

3

TECHNIKA LOTNICZA

**DWUMIESIĘCZNIK SEKCJI LOTNICZEJ STOWARZYSZENIA
INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH**

MAJ • 1959 • CZERWIEC

TREŚĆ ZESZYTU

nych dźwigarów skrzynkowych	65
C. LICHODZIEJEWSKI: Zasady radiotelemetrii	65
Przy rysownicy D. PANCZOWSKI: Projektowanie drewnia-	74
W. SOŁTYK — Zbiorniki integralne	83
Ludzie i zdarzenia — ST. MADEYSKI: Polskie badania oświe- inż. i Czarnego i mgr inż. S. Sulikowskiego do artykułu tlenia Kabin samolotów sprzed wojny Kształt i wielkość cyfr oraz znaków skal przyrządów Normalizacja w lotnictwie — H. GONSTOŁ: W sprawie uwag pomiarowych	86
Przeglądamy usprawnienia	88
Skrzynka techniczna: S. M.: Errata do zeszytu nr 1/59	91
Na półkach księgarskich	93
Przegląd dokumentacyjny lotnictwa	94
Pomoce Konstruktorskie — A. WOJCIŃSKI: Obróbka pla- styczna na zimno blaszanych elementów konstrukcji lot- niczych. Część II.	95
	okład- ki II. III, IV

Pomoce Konstruktorskie „Techniki Lotniczej”

Obróbka plastyczna na zimno blaszanych elementów konstrukcji lotniczych. Część II

Zebrał i opracował inż. Alfons Wojciński

C3 Wielkości współczynników przejść podczas głębokiego tłoczenia

Produkcja maseczek	Material	Najmniejszy współczynnik ciągu dla					
		przez 2 przejścia			następnych m = d, 1/3		
		węcej niż 2 przejścia	węcej niż 2 przejścia	bez przytrzymań	węcej niż 2 przejścia	węcej niż 2 przejścia	węcej niż 2 przejścia
A cylindrycznych	blacha stalowa do tłoczenia	0,55	0,56	0,63	0,65	0,94	0,91
	blacha stalowa głębokotłoczna	0,56	0,56	0,80	0,83	0,94	0,91
	mosiądz	0,50	0,52	0,80	0,83	0,94	0,91
	miedź	0,50	0,52	0,80	0,83	0,94	0,91
	aluminium	0,55-0,60	0,60-0,55	0,80	0,63	0,94	0,91
B prostopadłych	skóra	0,40	0,45	-	-	-	-
	blacha stalowa	0,25-0,40	0,35-0,55	-	-	-	-
	blacha stalowa głębokotłoczna	0,25-0,40	0,35-0,55	-	-	-	-
	mosiądz	0,20-0,30	0,30-0,42	-	-	-	-
	miedź	0,20-0,30	0,30-0,42	-	-	-	-

C6 Wielkości luzów podczas głębokich ciągnów

Material	Luz Δc mm		z przecięciem ścianki
	głębokość	matryca	
Aluminium 195 (15mm)	9	9	-
195 (5mm)	1,59	9	-
Braz aluminium	1,29	9	-
Mosiądz	1,059	9	-
Bl. stal głębokotłoczna	1,209	9	-
Cynk	1,309	1,19	0,89

C7 Liczba obrotów podczas wyoblania na wyoblance (rolkami)

Srednica wyoblania mm	Obrotki n/mm	blacha stalowa
15	2000	1800
25	1500	1200
40	1000	800
50	750	600
60	600	400

Objasnienia: D - średnica krążka, d - średnica ciągu, m - współczynnik ciągnięcia. Przykład: dla D=100mm i a=50mm, m=a/D=0,5 według tabeli liczba przejść powinna być większa od 2

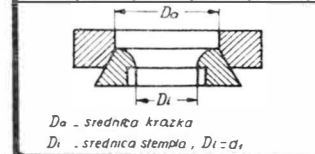


C4 Dopuszczalne naciski jednostkowe przytrzymań

Material	p, kg/cm²
Stopy aluminium: AlCu, AlCuMg, AlMg, AlMgSi	15
Aluminium	12
Blacha z miedzi	20
Blacha mosiężna miękka	20
Blacha mosiężna twarda	24
Blacha stalowa głębokotłoczna	25
Braz walcowany	25

C5 Promienie zaokrążeń r (pierścieni ciągowych)

2(a-d)	Grubość blachy g mm											
	0,20	0,25	0,30	0,50	0,60	0,75	0,80	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
10	0,75	0,85	1,00	1,15	1,25	1,40	1,50	1,80	2,10	2,40	2,80	3,00
20	1,20	1,25	1,40	1,60	1,80	2,00	2,10	2,40	2,70	3,30	3,70	4,10
30	1,50	1,70	1,80	2,10	2,30	2,50	2,60	3,00	3,40	4,20	4,70	5,20
40	1,80	2,00	2,20	2,50	2,80	3,00	3,10	3,50	4,00	4,80	5,50	6,00
50	2,00	2,25	2,50	2,80	3,10	3,40	3,50	4,20	4,60	5,50	6,20	6,80
60	2,25	2,50	2,75	3,20	3,50	3,80	4,00	4,40	5,20	6,20	6,80	7,20
80	2,50	2,75	3,00	3,70	4,00	4,40	4,60	5,10	6,00	7,25	8,00	9,00
100	2,75	3,00	3,25	4,00	4,50	4,80	5,20	5,70	6,80	8,20	9,00	10,00
120	2,90	3,20	3,50	4,40	4,80	5,30	5,60	6,25	7,30	9,00	9,80	11,00
140	3,00	3,40	3,70	4,70	5,20	5,75	6,00	6,70	7,80	9,70	10,60	11,80
160	3,10	3,55	3,80	5,00	5,50	6,00	6,40	7,00	8,25	10,25	11,30	12,50
180	3,30	3,70	4,10	5,30	5,80	6,40	6,70	7,40	8,70	10,80	12,00	13,25
200	3,50	3,95	4,40	5,50	6,20	6,70	7,10	7,80	9,00	11,30	12,60	14,00
250	3,90	4,40	4,90	6,30	6,90	7,70	8,10	8,80	11,10	13,50	14,30	15,80
300	4,30	4,80	5,30	7,00	7,70	8,60	9,00	9,80	12,20	14,30	15,80	17,50



