1,0332 \text{ at}$$

$$\text{ciśnienie } 1 \text{ mm słupa rtęci (} 0^{\circ}\text{C)} \text{ lub } 1 \text{ tor} = 1 \text{ mm Hg} \approx 0,0136 \text{ at}$$

$$\text{ciśnienie } 1 \text{ m słupa wody (} 4^{\circ}\text{C)} = 1 \text{ m H}_2\text{O} \approx 0,100 \text{ at}$$

$$\text{ciśnienie } 1 \text{ mm słupa wody (} 4^{\circ}\text{C)} = 1 \text{ mm H}_2\text{O} \approx 1 \text{ kg/m}^2 = 0,0001 \text{ at}$$

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ N/m}^2 = 100\,000 \text{ kg/msek}^2 \approx 1,0197 \text{ at}$$

$$1 \text{ milibar} = 1 \text{ mbar} \approx 0,001\,02 \text{ at} \approx 10,197 \text{ mm słupa wody}$$

$$1 \text{ pieza} = 1\,000 \text{ kg/msek}^2 \approx 0,0102 \text{ at}$$

$$1 \text{ hektopieza} = 1 \text{ hpz} = 100 \text{ pz} = 1 \text{ bar} = 1,0197 \text{ at}$$

15. JEDNOSTKI NAPRĘŻENIA

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 0,01 \text{ kg/mm}^2; 1 \text{ kg/mm}^2 = 100 \text{ kg/cm}^2$$

16. JEDNOSTKI MOMENTU STATYCZNEGO

$$1 \text{ kilogramometr} = 1 \text{ kGm} = 100 \text{ kGcm}$$

$$1 \text{ kilogramocentymetr} = 1 \text{ kGcm} = 0,01 \text{ kGm}$$

17. JEDNOSTKI MOMENTU BEZWŁADNOŚCI

a) Moment bezwładności masowy (I)

$$1 \text{ kgm}^2 = 10\,000 \text{ kgcm}^2 = 1\,000\,000 \text{ kgmm}^2$$

$$1 \text{ kgcm}^2 = 100 \text{ kgmm}^2 = 0,0001 \text{ kgm}^2$$

$$1 \text{ kgmm}^2 = 0,01 \text{ kgcm}^2 = 0,000\,001 \text{ kgm}^2$$

b) Moment bezwładności geometryczny (J) liniowy

$$1 \text{ cm}^3 = 1\,000 \text{ mm}^3 = 0,000\,001 \text{ m}^3$$

c) Moment bezwładności geometryczny (J) powierzchniowy

$$1 \text{ cm}^4 = 10^4 \text{ mm}^4 = 10^{-8} \text{ m}^4$$

d) Moment bezwładności geometryczny (J) bryłowy

$$1 \text{ cm}^5 = 10^5 \text{ mm}^5 = 10^{-10} \text{ m}^5$$

18. JEDNOSTKI WSKAŹNIKA WYTRZYMAŁOŚCI PRZEKROJU

$$1 \text{ cm}^3 = 1\,000 \text{ mm}^3 = 0,000\,001 \text{ m}^3$$

19. JEDNOSTKI PRACY I ENERGII

Jednostkami pracy i energii są: dżul (J), erg (erg) i kilogramometr (kGm). Dżul jest pracą wykonaną przez siłę równą jednemu niutonowi, gdy punkt jej przyłożenia przesunął się o jeden metr w kierunku działania siły. Erg jest jedną dziesięciomilionową częścią dżula, czyli pracą wykonaną przez siłę równą jednej dynie, gdy punkt jej przyłożenia przesunął się o jeden centymetr w kierunku działania siły. Kilogramometr jest pracą wykonaną przez siłę równą jednemu kilogramowi-siły, gdy punkt jej przyłożenia przesunął się o jeden metr w kierunku działania siły. Energia może być również wyrażana w watossekundach, watogodzinach i kilowatogodzinach, przy czym watossekunda jest równa jednemu dżulowi, watogodzina jest równa trzem tysiącom sześciuset watossekundom, kilowatogodzina zaś jest równa tysiącowi watogodzin.

$$1 \text{ kilogramometr} = 1 \text{ kGm} = 9,806\,65 \text{ J}$$

$$1 \text{ dżul} = 1 \text{ J} = 1 \text{ Wsek} = 1 \text{ Nm} = 10\,000\,000 \text{ erg} = 1 \text{ kg m}^2/\text{sek}^2 \approx 0,101\,97 \text{ kGm}$$

$$1 \text{ koniogodzina} = 1 \text{ KMh} = 270\,000 \text{ kGm} \approx 0,7355 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kilowatogodzina} = 1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J} \approx 1,360 \text{ KMh}$$

20. JEDNOSTKI ILOŚCI CIEPŁA

Jednostkami ilości ciepła są: dżul (J) i kaloria (cal). Dżul jest ilością ciepła, równoważną pracy równej jednemu dżulowi (por. p. 19). Kaloria jest ilością ciepła, potrzebną do podniesienia temperatury jednego grama czystej wody od $14,5^{\circ}\text{C}$ do $15,5^{\circ}\text{C}$. Kaloria jest równa 4,1855 dżula. Wielokrotną kalorii jest kilokaloria (kcal), równa tysiącowi kalorii.

$$1 \text{ kilokaloria} = 1 \text{ kcal} = 1\,000 \text{ cal}$$

$$1 \text{ kaloria} = 1 \text{ cal} = 0,001 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ kcal} \approx 427 \text{ kGm} \approx 5,69 \text{ KM sek} \approx 0,00158 \text{ KMh}$$

$$1 \text{ kcal} \approx \frac{3\,600\,000}{860} \text{ J} \approx 4,186 \text{ kWsek} \approx 0,001162 \text{ kWh}$$

21. JEDNOSTKI MOCY

Jednostką mocy jest wat (W). Wat jest mocą, przy której praca wykonana w ciągu jednej sekundy jest równa jednemu dżulowi. Wielokrotnymi wata są: megawat i kilowat, podwielokrotnymi zaś: miliwat i mikrowat. Do określania mocy maszyn można używać jednostki „koń mechaniczny”. Koń mechaniczny jest mocą, przy której praca wykonana w ciągu jednej sekundy wynosi siedemdziesiąt pięć kilogramometrów. Koń mechaniczny jest równy 735,49875 wata.

$$1 \text{ koń mechaniczny} = 1 \text{ KM} = 75 \text{ kGm/sek} \approx 0,7355 \text{ kW}$$

$$1 \text{ megawat} = 1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W} = 1\,000 \text{ kW} \approx 1359,62 \text{ KM}$$

$$1 \text{ kilowat} = 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W} \approx 1,36 \text{ KM}$$

$$1 \text{ wat} = 1 \text{ W} = 1 \text{ J/sek}$$

22. JEDNOSTKI TEMPERATURY

Jednostką temperatury (różnicy temperatur) jest stopień (1°C) skali stusopniowej (Celsjusza). Stopień ten jest zmianą temperatury, powodującą jedną setną część przyrostu ciśnienia jakiegokolwiek masy gazu doskonałego, jeżeli przy stałej objętości temperatura gazu zmienia się od punktu 0°C (temperatura topnienia lodu) do punktu 100°C (temperatura wrzenia wody), zgodnie z tym, jak te dwa punkty określone zostały przez Generalną Konferencję Miar w latach 1889 i 1913.

$$1 \text{ stopień (temperatury)} = 1^\circ\text{C} \text{ lub } 1^\circ$$

23. JEDNOSTKI STRUMIENIA ŚWIETLNEGO

Jednostką strumienia świetlnego jest lumen (lm). Lumen jest strumieniem świetlnym wysyłanym w kącie jednego steradiana przez źródło punktowe równomierne o natężeniu światła jednej kandel.

$$1 \text{ lumen} = 1 \text{ lm}$$

24. JEDNOSTKI NATĘŻENIA (JASNOŚCI) OŚWIETLENIA

Jednostką natężenia oświetlenia jest luks (lx). Luks jest to natężenie oświetlenia powierzchni, na którą pada równomierne strumień świetlny jednego lumenu na jeden metr kwadratowy.

$$1 \text{ luks} = 1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$$

25. JEDNOSTKI NATĘŻENIA ŚWIATŁA (ŚWIATŁOŚCI)

Jednostką natężenia światła (światłości) jest kandela (cd). Kandela jest jedną sześćdziesiątą częścią natężenia światła wysyłanego w kierunku prostopadłym przez powierzchnię jednego centymetra kwadratowego ciała doskonale czarnego w temperaturze krzepnięcia platyny.

$$1 \text{ kandela (świeca nowa)} = 1 \text{ cd}$$

26. JEDNOSTKI JASKRAWOŚCI (ŹRÓDŁA ŚWIATŁA)

$$1 \text{ stilb} = 1 \text{ sb} = 1 \text{ cd/cm}^2$$

27. WAŻNIEJSZE JEDNOSTKI ELEKTRYCZNE

a) Napięcie elektryczne. Potencjał. Siła elektromotoryczna

Jednostką różnicy potencjałów elektrycznych, siły elektromotorycznej lub napięcia jest wolt (V). Volt jest różnicą potencjałów elektrycznych między dwoma punktami przewodu liniowego, w którym płynie prąd nie zmieniający się o natężeniu jednego ampera, gdy moc pobierana między tymi punktami jest równa jednemu watowi. Wielokrotną wolta jest kilowolt, podwielokrotnymi zaś: miliwolt i mikrowolt.