Uwagi: 1. Wielkości podane w tabeli są stosowane dla aluminium, mosiądzu i miedzi. 2. Dla blach stalowych wielkości i należy podwoić. 3. Promień zaokrążenia stempla jest dwukrotnie większy od promienia pierścienia ciągowego.

C8 Zmiana grubości podczas ciągnów z przecięciem ścianki

grubość blachy g mm	Grubość g, mm po pojedynczych ciągnach									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,5	0,37	0,23	0,18	0,13						
1,0	0,75	0,42	0,30	0,25	0,17					
1,5	1,12	0,79	0,59	0,39	0,27	0,19				
2,0	1,50	1,05	0,74	0,52	0,35	0,25	0,17			
2,5	1,87	1,31	0,92	0,68	0,45	0,31	0,22	0,14		
3,0	2,25	1,58	1,11	0,78	0,50	0,33	0,26	0,18	0,13	
4,0	3,00	2,10	1,50	1,05	0,74	0,42	0,36	0,25	0,17	0,12
4,5	3,37	2,36	1,65	1,16	0,78	0,55	0,38	0,27	0,18	0,13
5,0	3,75	2,62	1,83	1,31	0,92	0,64	0,45	0,31	0,22	0,14

C9 Obliczenie materiału krążków

Kształt przedmiotu	Srednica krążka	Kształt przedmiotu	Srednica krążka
	$Vd^2 + 4sh$		$Vd_0^2 + 4(h^2 + d_0h)$
	$Vd_0^2 + 4dh$		$Vd^2 + 4h^2 + 2f(d-d_0)$
	$Vd_0^2 + 4(f(d_0) + h^2 + h_0^2)$		$Vd^2 + 4(h^2 + d_0h + f(d-d_0))$
	$Vd_0^2 + 2f(d_0h) + 4d_0h_0^2$		$Vd_0^2 + 2h^2 + 2d_0h + d_0^2$
	$Vd^2 + 2f(d-d_0) + 4d_0h_0^2$		$Vd_0^2 + 4h^2 + 2d_0h + d_0^2$
	$Vd^2 + 2f(d-d_0) + 4d_0h_0^2$		$Vd^2 + 2d_0^2 + 1,414d$
	$Vd^2 + 4d_0h + 2f(d-d_0)$		$Vd^2 + d_0^2$
	$Vd_0^2 + 4(d_0h + d_0h_0) + 2f(d_0-d_0)$		$Vd^2 + f(d-d_0)$
	$Vd^2 + 4h^2$		$Vd^2 + 2d_0h$
	$Vd_0^2 + 4h^2$		$Vd^2 + d_0^2 + 4d_0h$
	$Vd^2 + 4(h^2 + d_0h)$		$Vd^2 + 2d_0h + f(d-d_0)$

Technika Lotnicza, Pomoce Konstrukcyjne, 71-39, 02 str. II

СОДЕРЖАНИЕ

C. LICHODZIEJEWSKI: Принципы радиотелеметрии	Стр. 65
D. PANCZOWSKI: Проектирование деревянных коробчатых лонжеронов крыла	74
W. SOŁTYK: Интегральные баки	83
Люди и события — ST. MADEYSKI: Польские исследования освещения кабин четверть века тому назад	86
Нормализация в авиации — H. GONSTOL: По вопросу примечаний инженеров J. CZARNY, S. SULIKOWSKI к статье: „Формы и размеры цифр и знаков на циферблатах измерительных приборов”	88
Обзор новаторских предложений	91
Технический почтовый ящик — S. M.: опечатки в № 1/59 нашего журнала	93
На книжных полках	94
Документальный обзор авиации	95
Конструкторские пособия — A. WOJCIŃSKI: Холодная штамповка жестяных авиационных деталей. II, III и IV — обложки	

CONTENTS

C. LICHODZIEJEWSKI: Principles of radiotelemetry	Page 65
At the Drawing Board — D. PANCZOWSKI: Design of wooden wing spar boxes	74
W. SOŁTYK: Integral tanks	83
Men and Events — ST. MADEYSKI: Polish research of aircraft cockpit lighting twenty five years ago	86
Standards in Aviation — H. GONSTOL: Remarks concerning the notices of J. Czarny and S. Sulikowski to the paper „The shape and the size of numbers and signs on measuring instruments dials”	88
Review of Rationalization Projects	91
Technical Letter-Box — S. M. Erratum to 1/59 copy	93
On Booksellers Shelves	94
Aviation Documentation Review	95
Designer's Data Sheets — A. WOJCIŃSKI: Cold forming of aircraft sheet metal details	on cover II, III, IV

TECHNIKA LOTNICZA — Dwumiesięcznik Sekcji Lotniczej Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Mechaników Polskich
 Wydawnictwa Czasopism Technicznych NOT. Redaguje Komitet Redakcyjny w składzie: Redaktor naczelny — mgr inż. Jan Paczowski. Redaktorzy działowi — mgr inż. St. Lassota, mgr inż. R. Lewandowski, mgr inż. St. Madeyski.
 Redaktor techniczny: Mieczysław Dołowy, Sekretarz redakcji: Jarosława Berzyńska
 Adres Redakcji: Warszawa 10, Nowowiejska 24. Redaktor naczelny przyjmuje we wtorki i piątki godz. 18-19.
 Adres Administracji: Administracja Czasopism Technicznych NOT, Warszawa, ulica Mickiewicza 18, tel. 33-11-72 i 33-01-11
 Cena pojedynczego zeszytu zł 12.— Prenumerata roczna zł 72.— Półroczna zł 36.—



Mgr inż. CEZARY LICHODZIEJEWSKI

Zasady radiotelemetrii

Artykuł precyzuje istotę telemetrii oraz wyjaśnia pojęcie radiotelemetrii. Następnie w sposób poglądowy przeprowadza ogólną analizę systemów, zakresów częstotliwości pracy urządzeń radiotelemetrycznych oraz porównuje kilka z istniejących systemów. W związku z coraz liczniejszym zastosowaniem bezpilotowych samolotów, statków kosmicznych oraz zdalnie kierowanych pocisków zagadnienia telemetrii stają się jedną z podstawowych gałęzi wiedzy i techniki lotniczej.

WPROWADZENIE

Nie można mówić o radiotelemetrii, dopóki nie wspomni się o znaczeniu słowa telemetria, które określa młodą stosunkowo dziedzinę techniki mającą swe początki w latach dwudziestych i trzydziestych naszego stulecia.

Telemetria, wyraz pochodzenia greckiego, dosłownie oznacza mierzenie na odległość — lub inaczej mówiąc — przekazywanie i odtwarzanie wartości wielkości mierzonej na odległość.

Głównym zadaniem telemetrii jest przekazywanie na odległość w sposób mniej lub więcej ciągle przebiegów wielkości zmiennych w czasie oraz odnotowywanie wartości tych wielkości na stacji odbiorczej w formie wyraźnie określonej i zrozumiałej (np. przesunięcia części ruchomej przyrządu). Pod pojęciem telemetrii nie należy jednak rozumieć takiego przekazywania wartości wielkości kontrolowanej na odległość, które może być osiągnięte tylko przez zwykłe przedłużenie przewodów połączeniowych do przyrządu wskazującego. Jako telemetrię we właściwym znaczeniu przyjęto uważać tylko takie przekazywanie wartości wielkości kontrolowanych na odległość, które polega na przekształcaniu wielkości kontrolowanej na inną wielkość pomocniczą w celu dalszego jej przekazywania.

Na podstawie powyższego można ustalić ogólną definicję, według której istotą telemetrii jest przekazywanie i odtwarzanie na odległość wartości wielkości kontrolowanej za pomocą elektrycznej wielkości pomocniczej, nie występującej w procesach normalnych oraz przy użyciu dodatkowych urządzeń, niekoniecznych do samego tylko kontrolowania.

Technika telemetryczna odbiega od zwykłych metod miernictwa elektrycznego, natomiast w pewnym stopniu ząbia się z zagadnieniami teletransmisji i telemechaniki. Dlatego też nie może ona być traktowana jako jedna z gałęzi miernictwa elektrycznego, lecz jako odrębna dziedzina techniki telekomunikacyjnej. Pod względem przeznaczenia telemetria wchodzi w zakres telekomunikacji zbiorczej, której celem jest otrzymywanie w danym punkcie wiadomości wysyłanych z jednego lub wielu punktów rozmieszczonych na pewnym obszarze lub znajdujących się w ruchu.

TELEMETRIA I RADIOTELEMETRIA

Szersze zastosowanie telemetrii w Europie rozpoczęło się dopiero ok. 1930 r. Dzięki szybkiemu rozwojowi tej stosunkowo młodej gałęzi techniki wiele spośród wcześniejszych urządzeń telemetrycznych jest już obecnie przestarzałych. Urządzenia te są stopniowo usuwane i zamieniane na nowsze o większej dokładności i niezawodności działania.

Przedmiotem pierwszych badań i pomiarów telemetrii była energetyka oraz kolejnictwo i procesy przemysłowe. Obecnie telemetria posiada już szereg najróżnorodniejszych klasyfikacji z różnego punktu widzenia. Nie jest to jednak tematem tego artykułu i wspomnę jedynie o podziale zasadniczym i najogólniejszym, w którym radiotelemetria jest szerszym rozwinięciem danej grupy i w efekcie doczekała się całkowitego oddzielenia.

Pojęcie odległości zawarte w słowie „telemetria” jest w zasadzie względne. Istnieje np. wiele systemów telemetrycz-

nych stosowanych do pomiarów miejscowych, w których odległość przesyłania sygnałów jest znikomo mała. Istnieją również systemy telemetryczne o praktycznie nieograniczonym zasięgu. Odległość przekazywania wartości wielkości mierzonych ma decydujący wpływ na technikę telemetryczną.

Odmierna budowa łączy¹⁾ telemetrycznych oraz odmienny sposób przekazywania sygnałów zawierających informację na bliskie i na dalekie odległości powodują wyraźny podział systemów telemetrycznych na systemy telemetrii bliskosiężnej i na systemy telemetrii dalekosiężnej.

W każdym razie zarówno przy pomiarach na niewielkie, jak i na znaczne odległości nawet stosunkowo duże zmiany własności łączy telemetrycznych nie powinny wpływać na wyniki wartości wielkości mierzonych.