$$1 \text{ wolt} = 1 \text{ V} = 1 \text{ A} \cdot 1 \Omega$$

b) Ilość elektryczności

Jednostką ilości elektryczności albo ładunku elektrycznego jest kulomb (C) równy jednej amperosekundzie (A. sek). Kulomb jest ładunkiem elektrycznym przenoszonym w ciągu jednej sekundy przez prąd o natężeniu jednego ampera. Może być używana amperogodzina (Ah) równa trzem tysiącom sześciuset amperosekundom.

$$1 \text{ kulomb} = 1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ sek}$$

c) Natężenie prądu (prąd)

Jednostką natężenia prądu elektrycznego jest amper (A), określony zgodnie z uchwałą Międzynarodowego Komitetu Miar z 1946 r. Amper jest natężeniem prądu elektrycznego nie ulegającego żadnym zmianom, który przepływa w dwóch przewodach równoległych prostoliniowych o długości nieskończonej, o przekroju okrągłym znikomo małym, umieszczonych w próżni w odległości jednego metra od siebie, wytwarza między tymi przewodami siłę równą $2 \cdot 10^{-7}$ niutonów na każdy metr długości przewodu. Wielokrotną ampera jest kiloamper, podwielokrotnymi zaś: miliamper i mikroamper.

$$1 \text{ amper} = 1 \text{ A} = 1 \text{ C/sek} = 1 \text{ V}/\Omega$$

d) Opór elektryczny

Jednostką oporu elektrycznego jest om (Ω). Om jest oporem elektrycznym, istniejącym między dwoma punktami przewodu, gdy niezmienna różnica potencjałów jednego wolta, działająca między tymi dwoma punktami, wywołuje w tym przewodzie prąd jednego ampera, a przewod nie jest źródłem siły elektromotorycznej. Wielokrotnymi oma są: megaom i kiloom, podwielokrotnymi zaś: miliom i mikroom.

$$1 \text{ om} = 1 \Omega = 1 \text{ V/A}$$

e) Opór właściwy (oporność)

$$1 \text{ om milimetr kwadratowy na metr} = 1 \Omega\text{mm}^2/\text{m} = \frac{1}{10\,000} \Omega \text{ cm}$$

f) Przewodność elektryczna

$$1 \text{ A/V} = 1/\Omega$$

g) Pojemność elektryczna

Jednostką pojemności elektrycznej jest farad (F). Farad jest pojemnością kondensatora elektrycznego, między okładzinami którego istnieje różnica potencjałów jednego wolta, gdy kondensator jest naładowany ilością elektryczności równą jednemu kulombowi. Podwielokrotnymi farada są: mikrofarad, nanofarad i pikofarad.

$$1 \text{ farad} = 1 \text{ F} = 1\,000\,000 \mu\text{f (mikrofaradów)} = 1 \text{ C/V}$$

h) Indukcyjność

Jednostką indukcyjności jest henr (H). Henr jest indukcyjnością elektrycznego obwodu zamkniętego, w którym powstaje siła elektromotoryczna jednego wolta, gdy prąd elektryczny płynący w obwodzie zmienia się jednostajnie o jeden amper na sekundę. Podwielokrotnymi henra są: milihenr i mikrohenr.

$$1 \text{ henr} = 1 \text{ H} = 1 \text{ V sek/A}$$

i) Częstotliwość

Jednostką częstotliwości jest herc (Hz). Herc jest częstotliwością takiego okresowego zjawiska, które powtarza się cyklicznie co sekunda. Herc odpowiada jednemu cyklowi na sekundę. Wielokrotnymi herca są: kiloherc i megaherc.

$$1 \text{ herc} = 1 \text{ Hz} = 1/\text{sek}$$

28. JEDNOSTKI ZDOLNOŚCI ZBIERAJĄCEJ UKŁADU OPTYCZNEGO

Jednostką zdolności zbierającej układu optycznego (soczewki) jest dioptria. Dioptria jest równa odwrotności ogniskowej wyrażonej w metrach. Zdolność zbierającą układu optycznego wyraża się liczbą dioptrii.

$$1 \text{ dioptria} = 1 \delta = 1/\text{m}$$

29. JEDNOSTKI MIAR DLA ŻEGLUGI MORSKIEJ

Dla potrzeb żeglugi morskiej mogą być używane międzynarodowe jednostki miar: mila morska, kabel, węzeł i rumb.

Mila morska jest przybliżoną odległością dwu punktów na powierzchni Ziemi o jednakowej długości geograficznej, których szerokości geograficzne różnią się o jedną minutę. Kabel jest jedną dziesiątą częścią mili morskiej.

$$1 \text{ mila morska} = 1852,0 \text{ m}$$

$$1 \text{ kabel} = 185,20 \text{ m}$$

Węzeł jest prędkością statku przepływającego jedną milę morską w ciągu jednej godziny.

$$1 \text{ węzeł} = 1 \text{ mila morska/h} = 1,852 \text{ km/h}$$

Rumb jest jedną trzydziestą drugą częścią kąta pełnego.

$$1 \text{ rumb} = 11,25^\circ \approx 0,196\,349\,5 \text{ rd}$$

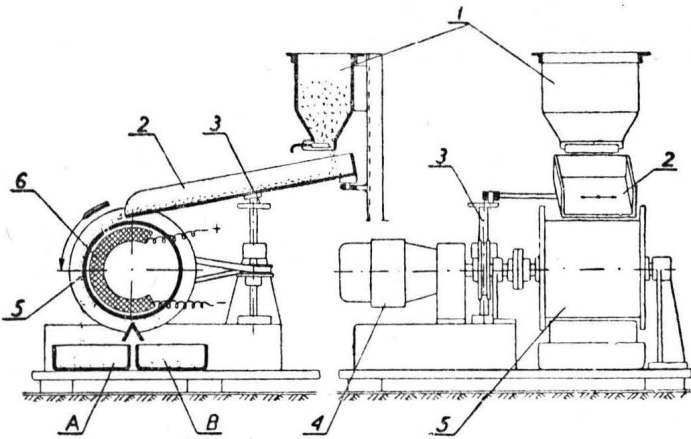
Przeglądamy usprawnienia...

Pod wskazanym ogólnym tytułem zamieszczamy zarówno usprawnienia pracownicze jak i udoskonalenia techniczne, zaczerpnięte z wydawnictwa Urzędu Patentowego PRL pod tytułem: „Opisy udoskonalień technicznych i usprawnień”. Wydawnictwo to ukazuje się w zeszytach, zawierających około stu opisów usprawnień pracowniczych i udoskonalień technicznych, ułożonych według kolejności klas patentowych. Po tytule opisu umieszczamy w nawiasach następujące informacje: numer klasy patentowej, do której należy temat usprawnienia lub udoskonalenia według klasyfikacji patentowej; numer kolejny drukowanego opisu usprawnienia lub udoskonalenia, przy czym usprawnienia posiadają numer poprzedzony literą O, udoskonalenia zaś — numer z literami OU; numer kolejny zeszytu. Poza tymi informacjami w nawiasach, umieszczono nazwisko twórcy pomysłu. Przy opisach ulepszeń, zaczerpniętych z czasopism i tym podobnych publikacji, poza tytułem podajemy nazwę tej publikacji i datę jej ukazania się oraz informacje, znalezione w materiale źródłowym dotyczącym twórcy.

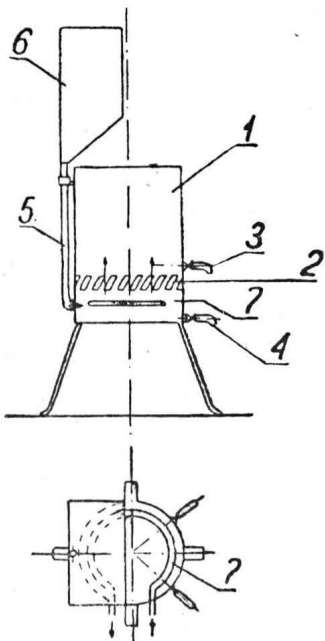
Elektromagnetyczny separator wiórów

(Kl. 1b, Nr O-1786, Z. Nr 10) Zbigniew Fiołka, Alfons Tessmer, Marian Jabłoński

Wióry metali kolorowych, schodzące z obrabiarek, są poważnie zanieczyszczone przez wióry stalowe. W związku z możliwością przeróbek metali kolorowych takie zanieczyszczenie obniża znacznie ich jakość, a niejednokrotnie czyni je bezwartościowymi.



Do oczyszczania wiórów metali kolorowych zastosowano w myśl usprawnienia separator elektromagnetyczny, uwidoczniiony na rysunku. Separator ten składa się ze zbiornika 1 na zanieczyszczone wióry, następnie ze wstrząsarki 2 z napędem 3 oraz z silnika elektrycznego 4 z przekładnią do obracania bębna 5 separatora, wewnątrz którego wmontowany jest nieruchomy elektromagnes 6. Pod bębniem 5 umieszczone są naczynia A i B. Do naczynia A wpadają wcześniej z bębna oczyszczone wióry metali kolorowych (niemagnetyczne), a do naczynia B później wpadają z bębna wióry stalowe (ferromagnetyczne) w miejscu, gdzie pole magnetyczne jest już słabe.



Filtr do oleju

(Kl. 12d, Nr OU-270, Z. Nr 10) Albert Uden (NRD)

Filtry do oleju składają się przeważnie z dwóch części podzielonych warstwą filtrującą. Brudny olej wlewa się do części górnej filtru, wskutek czego brud i szlam osiadają wkrótce na warstwie filtrującej zatykając jej pory i uniemożliwiając dalsze działanie filtru.

Celem usunięcia powyższej wady zaprojektowano pokazany na rysunku filtr składający się ze zbiornika 1 o średnicy 350 do 1 000 mm dla pojemności 150 do 900 litrów. Brudny olej doprowadza się w tym przypadku do dołu rurką 5 ze zbiornika 6, a więc odwrotnie niż normalnie, dzięki czemu szlam i brud, osiadając na dnie, mogą być okresowo odprowadzane kurkiem 4, podczas gdy przefiltrowany przez warstwę filtracyjną 2 olej spuszcza się górnym kurkiem 3.

Dalszą zaletą zaprojektowanego filtru jest duża wysokość, z jakiej spływa zanieczyszczony olej ze zbiornika 6, gdyż zwiększenie ciśnienia statycznego bardzo korzystnie wpływa na przebieg filtrowania.

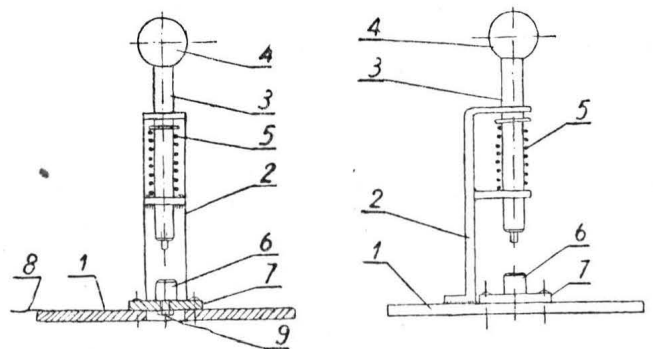
Jako warstwę filtracyjną 2 można stosować drobne wiórki drzewne, odpadkową przędzę, pakuły itp. Filtrowany olej jest podgrzewany parą za pośrednictwem węzownicy 7.

Przyrząd do elektrycznego lutowania styków przerywacza instalacji zapłonowej silnika spalinowego

(Kl.21h, Nr O-1833, Z. Nr 10) Ireneusz Zieliński

Dotychczas w razie zużycia styków na kowadełku i młoteczku przerywacza instalacji zapłonowej silnika spalinowego wymieniano kowadełko i młoteczek na nowe, gdyż w czasie nalutowywania nowych styków na ogniu następowało przepalanie znajdującej się w pobliżu izolacji, co czyniło przerywacz niezdatnym do użytku.

Ażebym umożliwić nalutowywanie nowych styków bez uszkodzenia izolacji przerywacza, a przez to obniżyć koszty i skrócić czas naprawy uszkodzonych przerywaczy, zastosowano



według usprawnienia uwidoczniiony na rysunku przyrząd do punktowego nalutowywania styków prądem niskiego napięcia. Przyrząd ten składa się z podstawy 1, korpusu 2, przycisku 3, zaopatrzonego w gałkę ebonitową 4, sprężyny podtrzymującej 5 i podstawki 6, odizolowanej płytą bakelitową 7. Korpus przyrządu i podstawka są połączone ze źródłem prądu przewodami 8 i 9.

Przystępując do nalutowywania nowego styku na kowadełku lub młoteczku należy usunąć styk zużyty, miejsce lutowania zapastować rozpuszczonym w wodzie boraksem, położyć pod nalutowywany styk miedzianą blaszkę grubości 0,2 — 0,3 mm, zapastować powtórnie i położyć na podstawce przyrządu. Następnie naciskając przycisk zamyka się obwód prądu. Płynący w obwodzie prąd szybko nagrzewa styk do temperatury stopienia się blaszki miedzianej i styk zostaje przylutowany. Czas lutowania wynosi około 10 sekund.

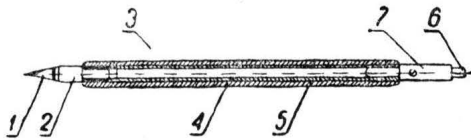
Ołówek elektryczny do pisania na powierzchniach przedmiotów utwardzonych

(Kl. 21h; Nr O-1834; Z. Nr 10) Zenon Szewczenko, Zdzisław Jaworski, Stanisław Wrona

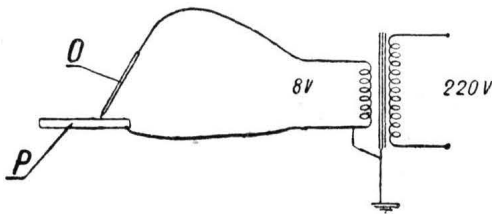
Ołówki elektryczne pozwalają na łatwe i trwałe oznaczanie przedmiotów metalowych, zwłaszcza stalowych przedmiotów hartowanych. Zasada działania ołówka elektrycznego polega na ogrzaniu i częściowym utlenieniu metalu na powierzchni przedmiotu w miejscu styku z ostrzem ołówka na skutek przepływu prądu elektrycznego.

W myśl usprawnienia skonstruowano ołówek elektryczny łatwy do wykonania nawet sposobem gospodarczym. Ołówek ten (rys. 1) składa się z ostrza 1, wykonanego z węglików spiekanych przylutowanego lutem twardym do trzpienia miedzianego 2, i z rączki 3 wykonanej z rurki mosiężnej 4 obłożonej warstwą gumoidową 5. Do rurki mosiężnej wkręcony jest trzpień 2 z ostrzem. Ołówek jest zasilany prądem zmiennym 50 okr/sek o napięciu 8 V z transformatora o mocy 50 VA, dołączonego do sieci. Ołówek jest dołączony do wtórnego uzwojenia transformatora za pomocą przewodu giętkiego 6, zakończonego wtyczką 7 typu radiowego. Sposób dołączenia do transformatora ołówka O i przedmiotu P, na którym mają być wypisane oznaczenia, uwidoczniono na rys. 2.

Dla uniknięcia silnego iskrzenia elektrycznego przy odrywaniu ołówka od powierzchni przedmiotu byłoby rzeczą celową umieścić wyłącznik w rączce ołówka, aby przed momentem od-



Rys. 1



Rys. 2.

sunięcia ołówka od przedmiotu prąd mógł być wyłączony. Lecz już przy niedużej wprawie piszącego i przy zastosowaniu ołówka bez wyłącznika można uniknąć zniekształcenia pisma (wypalanie punktów) przez szybkie odsuwanie ołówka od powierzchni przedmiotu w momencie ukończenia pisania znaku.

Aparat do elektroiskrowego utwardzania narzędzi

(Kl. 21h; Nr O-1835; Z. Nr 10) Brunon Kalus, Władysław Niezgodzki

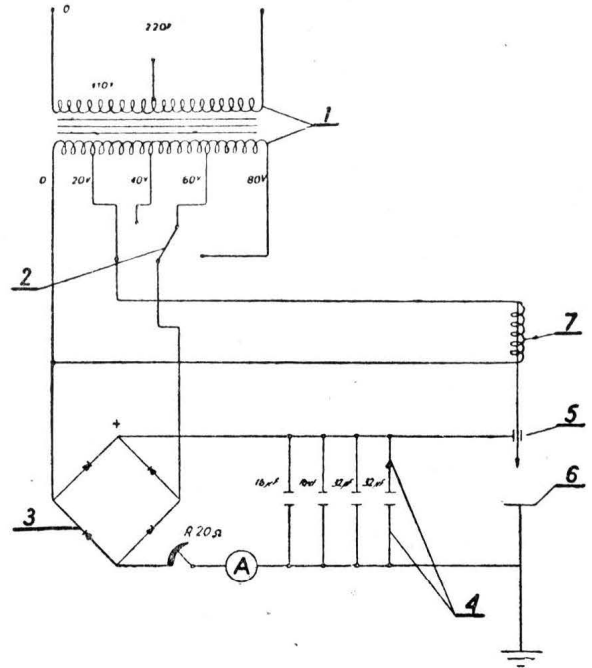
Dotychczas do obróbki używano normalnych narzędzi ze stali narzędziowej lub szybko tnącej.

Mając na względzie przedłużenie czasu pracy narzędzi zastosowano ich utwardzanie metodą elektroiskrową za pomocą skonstruowanego w myśl usprawnienia aparatu, kierując się wskazówkami z literatury oraz wykorzystując w tym celu prostownik do ładowania akumulatorów. Aparat, którego schemat uwidoczniono na rysunku, jest zasilany z sieci oświetleniowej za pośrednictwem transformatora 1, który po stronie wtórnej ma szereg odgałęzień pozwalających na dobór właściwego napięcia przez odpowiednie ustawienie przełącznika 2.

Po wyprostowaniu w prostowniku selenowym 3 prąd zostaje doprowadzony do baterii kondensatorów elektrolitycznych 4, które na przemian ładuje się, a następnie rozładowuje przez elektrodę dodatnią 5 ze spieczonych węglików i poprzez utwardzane narzędzie, ułożone na wycy 6, stanowiące elektrodę ujemną. Wskutek drgania elektrody ze spieczonych węglików osadzonej w wibratorze 7, powstaje w miejscu styku tej elektrody z narzędziem iskrzenie, dzięki któremu cząsteczki spieczonych węglików osadzają się na narzędziu. Przesuwając elek-

trodę wzdłuż krawędzi tnącej narzędzia pokrywa się tę krawędź cienką warstwą spieczonych węglików (0,02—0,04 mm).

Zastosowanie powyższej metody utwardzania zwiększyło trwałość ostrzy narzędzi 8—10-krotnie.