Specyficzną cechą telemetrii bliskosiężnej jest stosowanie urządzeń dodatkowych (po stronie nadawczej i odbiorczej) w celu zmniejszenia błędów telemetrycznych, zależnych od własności łączy. Sygnały telemetryczne przesyłane są tu drogą przewodową w postaci prądu stałego lub zmiennego o częstotliwości przemysłowej.

W telemetrii dalekosiężnej przy pomiarach na znaczne odległości na pierwszy plan wysuwa się zagadnienie przekazywania wartości wielkości mierzonych z możliwie dużą dokładnością, niezależnie od własności łączy oraz zagadnienie najekonomiczniejszego (wielokrotnego) wykorzystania torów dalekosiężnych. W związku z tym zachodzi potrzeba stosowania wielkości pomocniczych zupełnie innych niż w systemach bliskosiężnych, za pomocą znacznie bardziej złożonych metod przekształcania niż w telemetrii bliskosiężnej.

Istnieją również inne podziały systemów telemetrycznych spotykane w literaturze technicznej, uzależniane np. od rodzaju wielkości pomocniczych. Takie jednak podziały w praktyce okazały się niedogodne, ze względu na ich charakter nie związany z budową urządzeń i łączy oraz trudności ustalenia wyraźnych granic podziału. Słuszny jest natomiast podział systemów telemetrycznych na podstawie charakteru łączy telemetrycznych. Oczywiście, liczba otrzymanych drogą takiego podziału dwóch systemów: bliskosiężnego i dalekosiężnego jest niewystarczająca i dlatego systemy te muszą ulec dalszemu różniczkowaniu.

Punktem zwrotnym w rozwoju telemetrii stało się użycie łączy radiowego do przesyłania wartości wielkości mierzonej. Ten na pozór niewiele znaczący fakt rewolucjonizował w dużym stopniu znaczenie telemetrii, która przestała być zależna od torów kablowych łączy telemetrii blisko- i dalekosiężnej. Odtąd wzajemne położenie stanowisk: pomiarowego i kontrolnego może się zmieniać praktycznie bez ograniczeń bez wpływu na charakter łączy i jakość informacji telemetrycznej. Powstał w ten sposób nowy typ telemetrii mający szereg swoich systemów i zwany ogólnie radiotelemetrią.

¹⁾ Łączem nazywa się zespół urządzeń pozwalających na przeniesienie informacji do odległego punktu.

Pierwszym ważnym zadaniem radiotelemetrii była meteorologia. Jednakże już około 1940 roku poczyniono szereg wstępnych prób mających na celu rozwinięcie radiotelemetrii w zastosowaniu do pomiarów samolotów w locie. Nie dało to spodziewanych rezultatów i dopiero z chwilą powstania lotniczych urządzeń bezpilotowych oraz rakiet i pocisków sterowanych nastąpił niemal lawinowy rozwój radiotelemetrii. Właśnie z badaniem tej zupełnie nowej gałęzi techniki lotniczej radiotelemetria związała się ostatecznie i nierozdzielnie. Momentem przełomowym w jej znaczeniu było wykonanie V-2, którego badaniom towarzyszyła od początku do końca. Obecnie technika telemetryczna używana jest również w szeregu innych badań naukowych. Stosuje się ją również przy kontroli rurociągów, sterowaniu elektrowniami, maszynami i całymi fabrykami oraz przy pomiarach mocy i konserwacji urządzeń. Łąca radiowe zaś odgrywają stale rosnącą rolę. Dzisiaj radiotelemetria jest jedną z głównych metod badań rakiet w locie począwszy od pomiaru prędkości, ciśnień, przyspieszeń oraz naprężeń dających wytyczne do prawidłowego rozwiązania konstrukcji rakiet i jej elementów nośnych. Aczkolwiek nie do wszystkich pomiarów słuszne jest jej zastosowanie, radiotelemetria oddaje nie mniejsze usługi przy sprawdzaniu i wykrywaniu tych parametrów aerodynamicznych danej rakiety czy modelu bezpilotowego, które nie są możliwe do wykrycia zwykłymi metodami w tunelach aerodynamicznych. W końcu jest ona niezastąpiona przy badaniach górnych warstw atmosfery. Ten szeroki zakres zastosowań oraz konieczność przeprowadzenia wszechstronnych badań zwiększają stale wymagania dotyczące przesyłanych jednocześnie parametrów, a więc kanałów pomiarowych łączy radiowych.

W związku ze wszystkimi tymi zadaniami rozwój jej poszedł w trzech zasadniczych kierunkach:

1. Ze względu na różnorodność mierzonych parametrów — w kierunku opracowywania metod pomiaru tych wielkości oraz zagadnienia czujników.

2. W kierunku konstruowania urządzeń lub łączy oraz zwielokrotniania liczby kanałów pomiarowych, a więc w sensie ogólnym opracowywania całych systemów radiotelemetrycznych.

3. W kierunku opracowywania urządzeń rejestrujących oraz rozszyfrowujących dane.

W dalszym ciągu tego artykułu zajmować się będę kierunkiem wyłączone drugim. Urządzenia obejmujące to zagadnienie decydują najczęściej o jakości i charakterze systemów telemetrycznych, wyznaczają całkowitą wielkość urządzenia, pewność jego działania, dokładność oraz przydatność do danych celów. Cała odrębność radiotelemetrii polega przecież na charakterze jej łączy między pomiarem i rejestracją, dlatego też przy omawianiu zasad radiotelemetrii to zagadnienie staje się decydujące. Pozostałym zagadnieniom będącym również częścią składową radiotelemetrii, a łączącym się w pierwszym rzędzie z jej zastosowaniem, poświęcone będą następne artykuły.