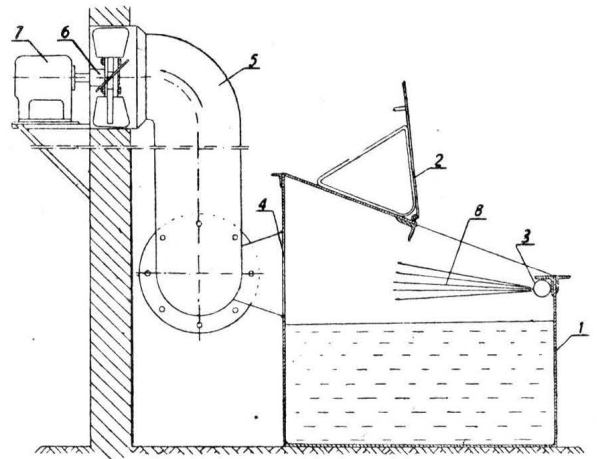


Zabezpieczenie powietrza w hali przed zanieczyszczeniem spalinami oleju wydzielającymi się przy obróbce cieplnej metali

(Kl. 36d; Nr O-1855; Z. Nr 10) inż Henryk Soyka, Adolf Koj, Aleksander Nawrotek, Henryk Niedurny

Przy studzeniu w oleju ogrzanych do wysokiej temperatury przedmiotów metalowych, podczas obróbki cieplnej, wydzielają się dymy i spaliny zanieczyszczające powietrze w całej hali. Usuwanie tych spalin z hali z powodu jej dużych wymiarów nie daje pożądanych wyników.

Aby ochronić zatrudnionych w hali pracowników przed przebywaniem w przesyconym spalinami powietrzu i polepszyć przez to istniejące warunki pracy, zastosowano w myśl uspraw-



nienia usuwanie spalin na zewnątrz hali bezpośrednio ze zbiornika z olejem. W tym celu zastosowano urządzenie przedstawione na rysunku.

Zbiornik 1 zaopatrzone w składającą się z dwóch części pokrywą 2, a w zbiorniku przy przedniej ścianie nad poziomem oleju umieszczono rurę 3 z większą liczbą małych otworów rozmieszczonych w jednej linii i skierowanych wylotami ku tylnej ścianie zbiornika. W górnej części tej ściany nad poziomem oleju wykonano dwa duże otwory 4, które są połączone wspólnym, odpowiedniej średnicy, przewodem 5, wychodzącym przez ścianę budynku na zewnątrz. U wylotu tego przewodu zainstalowano wentylator 6, napędzany silnikiem elektrycznym 7.

Strumień sprężonego powietrza 8, wychodzący z otworów rury 3, która jest włączona w sieć instalacji tego powietrza, porywa wydzielające się z oleju spaliny i kieruje je do wy-

ciągu w przeciwległej ścianie zbiornika, skąd zostają wciągnięte w przewod i wydalone na zewnątrz hali.

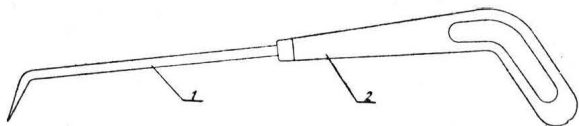
Stosunek ilościowy powietrza doprowadzanego do wydalonego wynosi 1 : 8.

Dzięki powyższemu urządzeniu powietrze w hali nie ulega zanieczyszczeniu spalinami.

Przyrząd do przesuwania przedmiotu z drewna przy obcinaniu na piłę tarczowej

(Kl. 38a; Nr O-1858; Z. Nr 10) Władysław Rouba, Stanisław Mokrzycki

Dotychczas przy podsuwaniu przez robotników drobnych przedmiotów drewnianych pod piłę tarczową zdarzały się często wypadki kaleczenia rąk.

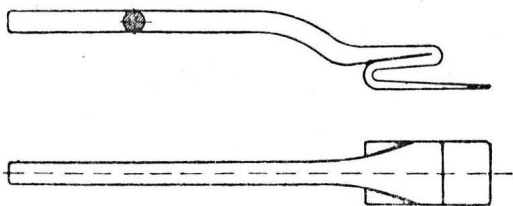


Mając na względzie zabezpieczenie robotników przed takimi wypadkami zastosowano w myśl usprawnienia przyrząd uwi-doczniony na rysunku. Przyrząd składa się ze stalowego, za-ostrzonego na końcu pręta 1 z drewnianą rękojeścią 2.

Uchwyt do noszenia blachy

(Kl. 87a; Nr O-1778; Z. Nr 10) Jan Joachimiak

Przy noszeniu blach o dużych rozmiarach zachodziły niejednokrotnie wypadki skażenia rąk o ostre krawędzie bla-



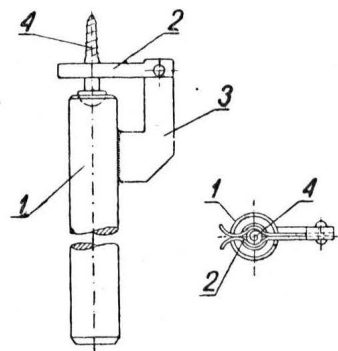
chy, a nawet miały miejsce bardziej dotkliwe obrażenia, spowodowane upadkiem wysuniętej z rąk blachy na skutek nieostrości lub też długotrwałego wysiłku.

W myśl usprawnienia do przenoszenia blach wykonano uwi-doczniony na rysunku uchwyt z żelaza okrągłego \varnothing 20 mm. Uchwyt na końcu jest podwójnie zagięty, spłaszczony i nadspa-wany w celu wzmocnienia miejsca przegięcia. Uchwyt ten, do-stosowany do blach grubości 3 — 7 mm, ułatwia znacznie ich przenoszenie i zmniejsza możliwość wypadków, podnosząc tym samym bezpieczeństwo pracy.

Przyrząd pomocniczy do wbijania wkrętów

(Kl. 87a; Nr O-1779; Z. Nr 10) Tadeusz Niewiadomski

Przed dokręcaniem wkrętów do drewna wbijane są one zwy-kle za pomocą młotka. W miejscach trudno dostępnych wbija-



nie wkrętów jest kłopotliwe, przy czym ze względu na trud-ność wygodnego uchwycenia wkręta ręką przy wbijaniu zda-rzają się wypadki okaleczenia palców przez uderzenie młot-kiem.

W myśl usprawnienia zastosowano specjalny przyrząd, ułat-wiający wbijanie wkrętów. Przyrząd składa się z trzpienia 1, zaopatrzonego w zagłębienie dla łba wkręta, oraz z dwusprężynowego uchwytu 2, zamocowanego do ramienia 3, przyspa-nanego do trzpienia 1.

Przy wbijaniu wkręt 4 umieszcza się w uchwycie 2 i dosu-wa się łeb wkręta do czoła trzpienia, po czym uderzeniem młotka w odrotny koniec trzpienia 1 wbija się wkręt.

S. M.

Kronika

Polskie Towarzystwo Astronautyczne

Na początku roku 1955 grono osób interesujących się astronautyką podjęło myśl założenia Polskiego Towarzystwa Astronautycznego. W chwili obecnej Towarzystwo liczy około 50 członków. Siedziba tymczasowa Towarzystwa — Politechnika Warszawska, Plac Jed-ności Robotniczej, Zakład Mechaniki Teoretycznej, pokój 318.

Polskie Towarzystwo Astronautyczne odbyło szereg posiedzeń, na których wygłoszono następujące odczyty: w Warszawie:

1. Prof. dr K. Zarankiewicz — „Zagadnienie obliczania oporu po-wietrza przy ruchu rakiety“.
2. Dr Niemirowski — „Możliwości istnienia życia na innych pla-netach“.
3. Mgr Subotowicz — „Prace Kazimierza Siemienowicza“.
4. Dr J. Gadomski — „Pierwsze problemy badawcze astronautyki“.

5. Mgr O. Wołczek — „Napęd atomowy rakiet“ oraz „Sprawozdanie z Konferencji Genewskiej poświęconej wykorzystaniu energii atomowej do celów pokojowych“.

W Gliwicach:

1. Mgr inż. Janiczek — „Matematyczne podstawy lotu rakiety“.
 2. Mgr inż. Geisler — „Techniczne zagadnienia budowy rakiet“.
- Dnia 21.12.55 r. z okazji dwudziestej rocznicy śmierci pierwszego teoretyka lotów międzyplanetarnych K. Ciołkowskiego, odbyła się w Polt. Warszawskiej uroczysta akademія z odczytami: red. A. Trepka — „Biografia Ciołkowskiego“, mgr inż. J. Paczoski — „Dzieło Ciołkowskiego“. Akademię zorganizowało T-wo Astronautyczne.

Ze względu na powiązanie współczesnego lotnictwa z niektórymi zagadnieniami astronautyki, będziemy naszych Czytelników infor-mować o pracy Polskiego Towarzystwa Astronautycznego i dru-kować prace, które zająbają się z tematyką naszego czasopisma.

Z życia Sekcji Lotniczej SIMP

W dniu 16. grudnia 1955 r. odbyło się w Warszawie rozszerzone zebranie Zarządu Sekcji Lotniczej SIMP. W zebraniu, prócz człon-ków Zarządu, wzięli udział delegaci kół lotniczych z zakładów przemysłu lotniczego oraz przedstawiciele przemysłu i Partii. Zasad-niczym tematem obrad był projekt planu działalności Sekcji na rok 1956. W dyskusji nad referatem programowym, wygłoszonym przez kol. Sandauera, omówiono między innymi sprawę udziału kół za-kładowych w opracowywaniu 5-letnich planów postępu technicz-nego zakładów. Zebrani wskazali także na konieczność ożywienia

działalności Sekcji poprzez zacieśnienie współpracy Zarządu z tere-nem oraz nawiązanie bliższych kontaktów pomiędzy poszczególnymi kółami. Poruszono poza tym sprawę lepszego udostępnienia inżynierom i technikom zagranicznej literatury fachowej, a szczególnie czasopism lotniczych. W związku z kończąca się kadencją obecnego Zarządu Sekcji ustalono, że w lutym roku bieżącego odbędzie się Walne Zebranie Delegatów Kół Zakładowych, które zgodnie z regu-laminem dokona wyboru nowego Zarządu.

PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY LOTNICTWA

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODEK DOKUMENTACJI I WYDAWNICTW INSTYTUTU LOTNICTWA

DODATEK DO DWUMIESIĘCZNIKA „TECHNIKA LOTNICZA”

ROCZNIK VI

WARSZAWA, STYCZEŃ – LUTY 1956

Z E S Z Y T 1

W Przeglądzie Dokumentacyjnym Lotnictwa stosowana jest klasyfikacja dziesiętna.

Gwiazdkami obok liczb porządkowych oznaczone są publikacje znajdujące się w Bibliotece Instytutu Lotnictwa.

1* 533.695.6 ILot
Lawrence H. R., Flax A. H.: **Wzajemne oddziaływanie skrzydła i kadłuba przy prędkościach poddźwiękowych i naddźwiękowych.** „Wing-body interference at subsonic and supersonic speeds — survey and new developments.” J. aero. Scien., t. 21, Nr 5, maj 54, s. 289; A4, 36 str., 2 rys., 12 wykr., 56 poz. bibl. — Krytyczny przegląd istniejących teorii, przybliżonych metod obliczeniowych oraz wyników doświadczalnych dotyczących ważnego zagadnienia oddziaływania skrzydła i kadłuba. W części pierwszej omówiono ogólne teorie i koncepcje: metodę iteracyjną zapoczątkowaną przez Ferrari’ego, zagadnienie skrzydło-kadłub w płaszczyźnie Trefftza, twierdzenie przepływu wstecznego. Część druga dotyczy przepływu poddźwiękowego i omawia m. in. teorie smukłych układów skrzydło-kadłub (Spreiter, Ward), przybliżone metody obliczania charakterystyki układu skrzydło-kadłub o małym wydłużeniu, teorie typu Weissingera, rozkład siły nośnej wzdłuż kadłuba, proste metody półempiryczne.

Część trzecia dotyczy przepływu naddźwiękowego i rozważa metodę iteracyjną Ferrari’ego, metody przepływu stożkowego, metodę Morikawy dla płata prostokątnego na cylindrycznym kadłubie, metodę iteracyjną Nielsen-Mattesona dla płata skośnego na cylindrycznym korpusie. W części czwartej odnoszącej się również do przepływu naddźwiękowego, dokonano porównania poszczególnych teorii, przytoczono metody przybliżone służące do szybkiego obliczenia oddziaływania i porównano ich wyniki z wynikami pomiarów doświadczalnych. A. Jakubowski.

2* 546.82:669.295 ILot
Kornilow I. I.: **Tytan-własności, zastosowanie i metody otrzymywania.** „Titan, swojstwa, primienjenje i metody jewo poluczenja”. Uspechi Chimji, t. 23, Nr 5, 1954, s. 529; B5, 17 str., 6 rys., 4 wykr., 4 tabl., 37 poz. bibl. — Tytan jest metalem tylko o 40% cięższym od aluminium, a temperatura topnienia jego i wytrzymałość są trzy razy wyższe. Dzięki jego żaroodporności ma szerokie perspektywy zastosowania w przemyśle lotniczym. Podano własności oraz szczegółowo metody otrzymywania. A. Prądziński.

3* 613.693:533.6.015.5 ILot
Bibrich J.: **Fizjologia lotu wysokościowego.** Skrzydłata Polska, r. 10, nr 22 (152), maj 54, wkładka s. 2; A4, 1,5 str. — Zmiany w ciśnieniu cząsteczkowym tlenku na dużych wysokościach powodują w organizmie ludzkim zespół zaburzeń, który wraz z działaniem niskiego ciśnienia barometrycznego na ustrój człowieka nosi nazwę „chOROBY wysokości”. Autor opisuje działanie niedoboru tlenuowego na układ nerwowy, krążenie krwi, wzrok i słuch. Podaje również zasadnicze wskazania higieny dla pilotów przed lotem. B. Kitzman.

4* 620.179.16:629.13.002 ILot
Prądziński A.: **Defektoskopia ultradźwiękowa i jej zastosowanie w przemyśle lotniczym.** Techn. Lotn., r. 9, nr 4, lip. — sierp. 54, s. 93, A4, 3,5 str., 2 fot., 9 rys., 3 tabl., 16 poz. bibl. Własności ultradźwięku i zasady nieniszczącego badania materiałów za pomocą ultradźwięków. Różne metody badań oraz przykłady zastosowania defektoskopii ultradźwiękowej w kontroli produkcji przemysłu lotniczego. (a).

5* 621.396.9:629.13.018.76 ILot
Trofimow K. N.: **Radiolokacja i jej zastosowanie w gospodarce narodowej.** „Radiolokacja i jejo primienjenje w narodnom choziajstwie”. Wsiesojuzn. Obszcz. po Rasprostr. Polit. i Naucz. Znani, Sierja 4, Nr 25, 1954; A5, 30 str., 1 fot., 9 rys., 5 poz. bibl. — Popularna broszurka, omawiająca zasady radiolokacji i zasadniczy osprzęt radarowy. Krótkie omówienie zastosowań radaru w lotnictwie, geodezji, meteorologii i nawigacji morskiej. W. Narkiewicz.

6* 621.43.031 ILot
Miczkin I. A.: **Przedłużenie okresu pracy membran pomp benzynowych.** „Uwieliczenie sroka służby diafragm bienzonasosow”. Awtom. trakt. Promysl., Nr 7, lip. 53, s. 16; 22 X 29 cm, 3 str., 3 rys., 3 wykr., 2 tabl. — Badania seryjnych pomp paliwowych typu B-6 wykazały, że membrany pracują blisko swego skrajnego położenia, powodując częste ich pęknięcie. Przemieszczenie średniego miejsca oscylacji w płaszczyznę zacisku membrany znacznie przedłuża jej życie. Opis przeprowadzonych badań i ujęcie teoretyczne zagadnienia. W. Narkiewicz.

7* 621.431.75:629.138.4/6 ILot
Russel A. E.: **Dobór zespołów napędowych do samolotów cywilnych.** „The choice of power units for civil aeroplanes”. J. Royal Aeronaut. Soc., t. 58, Nr 524, sierp. 54, s. 523; A4, 18 str., 15 wykr., 10 tabl. — Po bardzo szczegółowej analizie potrzeb samolotów linii lotniczych i analizie osiągnięć różnych układów silnikowych dochodzi autor do wniosku, że silnik turbo-śmigłowy i silnik odrzutowo-wentylatorowy (ducted fan) mają znaczną przewagę nad zwykłym silnikiem odrzutowym. W. Narkiewicz.

8* 621.438 ILot
Uwarow W. W.: **Turbiny spalinowe.** „Gazowyje turbiny”. Wsiesojuzn. Obszcz. po Rasprostr. Polit. i Naucz. Znani, Sierja 4, Nr 33, 1954; A5, 32 str., 3 rys., 4 wykr., 1 tabl., 8 poz. bibl. — Stenogram odczytu prof. Uwarowa. Omówienie zasadniczych przyczyn hamujących dotychczas bardziej wszechstronne zastosowanie turbin spalinowych. Szczegółowa analiza możliwości zastosowania turbin spalinowych w elektrosiłowniach, trakcji kolejowej i samochodach. Ana-

liza porównawcza korzyści w stosunku do dotychczasowych silników, tj. turbin parowych i silników spalinowych. W. Narkiewicz. 9* 621.45:621.51 ILot

Huppert M., Benser A.: **O niektórych zjawiskach związanych z pompowaniem w sprężarkach osiowych.** „O niekotozych jawlenjach, swiazanych s pompażom w osiowych kompiressorach”. Woprosy rakiet. Tiechniki, Nr 5 (23), 1954, s. 49; B5, 19 str., 2 rys., 10 wykr., 2 poz. bibl. — Opis różnych typów pompowania w sprężarkach osiowych i analiza ich wpływu na wydajność sprężarki. Wskazówki co do metody obliczania charakterystyki sprężarki z uwzględnieniem pompowania. W. Narkiewicz.

10* 621.746.5:629.13.002 ILot
Praktyka formowania „z warstwą ochronną”. „Investment casting practice”. Aircr. Engng., t. 26, Nr 307, wrzes. 54, s. 315; 30 X 24 cm, 2 str., 11 fot. — Poszczególne etapy wytwarzania dokładnych odlewów wykonywanych metodą „wosku traconego” — dla trudnych kształtów i trudno obrabialnych materiałów, jak narzędzia ze stali szybko tnącej, ze „stellitu”, części ze stopów „Nimonic” i berylium — miedź. Kolejność postępowania: 1) Odlewanie modeli woskowych, 2) Łączenie w grupy modeli woskowych, 3) Pokrywanie natryskowe modeli woskowych warstwą masy ceramicznej. 4) Układanie modeli woskowych w skrzynkę (bez dna) i zalewanie masą ceramiczną. 5. Dla lepszego wypełnienia, ceramika idzie na wibrator i do wstawienia wlewów. 6) Wypalanie wosku i wypalanie formy ceramicznej do 1100°C. 7) Zalewanie metalem; oczyszczanie itd. J. Luboński.