OGÓLNA ANALIZA SYSTEMÓW RADIOTELEMTRYCZNYCH

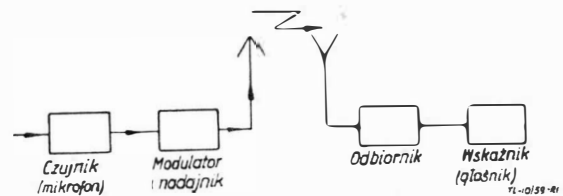
W wyniku różnych wymagań dotyczących przesyłanych drogą łączy telemetrycznych pomiarów i danych oraz różnorodności parametrów badanych i cech charakterystycznych przedmiotów, na których zainstalowuje się urządzenia telemetryczne, opracowano wiele systemów telemetrycznych. Systemy te wykrystalizowały się w wyniku olbrzymiego wysiłku twórczego inżynierów i konstruktorów nad opracowaniem kilkuset najróżniejszych, niezależnych od siebie urządzeń. Wielotorowe, nie skoordynowane i nie kontrolowane badania wielu użytkowników telemetrii spowodowały, że dziś istnieją duże różnice między metodami zwielokrotniania modulacji i rozdzielania poszczególnych kanałów. Modulacja amplitudy, modulacja fazy, modulacja położenia impulsu, modulacja szerokości impulsu, komutacja mechaniczna i zwielokrotnienie elektroniczne stosowane w różnych zestawieniach dają w wyniku wiele różnorodnych rozwiązań.

W celach oszczędnościowych i dla uzgodnienia eksploatacji zaczęto wreszcie przeprowadzać klasyfikację i normalizację radiotelemetrii, co przyczyniło się do uporządkowania i wyjaśnienia tej dziedziny, nie zamykając drogi do dalszych jej badań i doskonalenia. Normalizacja początkowo poszła raczej w kierunku ściślejszego określenia wymaganych cha-

rakterystyk i parametrów, niż standaryzacji układów. Stwierdzono bowiem, że jeden znormalizowany typ urządzenia radiotelemetrycznego nie spełni wszystkich potrzeb, szczególnie zaś gdy dotyczy to bardzo różnorodnych badań rakiet i pocisków kierowanych.

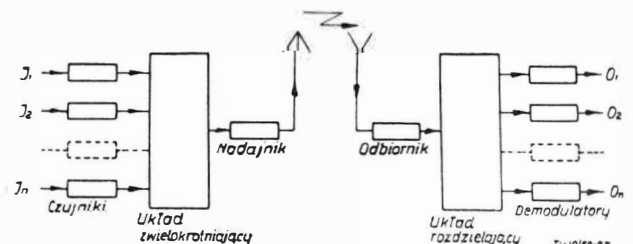
Zanim podejmie się jakąkolwiek decyzję w stosunku do wyboru najodpowiedniejszego łąca systemu radiotelemetrycznego konieczne jest poznanie typowych cech takich urządzeń. Dopiero wtedy, mając na względzie dany program badań w locie, można dyskutować o słuszności takiego czy innego wyboru. Ogólnie biorąc, charakterystyki szeregu urządzeń danego systemu są bardzo zbliżone do siebie i dlatego można dyskutować na temat rozwiązań, nie wnikając w szczególności układowe czy konstrukcyjne. Oczywiście zaprojektowanie urządzenia o specjalnych wymaganiach musi być dodatkowo dokładnie rozważane z szczegółową analizą metod badań, ich przeznaczenia i dokładności oraz znajomości przedmiotu, lecz to leży daleko poza zakresem tego artykułu.

Podstawowe procesy włączone do przekazywania oraz przyjmowania sygnałów telemetrycznych są w zasadzie te same, jakie zachodzą w radiokomunikacji przy transmisji informacji radiowej. Zazwyczaj transmisja informacji drogą radiową odbywa się przez modulację wprost częstotliwościami akustycznymi nośnej²⁾ częstotliwości radiowej, jak



Rys. 1. Ogólny schemat blokowy łąca radiowego

pokazuje rys. 1. Liczba informacji nadawanych tutaj ograniczona jest do jednego tylko kanału. Wzrost liczby kanałów informacyjnych można otrzymać dzięki ich zwielokrotnianiu metodą podziału częstotliwości lub podziału czasu. Najogólniejszy schemat blokowy takiego urządzenia przedstawia rys. 2. Dzięki stosowaniu takich metod zwielokrotniania możliwe jest przekazywanie znacznie więcej informacji przy zajęciu danego widma częstotliwości radiowej, mimo że szerokość pasma zajmowanego przez nadajnik nieco wzrasta.



Rys. 2. Schemat blokowy wielokanałowego łąca radiowego

Przy normalnej transmisji radiowej nie potrzeba do odzwierciedlenia informacji w odbiorniku przesyłać jej z b. dużą precyzją. Wszystkie natomiast systemy radiotelemetryczne są tak projektowane, aby umożliwiły przeprowadzanie pomiarów, a następnie ich rejestrowania w stacjach naziemnych z dużą dokładnością. Zachodzi więc konieczność zamiany sygnałów wejściowych w formę, która pozostanie nietknięta mimo małej wierności ich przesyłania przez łąca radiowe. Z tych właśnie względów jedynie udane są systemy radiotelemetryczne, które nie nadają wprost amplitudy napięć jako sygnałów informacyjnych, lecz zamieniają je na częstotliwość, fazę lub szerokość czy położenie impulsu. Gdy to zostaje osiągnięte łąca radiowe służy jedynie jako nośnik zakodowanej informacji i normalne bolączki transmisji częstotliwości radiowej, takie jak szumy, zakłócenia atmosferyczne oraz zjawiska zaników, nie stanowią poważniejszych kłopotów. Taka metoda szyfrowania pomiarów jest również bardzo wygodna z punktu widzenia szeregu urządzeń rej-

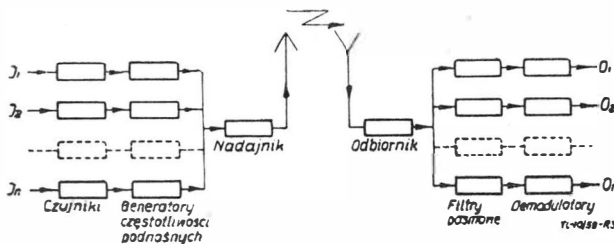
²⁾ Nośną nazywamy radiową częstotliwość służącą do przenoszenia informacji na odległość.

strujących (np. taśma magnetyczna), których słaba dla pomiarów wierność odtwarzania tutaj nie przeszkadza dokładnie zapisowi.

Olbrymia większość, a nawet można powiedzieć prawie wszystkie systemy radiotelemetryczne odpowiadają głównym dwóm układom systemów wielokrotnych: a) z podziałem częstotliwości i b) z podziałem czasu. Pozostałe grupy to c) systemy mieszane i d) systemy kodowe. Stanowią one jednak jedynie pewne rozbudowanie i kombinacje układów poprzednich, toteż często charakteryzowane są jako pewna klasa systemu z podziałem częstotliwości lub z podziałem czasu.

Systemy telemetryczne z podziałem częstotliwości

Ogólny schemat blokowy takiego systemu pokazany jest na rys. 3. Jedna radiowa częstotliwość nośna jest tu modulowana wieloma częstotliwościami podnośnymi³⁾, których częstotliwości dobierane są odpowiednio w zakresie od kilkuset Hz do kilkudziesięciu tysięcy Hz. Częstotliwości podnośne modulowane są z kolei sygnałem z czujników i magazynują w sobie informacje, aby później przemieścić je za pomocą radiowej częstotliwości nośnej do stacji odbierającej. Każda częstotliwość podnośna musi być odpowiednio większa od najwyższej częstotliwości sygnału informacji wywołującego modulację tej podnośnej. Poza tym częstotliwość każdej podnośnej musi odpowiednio różnić się od częstotliwości innych podnośnych, aby w stacji odbiorczej mogły być łatwo i skutecznie wydzielane.



Rys. 3. Ogólny schemat blokowy systemu radiotelemetrycznego z podziałem częstotliwości

Rys. 3 obrazuje dosyć znamiennej cechę tego systemu. Podnośne zawierające informację wydzielane są z częstotliwości nośnej za pomocą pewnej liczby filtrów pasmowych w ten sposób, że każdy filtr przeznaczony jest dla wybrania tylko jednej podnośnej. Po detekcji zaś podnośnych, typowej zresztą dla radiokomunikacji, sygnały ciągłe na wyjściu odbiornika są identyczne z sygnałami przychodzącymi z czujników na wejście nadajnika. Nie jest to możliwe do osiągnięcia w systemach będących przedmiotem dalszej części artykułu.

Zasadniczy system zwielokrotniania liczby kanałów przez podział częstotliwości może jeszcze być podzielony na szereg odrębnych wariantów sklasyfikowanych z punktu widzenia typu modulacji stosowanych do radiowej częstotliwości nośnej i do podnośnych. Kilka z nich dla przykładu i lepszej orientacji omówię pokrótce niżej.

AM — FM⁴⁾. Najwcześniejszym układem systemu z podziałem częstotliwości było urządzenie wykorzystujące modulację amplitudy (AM) dla podnośnych, natomiast radiową częstotliwość nośną modulowano w częstotliwości (FM). Urządzenie to powstało w wyniku próby zastosowania opracowanego łącza przewodowego służącego telemetrii systemów naziemnych. W miejsce wzmacniacza częstotliwości nośnej umieszczono łącze radiowe. Zbudowany układ nie spełnił pokładanych w nim nadziei wskutek niekorzystnych warunków pracy dla łącza radiowego. Chociaż FM w radiu i dla celów telekomunikacji jest typem modulacji o dużej wierności odtwarzania, to jednak dla uzyskania możliwości przekazywania informacji telemetrycznej z wystarczającą dokładnością, wymaga spełnienia szeregu dodatkowych ograniczeń dotyczących amplitud generatorów podnośnych. Zadośćuczynienie tym wymogom jest utrudnione w warunkach badań w locie.

FM — AM; FM — FM⁵⁾. Następne serie urządzeń radio-telemetrycznych pracujących w systemie z podziałem częstotliwości używały i używają modulacji częstotliwości dla podnośnych, przetwarzając wprost sygnały informacji telemetrycznych na zmiany częstotliwości. Obecnie prawie wszystkie z istniejących urządzeń stosują tego typu modulacje. Pewna część z nich wykorzystuje modulację amplitudy dla częstotliwości nośnej, jednakże znaczną większość moduluje nośną również w częstotliwości. Obie metody modulacji częstotliwości radiowej są właściwe, a wybór którejkolwiek z nich zależy w zasadzie w pierwszym rzędzie od możliwości i wymagań danego przeznaczenia.