11* 629.13.(088.8) ILot
Madeyski S.: **O wykorzystaniu literatury patentowej z dziedziny lotnictwa.** Techn. Lotn., r. 9, Nr 6, list. — grud. 54, s. 153; A4, 3 str., 12 rys. — Na wybranych rysunkach z zagranicznych opisów patentowych dotyczących lotnictwa wskazano różnorodność tematyki zawartej w literaturze patentowej, możliwości jej wyszukania w zbiorach Urzędu Patentowego PRL i wykorzystania dla prac własnych naukowo-badawczych lub konstrukcyjnych. (a)

12* 629.13.002 ILot
Connolly J. V.: **Obecny rozwój sposobów wytwórczości lotniczej.** „Current development of aircraft production processes”. Aircr. Engng., t. 26, Nr 307, wrzes. 54, s. 272; 30 X 24 cm, 16 str., 35 fot., 4 rys., 5 tabl., 29 poz. bibl. — Poszczególne metody wytwórcze stosowane obecnie w przemyśle lotniczym. Przegląd zagadnień. Cięcie blach: nożycami, wycinanie frezowaniem, wycinanie na prasach. Kształtowanie blach: ręczne, na krawędziarkach, rolkami, tłoczeniem, obciążaniem, obciążaniem z owijaniem; tłoczenie poduszkami: gumową i hydrauliczną. Wykonywanie integralnych pokryć: na dużych prasach, frezowaniem, kształtowaniem ich obciążaniem. Klejenie metali, konstrukcja warstwowo („sandwiczowa”). Sposoby obróbki mechanicznej: toczenie, frezowanie, wiercenie, wiercenie koordynacyjne, przeciąganie; smarowanie i chłodzenie narzędzi tnących. Odlewnictwo, metalurgia proszków, obróbka elektro-erozyjna, elektro-ścierana, elektro-chemiczna (polerowanie). Trasowanie podzespołów w skali 1:1. Oprządkowanie, oprządkowanie niemetalowe. Przyrządy kontrolne i pomiarowe. J. Luboński.

13* 629.13.002.5:621.97-42 ILot
Papen W. G.: **Zapotrzebowanie przemysłu lotniczego na duże odkwyki i profile wyciskane z metali lekkich.** „Requirements for large light-metal forgings and extrusions in the aircraft industry”. Trans. Amer. Soc. Mech. Engrs., t. 75, Nr 8, list. 53, s. 1483; A4, 8 str., 3 fot., 10 rys., 2 wykr., 4 tabl., 9 poz. bibl. — Istnieje kilka metod wykonywania konstrukcji integralnej: 1) Obróbką mechaniczną z płyt, 2) Odkwarką, 3) Walcowaniem, 4) Wyciskaniem, 5) Odlewem, 6) Kombinacją kilku ww. metod. Zalety i konieczność wykonywania konstrukcji integralnej: 1) Ograniczenie miejsca przy cienkim skrzydle o dużym obciążeniu. 2) Zmniejszenie ciężaru przez zmniejszenie ilości części i połączeń. 3) Zmniejszenie liczby źródeł ew. przeciekania paliwa nalewanego wówczas bezpośrednio do skrzydeł. 4) Zapewnienie największej gładkości aerodynamicznej, 5) Zmniejszenie ilości roboczo godzin dla wykonywania części, a w głównej mierze montażu. J. Luboński.

14* 629.135.15 ILot
Sandauer J.: **Szybowiec z ruchomymi skrzydłami.** Techn. Lotn., r. 9, Nr 5, wrzes. — paźdz. 54, s. 146; A4, 2 str., 1 fot., 3 rys., 2 wykr. — Na pokazie lotniczym w Moskwie został zademonstrowany po raz pierwszy szybowiec Kaszuk o ruchomych skrzydłach. Kaszuk bazuje na kadłubie i usterzeniu szybowca A9. Sprężyste zawieszanie skrzydeł ma na celu wykorzystywanie energii pulsacji atmosfery (podmuchów). Artykuł zawiera uzasadnienie przyrostu doskonałości szybowca przy zastosowaniu ruchomych skrzydeł. J. Sandauer.

15* 629.135.15 ILot
Brown T. A.: **Szybowiec Slingsby Typ 37.** „The Slingsby Typ 37 sailplane”. Aircr. Engng., t. 25, sierp. 54, s. 264; 24 X 30 cm, 2 str., 2 fot., 2 rys., 1 wykr. — Slingsby Typ 37 jest szybowcem o niedużej rozpiętości (13,7 m), prostym i tanim, posiadającym osiągi szybowca wyczynowego. Osiągi swe zawdzięcza zastosowaniu profilu laminarnego serii NACA. Artykuł naświetla przede wszystkim konstrukcję skrzydła od strony jej zdolności do dokładnego zachowania kształtu profilu. Z własności pilotażowych szybowca zwraca uwagę dużą prędkość kątową obrotu dokoła osi podłużnej przy stosunkowo niedużej rozpiętości lotek. J. Sandauer.

16* 629.135.15 ILot
Chrypow W.: **Jak wykonać urządzenie naziemne do szkolenia szybowcowego.** „Kak izgotowlit’ planiernyj nazienaz”. Krylja Rodiny, r. 5, Nr 10, paźdz. 54, s. 16; 2 str., 4 rys. — Szczegółowy opis wyko-

kania sposobem gospodarczym urządzenia naziemnego pozorującego warunki lotu szybowca. Zmienne warunki lotu pozoruje instruktor siedzący za uczniem. Urządzenie to okazało się w praktyce dobre. W. Narkiewicz.

17* 629.135.2 ILOt
F. G. S.: **Samolot „izokliniczny“ Sherpa Short.** „Short's aero isoclinic Sherpa“. Aeroplane, t. 85, Nr 2213, grud. 53, s. 843; A4, 4 str., 5 fot., 1 rys. — Opis samolotu doświadczalnego „Sherpa“ o skrzydło skośnym nie posiadającym usterzenia poziomego, napędzanego dwoma silnikami odrzutowymi Turbomeca Palas. Samolot ten został zbudowany w celu wypróbowania nowej konstrukcji skrzydła i nowego układu sterowania. „Izokliniczna“ konstrukcja skrzydła polega na takim umieszczeniu osi skręcen klesonu skrzydła skośnego, by przy wyginaniu się skrzydła do góry zachować niezmienną kąt natarcia. Funkcję lotek i steru wysokości spełniają końce skrzydeł mogące się obracać dookoła poprzecznej osi samolotu. R. Lewandowski.

18* 629.136.1:358.4 ILOt
Cejpa C.: **Skoki spadochronowe do wody.** „Seskoky do vody“. Křídla Vlasti, Nr 24, lit. 54, s. 569; A4, 1 str., 1 rys. — Opis przeprowadzonych w Brnie ćwiczeń skoków spadochronowych w wykonywaniu skoków do wody. Omówiono sposób zabezpieczenia sprzętu oraz ludzi po wyciągnięciu z wody, organizację pracy grup na wodzie i na brzegu, wyposażenie oraz przygotowanie skoczka, sposób wykonania samego skoku do wody. S. Madeyski.

19* 629.136.3 ILOt
Mierkułow I. A.: **Lotnictwo odrzutowe.** „Reaktivnaja awiacija“. Wsieszożn. Oszcz. po Rasprostr. Polit. i Naucz. Znaniy, Sierja 4, Nr 26, 1954; A5, 30 str., 1 fot., 9 rys., 8 poz. bibl. — Popularna broszurka, omawiająca w skrócie całokształt zagadnień lotnictwa odrzutowego. Potrzeba i korzyści napędu odrzutowego, rodzaje silników raketowych, przelotowych i turbinowych. Rodzaje i osiągnięcia samolotów odrzutowych. Jak wynika z danych broszury nauka i praktyka rosyjska wyprzedziła w tej dziedzinie Zachód — o kilkanaście, a często o kilkadziesiąt lat. W. Narkiewicz.

20* 629.138.6:373.6 ILOt
Kingham G. B., Cutler A. E.: **Lotnicze urządzenia pozorujące lot.** „Flight simulators“. J. Royal Aeronaut. Soc., t. 58, Nr 518, marz. 54, s. 153; A4, 18 str., 6 fot., 8 rys., 3 wykr., 4 tabl., 15 poz. bibl. — Urządzenia, przy pomocy których można naśladować warunki lotu i odpowiednie sytuacje pilotażowe i nawigacyjne — datują się od początków lotnictwa, jednakże dopiero w ostatnich latach nabrały wielkiego znaczenia. Szkolenie załóg przy użyciu tych urządzeń pozwala na znaczne oszczędności i zwiększa systematyczność zajęć. Ten aspekt jest omówiony na początku artykułu, następnie autor omawia poszczególne parametry określające warunki lotu i podaje odpowiednie układy elektryczne i elektronowe pozwalające na pozorowanie różnych warunków lotu. Opisano również zastosowanie różnych nowoczesnych urządzeń nawigacyjnych i łączności. R. Lewandowski.

21* 629.139.6:629.135.15 ILOt
Dabachow A.: **Nasze doświadczenia w eksploatacji wyciągarki szybowcowej.** „Nasz opyt eksploataciji motolebiedki“. Křídla Rodiny, r. 5, Nr 9, wrzes. 54, s. 7; A4, 3,5 str., 5 fot., 3 rys. — W symferypolskim aeroklubie zastosowano do szkolenia szybowcowego nader prostą wyciągarkę napędzaną tylnym kołem motocykla. Szybowce startują przy wyciągare, a linka holująca przechodzi przez błoček zamocowany na przeciwnym końcu lotniska. Ściąganie linki odbywa się również przy pomocy wyciągarki przez przerzucenie napędu na drugi bęben. J. Sandauer.

22* 629.13.012.59 ILOt
G. L.: **Kabiny ciśnieniowe.** „A túnyomásos utasfűlke“. Repüles, r. 7, Nr 13, lip. 54, s. 17; A4, 1 str., 3 rys. — Krótkie omówienie zasad działania i użytkowania urządzeń dla kabin ciśnieniowych samolotów pasażerskich wykonujących loty na dużych wysokościach. Wiadomości o klimatyzacji tych kabin. S. Madeyski.

23* 629.13.012.59 ILOt
Kacperski T.: **Niezbędne urządzenia dla lotów wysokościowych.** Skrzydła Polska, r. 10, Nr 43(173), paźdz. 54, wkładka: „Aeroklubby“, r. 1, Nr 5, s. 19; A4, 1,5 str., 5 rys., 1 wykr. — Urządzenia dla lotów wysokościowych: inhalatory tlenowe, kombinacje ciśnieniowe (skafandry), kabiny hermetyczne (uszczelnianie i ogrzewanie tych kabin). S. Madeyski.

24* 629.13.014.311:533.691 ILOt
Kształt skrzydła a rozkład wyporu. „Tvar křídla a rozloženi vztlaku“. Křídla Vlasti, Nr 24, list. 54, s. 572; A4, 1,5 str., 2 rys., 4 wykr. — Krótkie zestawienie znanych na ogół, lecz podanych w artykule w sposób bardzo przejrzysty (wykresy), zależności pomiędzy kształtem obrysów skrzydła a rozkładem wyporu wzdłuż rozpiętości. Rozpatrzone zwłaszcza skrzydła trapezowe, eliptyczne oraz o skosie do tyłu i do przodu. S. Madeyski.

25* 629.13.014.5 ILOt
Układy sterownicze serwowatorów. „Powered flying control systems“. Aeroplane, t. 87, Nr 2245, lip. 54 s. 154; A4, 8 str., 3 fot., 8 rys. — Omówienie zasad działania oraz obecnego stanu stosowania serwowatorów sterowniczych w samolotach nowoczesnych — na przykładach kilku urządzeń produkowanych w Wielkiej Brytanii. Zwroć uwagę na potrzebę „wyczuwania“ przez pilota przy stosowaniu serwowatorów — wysiłków, podobnych do reakcji na zwykłych sterownicach. S. Madeyski.

26* 629.13.015.1 ILOt
Białkowski L. S.: **Podstawowy problem geometrii podwozia (chowanego).** „The basic problem of undercarriage geometry“. Aircr. Engng., t. 25, Nr 294, sierp. 53, s. 236; 30 X 24 cm, 2,5 str., 7 rys. — Omówienie sposobu wyznaczenia osi obrotu i kolejnych położenia podwozia chowanego w przypadku, gdy koła przy ciągnięciu i wypuszczonym położeniu podwozia znajdują się w różnych płaszczyznach. Analiza jest przeprowadzona w oparciu o zasady geometrii wykreślnej. R. Lewandowski.

27* 629.13.015.16 ILOt
Prchal J.: **Samolot i narty.** „Letadio a lyže“. Křídla Vlasti, Nr 24, list. 54, s. 566; A4, 1 str., 3 rys. — Opis wykonanych, przez zespół pracowników aeroklubu organizacji Svazarm w Liberci, nart do samolotów K-68, K-74, C-104 i C-106, które umożliwiły dokonywanie lotów szkoleniowych oraz holujących w czasie śnieżnej zimy. Doświadczenia technologiczne oraz wyniki prób w locie oraz na lotnisku pokrytym śniegiem. Szkice z wymiarami nart. S. Madeyski.

28* 656.7.021 ILOt
Dobrowolski S.: **Regularność w przewozach lotniczych.** Transport, r. 4, Nr 6, czerw. 52, s. 220; A4, 2 str. — Określenie pojęcia regularności ruchu lotniczego oraz analiza przyczyn opóźnień w komunikacji lotniczej. Wskazanie środków zmierzających do podniesienia regularności ruchu. R. Lewandowski.

29* 629.135.001.572 ILOt
Bombol S.: **Budujemy rekordowy mikromodel.** Skrzydła Polska, r. 9, Nr 34, list. 53, s. 567; r. 9, Nr 35, list. 53, s. 586; A4, 3,5 str., 1 fot., 4 rys. — Szczegółowy opis budowy modelu, latającego w pomieszczeniach zamkniętych (SB-33 M), który ustanowił rekord Polski w 1953 r. Liczne szkice pomocne do wykonania oraz plan. Szereg szczegółowych informacji wykonawczych. S. Madeyski.

30* 797.55 ILOt
II. Ogólnopolskie zawody klasy mistrzowskiej o puchar „Skrzydlatej Polski“. Skrzydła Polska, r. 10, Nr 42, paźdz. 54, s. 666; A4, 2 str., 2 fot., 2 rys. — Sprawozdanie z przebiegu zawodów modeli latających, jakie odbyły się we wrześniu 1954 r. w Krośnie. Omówienie przebiegu poszczególnych konkurencji i uwagi krytyczne o organizacji zawodów. S. Madeyski.

31* 532.517.2:533.6.011.31 ILOt
Czornyj G. G.: **Laminarny przepływ gazu lub cieczy w warstwie przycięsnej z powierzchnią nieciągłości.** Izv. Akad. Nauk SSSR, Otd. techn. Nauk, nr 12, grud. 54, s. 38; B5, 29 str., 1 rys., 20 wykr., 5 tabl., 15 poz. bibl. — Przedstawiono w postaci ogólnej system równań, opisujących dwuwymiarowy przepływ laminarny w warstwie przycięsnej, wewnątrz której przebiega powierzchnia nieciągłości fizyko-chemicznych własności gazu. Efekty gradientu ciśnienia i naprężeń stycznych zostały pominięte. Przykłady ściślejszych rozwiązań układu równań, w przypadku nieobecności przepływu osrodka przez powierzchnię nieciągłości (opływ płaskiej płytki przy zasysaniu cieczy przez płytke) i w przypadku obecności takiego przepływu (kondensacja poruszającej się pary, spalanie jednorodnej mieszanki w pobliżu nagrzonej ścianki). A. Jakubowski.

32* 532.522 ILOt
Badanie struktury strumienia w jednym stopniu ejektora z izobaryczną komorą mieszaną. „Issledowanie struktury potoka w stupieni ejektora s izobariczeskim nacalnym uczastkom smieszenja“. Teploenergetika, r. 1, Nr 12, grud. 54, s. 24; A4, 9 str., 1 rys., 9 wykr., 4 tabl., 2 poz. bibl. — Dyskusja wyników badań tego typu ejektora przy różnych zakresach pracy. Otrzymano parametry granicznych zakresów pracy ejektora. W. Narkiewicz.

33* 533.6. ILOt

Graham E. W., Beane B. J., Licher R. M.: **Opór ciała o „przestrzenny rozkład grubości“ w przepływie naddźwiękowym.** „The drag of nonplanar thickness distributions in supersonic flow“. Aero. Quart., t. 6, cz. 2, maj 55, s. 99; B5, 15 str., 9 rys., 6 poz. bibl. — Azero rozważyć „przestrzenne rozkłady grubości“ (np. pocisk z krzywym ubrzechwieniem, dwupłat, skrzydło pierścieniowe i in.), autor wprowadza elementarny wir podkowy dla przedstawienia elementu objętości. Okazuje się, że optymalny rozkład takich elementów w danej przestrzeni, prowadzi do wartości minimum oporu falowego zgodnej z uzyskaną dla optymalnego kształtu ciała obrotowego Sears-Haacka. Ponadto efekty interferencji siły nośnej i siły bocznej umożliwiają zmniejszenie oporu poniżej minimum Sears-Haacka. Efekty interferencji mają miejsce w przypadku znanego dwupłata Busemanna i bezoporowego układu Ferriego złożonego z osiowosymetrycznego korpusu i zewnętrznej osłony. A. Jakubowski.

34* 533.6.071. ILOt

Jakubowski A.: **Teoretyczna sprawność dyfuzora tunelu naddźwiękowego przy uwzględnieniu warstwy powierzchniowej.** Arch. Mech. Stosowanej, t. 6, nr 3, 1954, s. 459; B5, 30 str., 4 rys., 2 wykr., 6 poz. bibl. — W odniesieniu do dyfuzora naddźwiękowego wyposażonego w długie gardło o stałym przekroju (wysokosprawnny dyfuzor tunelu naddźwiękowego), obliczono — przy kilku założeniach upraszczających — straty sprężania uderzeniowego spowodowane lepkością gazu i tarciami o ściankę przewodu na odcinku gardła. (a).

35* 533.6.011.3 ILOt

Gołubiew W. W.: **O budowie strefy zawirowania za źle opływającym ciałem.** „O strojenji sputnoj zony za płożo obtekaemym tielom“. Izv. Akad. Nauk SSSR, Otd. techn. Nauk, nr 12, grud. 54, s. 19; B5, 18 str., 4 rys., 6 wykr., 13 poz. bibl. — Celem pracy jest zbudowanie ogólnego, analitycznego modelu zjawisk zachodzących w strefie zawirowań towarzyszącej ciału opływanemu źle pod względem aerodynamicznym. Kolejno przedstawiono metodę obliczenia śladów wirowych, prędkości przepływu w przekroju poprzecznym za ciałem oraz oporu. Liczba Strouhala dla podwójnej ścieżki wirowej. Dyskusja otrzymanych wyników. A. Jakubowski.