Urządzenia systemu z podziałem częstotliwości posiadają podobne cechy charakterystyczne. Oto ich wykaz mający zastosowanie do wszystkich urządzeń tego typu.

1. System ten posiada zaledwie kilka kanałów pomiarowych przy jednej częstotliwości nośnej, telemetryczny system FM — FM został obecnie znormalizowany w zastosowaniach do badania rakiet w Stanach Zjednoczonych i posiada 18 użytkowych częstotliwości podnośnych (patrz tabela 1). Kilka z używanych i oblatywanych obecnie urządzeń stosujących się do tego znormalizowanego układu częstotliwości podnośnych wykorzystuje nawet 12—14 podnośnych jednocześnie. Nastręcza to jednak bardzo duże trudności z ich wybraniem w części odbiorczej i wymaga stosowania skomplikowanych i kłopotliwych filtrów. Zwykle w przypadku zastosowania systemu FM — FM z koniecznością użycia b. dużej liczby kanałów pomiarowych przeprowadza się dodatkową komutację podnośnych (patrz systemy mieszane) lub dodaje się nadajniki o innych radiowych częstotliwościach nośnych.

Tabela 1 Znormalizowane pasma częstotliwości podnośnych

Pasma	Środkowa częstotliwość F ₀ Hz	Dewiacja częstotliwości ΔF ₀ %	Dolna granica pasma Hz	Gorna granica pasma Hz	Charakterystyka częstotliwości	
					β = 5	β = 1
1 ^v	400	± 7,5	370	430	6	30
2 ^v	560	"	518	602	8	42
3	730	"	675	785	11	55
4	960	"	888	1022	14	72
5	1300	"	1202	1398	20	98
6	1700	"	1572	1828	25	128
7	2300	"	2127	2473	35	173
8	3000	"	2775	3225	45	225
9	3900	"	3607	4193	60	293
10	5400	"	4995	5805	80	405
11	7350	"	6799	7901	110	551
12	10500	"	9712	11288	160	788
13	14500	"	13412	15588	220	1088
14	22000	"	20350	23650	330	1650
15	30000	"	27750	32250	450	2250
16	40000	"	37000	43000	600	3000
17	52500	"	48560	56440	790	3940
18	70000	± 7,5	64750	75250	1050	5250
A ^v	22000	± 15	18700	25300	660	3300
B	30000	"	25500	34500	900	4500
C	40000	"	34000	46000	1200	6000
D	52500	"	44620	60380	1600	7880
E	70000	± 15	59500	80500	2100	10500

1) Kanały 1, 16, 17, 18 są kanałami dodatkowymi
 2) Kanały od 2 do 15 to kanały najczęściej stosowane
 3) Przy wykorzystaniu pasm od A-E pasma wyszczególnione w tabeli muszą być omi-niete. Poza tym dwa sąsiednie (i wyżej wymienionych) szerokich pasm nie mogą być użyte jednocześnie
 Zastosowane pasmo szerokie Pasma omi-niete
 A 14 i 15
 B 14, 15 i 16
 C 15, 16 i 17
 D 16, 17 i 18
 E 17 i 18

2. Częstotliwościowa charakterystyka przenoszenia informacji telemetrycznej związana z systemem podnośnych może zmieniać się od kilku Hz do wielu kHz zależnie od częstotliwości podnośnej i „głębokości modulacji” danej podnośnej (wielkości dewiacji uzyskiwanej dla danej częstotliwości podnośnej pod wpływem informacji telemetrycznej). Dane te znajdują się w tabeli 1 przedstawiającej charakterystyki częstotliwości uzyskiwane w znormalizowanym systemie te-

³⁾ Częstotliwością podnośną lub wprost podnośną nazywamy niską częstotliwość, którą modulujemy sygnałem informacji.

⁴⁾ Umowne oznaczenie mówiące, iż częstotliwość podnośna modulowana jest w amplitudzie (AM), natomiast nośna — w częstotliwości (FM). Pierwszy symbol odnosi się do typu modulacji podnośnych, drugi — do typu modulacji nośnej.

⁵⁾ Patrz 4).

lemetrycznym FM — FM. W tabeli tej wyszczególniono znormalizowane wartości środków pasm częstotliwości podnośnej (F_o), dewiację (ΔF_o) i normalne pasmo (f_m).

Wartość pasma podana jest dla minimalnego wskaźnika modulacji β (stosunku dewiacji do maksymalnej częstotliwości informacji) równego pięciu, koniecznego dla zapewnienia dużego stosunku sygnału do szumów i uzyskania wysokiej jakości odtwarzania. Większą częstotliwość pasma można uzyskać zmniejszając dewiację i przyjmując mniejszy minimalny wskaźnik modulacji. Jeśli na przykład można zmniejszyć wskaźnik modulacji do 0,5—1 częstotliwości, wtedy pasma stają się równe maksymalnej dewiacji ΔF_o , lecz również odpowiednio zmniejsza się stosunek sygnału do szumów i dokładność. Stąd widać, że użytkownik musi wybrać między dużą jakością (małymi zniekształceniami i dobrą dokładnością), a dużą częstotliwością pasma i pójść na kompromis wynikający z zastosowania otrzymanych wyników.

3. Systemy z podziałem częstotliwości pracujące z modulacją częstotliwości podnośnych dają możliwości łatwej współpracy z większością stosowanych w pomiarach czujników. Układy generatorów częstotliwości podnośnej są zazwyczaj tak zaprojektowywane, że wywoływane przez czujnik zmiany indukcyjności lub pojemności, zmiany oporów (np. jakie spotyka się w mostkach naprężeń) oraz różne zmiany napięć (normalnie w zakresie 0—5 V) powodują dewiację ich częstotliwości.