Niniejszy Przegląd Dokumentacyjny zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu lotnictwa. Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, al. Niepodległości 188). CIDNT przyjmuje primum kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i oddzielne jej działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne. Cena karty dokumentacyjnej wynosi w primum 20 groszy. CIDNT wykonuje (za zwrotem kosztów) fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych zarówno Przeglądem Dokumentacyjnym, jak i kartami dokumentacyjnymi.

Tabela 1. Charakterystyka włókien stosowanych do wyrobów tekstylnych lotniczych.

Grupa	Podgrupa	Kodzik włókna	Krotka charakterystyka	Własności mechaniczne				Zastosowanie w lotnictwie (wg literatury)	Współczynnik tarcia	Odporność na podwyższone temperatury	Hygroskopijność %	Inne charakterystyczne własności
				Ciepota wł. 0°C/m ²	Wytrzymałość na rozciąganie kN/mm ²	Wydłużenie %	Ściągłość zrywająca km					
celulozowe	naturalne	bawełna	Włókno bawełniane składa się z włókien pokrywających ziarna rośliny zwanej bawełną. Włókno po zdjęciu z rośliny oczyszcza się za pomocą spec. maszyn. Oczyszczone włókno nazywa się przędziwem. Grubość włókien waha się od 12-14 μm. Włókno dłuższe tym cieńsze i mocniejsze. Tkaniny lotnicze wykonywane są z włókien o długości 38-40 i 42-44 mm.	1,5	35,5-79,5	6,9-9,8	24-53	Stosowane do wyrobów nici, taśm i tkanin lotniczych	0,32	W temp. 100° nie wykazuje żadnych zmian wytrzymałości i wydłużenia. W temp. 160° własności wytrzymałościowe zmniejszają się o 15-18%; w temp. 180° o 60%. Włókna palą się łatwo i szybko jasnym płomieniem bez wydzielania charakterystycznego zapachu.	3-12	Długość włókien od 10-54 mm, grubość od 12-30 μm. Działanie promieni słonecznych wywołuje obniżenie własności wytrzymałościowych
		len	Włókno lniane otrzymuje się z łodygi lnu. W tym celu ten (łodygi) moczy się w wodzie, suszy, a następnie lamie i usuwa niewłókniste części łodygi. W ten sposób otrzymuje się t. zw. len surowy który podlega dalszemu oczyszczeniu.	1,5	85,0	13-23	56,7	Stosowane do wyrobów nici, linek, taśm i tkanin lotniczych		Analogicznie jak bawełna	3-12	Włókno lniane należy do najsilniejszych, jest elastyczne, miękkie, posiada połysk, dość dobrze przenosi ciepło. Kwasy działają na len powoli ale niszcząco.
	sztuczne	Jedwab wiskozjony	Wyrobiana się z celulozy drzewnej traktując ją stężonym wodorotlenkiem sodowym i dwusiarczkim węglą. Otrzymaną w ten sposób wiskozę przeciska się przez kapilary do kąpieli z chlorku amonu w której tężeje.	1,52	67,5-81	9-17	44,4-53,2		0,43	W temp. 100+110° następuje nieznaczny spadek własności wytrzymałości. W temp. 149° ulega zniszczeniu	11,55	Oddziaływanie promieni słonecznych na własności wytrzymałości - nieznaczne. Dla obniżenia wytrzymałości potrzebna 900 godz. działania promieni słonecznych.
białkowe	naturalne	Jedwab oclanowy	Wytworza się z celulozy bawełnianej działając na nią bezwodnikiem kwasu octowego. Otrzymaną masę rozpuszcza się w acetonie a następnie przefiltrowuje przez otworki włoskowate.	1,34	do 82	6,0	61,4		0,56	W temp. 80+90° traci 2% własności wytrzymałości, w temp. 120° - 16-18%, w temp. powyżej 200° następuje częściowe zniszczenie.	4,40	nie odporny na działania zasad, nawet słabe zasady powodują zmydlenie.
		Jedwab naturalny	Najbardziej rozpowszechniona, jest wełna owcza. W lotnictwie używane jest również włosie jelenia, uzyskiwane jako produkt uboczny przy produkcji zamsku.	1,3	14-21	28,2-48,3	10,8-16,2	Stosowana do wyrobów filców, tkanin na obicia mebli i kabin samolotów, oraz na dywaniki na podłogę w kabinach. Włosie jelenia odznaczające się małym ciężarem właściwym i małą przewodnością ciepła stosowane jest do cieplnego uszczelnienia kabin.	0,11-0,14	18	Wełna jest najbardziej wrażliwym włóknom na działanie wyższej temp. W temp. 120° lekko żółknie, wydzielając amoniak. W temp. 150° rozkład następuje energiczniej, włókno spala się wolno pozostawiając czarny popioł i wydzielając charakterystyczny, won.	Wełna odznacza się wyjątkowo dużą sprężystością. Włosie jelenie odznacza się małym ciężarem właściwym i niską przewodnością, ciepłą. Odporna na działanie słabych kwasów, nie odporna na działanie zasad.
	Jedwab naturalny wełna i włosie	Otrzymywany przez rozwinięcie zaporzonych kokonów jedwabników	4,7	49,3	15,6	37,8	Stosowany do wyrobów tkanin i linek spadochronowych	0,52	W temperaturze 130° nieznacznie zmniejszają się własności wytrzymałości, w temp. 140° - żółknie, w temp. 180° - zwęglą się. Spala się podobnie jak wełna.	8,50	Współczynnik przewodnictwa cieplnego 0,0486 cal/m ² ·godz. Współczynnik rozszerzalności 7·10 ⁻⁶ dla suchego jedwabiu i 9·10 ⁻⁶ przy wilgotn. pow. 14,6%. Ciepło właściwe 0,55 kal. W stanie suchym złym przewodnikiem elektryczności. Opór elektryczny zmienia się w zależności od wilgotności: wilgotność w % opór m ² /1km 8,7 109,0 24,0 0,0006	
mieszane	naturalne	azbest	Otrzymuje się z minerałów o budowie włóknistej które pod wpływem obróbki mechanicznej rozpadają się na cienkie giętkie i elastyczne włókna. Rozróżnia się dwa zasadnicze rodzaje; chryzolit (krzemian potasu) i krokidolit (krzemian żelaza)	2,5	75-100	30-40		W lotnictwie stosowany w postaci sznurów, taśm i tkanin, na wszelkiego rodzaju uszczelki pracujące w wysokich temperaturach. Stosowany również jako wypełniacz mas plastycznych do wyrobów np. klocków hamulcowych.		W temperaturze 100° azbest traci 10% własności wytrzymałości, w temp. 200° - 35%. Azbest jest całkowicie niepalny, odporny do temp. 700-800°		Nie jest odporny na działanie kwasów - rozkłada się nawet w słabych kwasach.
	sztuczne	włókna szklane	Produkcja włókien szklanych opiera się na właściwości rozciągania się rozmiękczonego szkła w cienkie włókna. W zależności od grubości włókna rozróżnia się: 1) grubą, kruchą i kłującą watę szklaną o średnicy włókien ~17 μm. 2) włókna szklane na maty izolacyjne o średnicy 12-14 μm. 3) włókna szklane na tkaniny i taśmy o średnicy 5 μm. Włókna mogą być wykonane ze zwykłego szkła krzemowego lub z innych szkieł specjalnych odznaczających się specjalnymi własnościami.	2,5	140-160	2-3	56-84	Stosowane do wyrobów mat izolacyjnych, tkanin i taśm oraz stosowane w postaci waty szklanej.		W temperaturze 320° nie wykazuje obniżenia wytrzymałości. W temp. 420° wytrzymałość zmniejsza się o ~50%. Odporność na podwyższone temp. zależna jest od składu chemicznego szkła z którego wykonano włókna. Włókna są niepalne.	0,22	Włókna z kwarcu i szkła odznaczają się doskonałą sprężystością. Stwierdzono zwiększenie się wydłużenia i modułu sprężystości wraz ze zmniejszeniem się średnicy włókien. Kruchłość włókien wzrasta ze wzrostem grubości. Napięcie przebicia elektrycznego izolacji z włókien szklanych jest równe napięciu przebicia powietrza. Wpływ średnicy włókna i składu chemicznego na wytrzymałość przedstawiono na wykresie.
syntetyczne	typu kapron		Włókna otrzymuje się ze smoły którą podgrzewa się do temperatury 260+270° a następnie wyciska przez otworki o średnicy 0,25 mm. Otrzymane w ten sposób nitki wydłuża się o około 500% i otrzymuje się cienkie włókna o średnicy 8 μm.	1,14	do 82	20	71,8	Do wyrobów tkanin spadochronowych, taśm oraz do wyrobów kordu do opon lotniczych.	0,47	Krótkotrwałe podgrzewania do temperatury 200° kapron znosi doskonale, jednakże nagrzewanie w ciągu 1 godz. w temperaturze 120° zmniejsza wytrzymałość o 7,5%, nagrzewanie w ciągu 3 godz. - o 19%. Spala się powoli.	1-3	Pełna absorpcja wody 7,8% Wilgotność - 4,1% - w powietrzu o temp. 18° i wilgotności względnej 65%.

* Stosunek wytrzymałości na rozciąganie do ciężaru właściwego