4. Dane na wyjściu odbiorczych stacji naziemnych otrzymuje się zazwyczaj w formie napięć proporcjonalnych do informacji zbieranych przez urządzenia czujnikowe jako sygnał ciągły. Napięcia te można rejestrować za pomocą oscylografów lub magnetycznych rekorderów taśmowych. Mogą one być również użyte wprost do urządzeń odtwarzających przebiegi danych badań w formie wykresów, tabel liczbowych czy innej.

5. Obecnie notuje się szeroki rozwój urządzeń wytwarzających sygnały przeznaczone dla systemów z podziałem częstotliwości. Zbudowano szereg doświadczalnych układów zmieniających napięcia wyjściowe demodulatorów na kody dziesiętne celem sterowania nimi liczących maszyn matematycznych. Szereg innych urządzeń doświadczalnych przeznaczonych do współpracy z modulowanymi w częstotliwości podnośnej nie potrzebuje demodulatorów, gdyż tworzy sygnały dziesiętne wprost ze zmian częstotliwości poprzez pomiar czasu trwania okresu każdego cyklu podnośnej. Obecnie b. szeroko rozwijają się podobne układy jako urządzenia rozszyfrowujące i opracowujące wyniki z otrzymywanych telemetrycznie informacji.

Znajomość rzeczywistego stanu możliwości i zasad pracy urządzeń deszyfrujących i zapisujących jest sprawą niezmiernie ważną do podjęcia decyzji ich wykorzystania do badań. Jednym z głównych powodów wyszczególnienia zmian częstotliwości w poszczególnych pasmach jest właśnie konieczność wyboru takich urządzeń rejestrujących, których charakterystyki częstotliwościowe odpowiadają wartościom otrzymanym z systemu telemetrycznego przy danym minimalnym wskaźniku modulacji.

6. Części składowe urządzeń pokładowych tego systemu są pod względem konstrukcyjnym oraz zasad pracy b. proste, a ich wymiary, ciężar całkowity i pobór mocy można uzyskać niezmiernie małe.

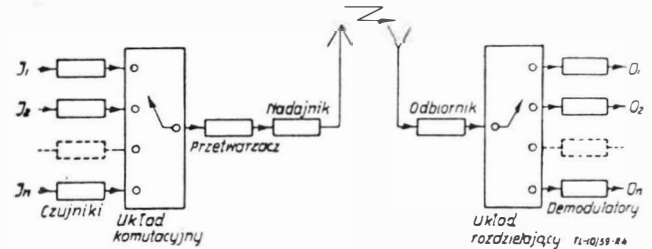
7. Całkowita dokładność większości łączy systemu z podziałem częstotliwości będących obecnie w użyciu nie jest duża. Jednakże przy bardzo troskliwym i przemyślanym wykonaniu można uzyskać zmniejszenie całkowitego błędu do około 1%, lecz i to w przypadkach, gdzie czas trwania pomiaru będzie bardzo krótki, a początkowe warunki pracy dokładnie znane. W zastosowaniach ogólnych przy krótkotrwałych pomiarach należy oczekiwać błędów rzędu 3—5%. Dla pomiarów trwających dłużej niż 10 do 20 minut mimo stosowania kalibracji w locie, zazwyczaj wymaga się aby błędy nie przekraczały granicy 3—5%. Dokładność i stabilność pracy takich urządzeń zależy zasadniczo od elementów składowych zaprojektowanego układu. Przy modulacji częstotliwościowej podnośnych można czasami otrzymać większą dokładność i stabilność pracy urządzenia dzięki zastosowaniu większej dewiacji częstotliwości na jednostkę sygnału wejściowego. Prowadzi to jednak do zmniejszenia liczby kanałów pomiarowych przy zadanym paśmie częstotliwości.

8. Systemy z podziałem częstotliwości są używane jak dotąd najszerzej, a uzyskiwana pewność działania jest bardzo wysoka. Niektóre grupy urządzeń mają notowaną niezawodność przewyższającą 95%.

Na marginesie warto zaznaczyć, że pierwsze urządzenia części nadawczej typowego systemu telemetrycznego FM — FM kosztowały w Stanach Zjednoczonych około 4500 dolarów włączając w to zespół czujników. Stacja odbiorcza natomiast, jako komplet z taśmowym rejestratorem magnetycznym i oscylografem, zdolna odbierać wszystkie 18 pasm podnośnych wyszczególnionych w tabeli kosztowała 25 000 dolarów.

Systemy telemetryczne z podziałem czasu

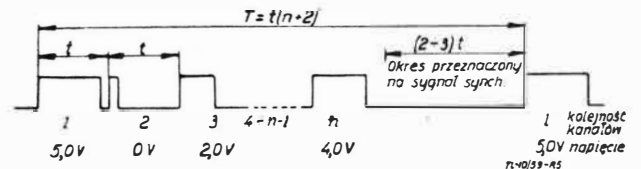
Zwielokrotnianie liczby kanałów za pomocą podziału czasu różni się od systemu z podziałem częstotliwości przede wszystkim charakterem przesyłanych informacji. Poprzednio sygnały wejściowe wszystkich kanałów przesyłane były jednocześnie w sposób ciągły, tutaj natomiast przesyłane są kolejno. Schemat blokowy na rys. 4 przedstawia w formie



Rys. 4. Schemat blokowy wielokrotnego systemu radiotelemetrycznego z podziałem czasu

najogólniejszej zasadę pracy telemetrycznego systemu wielokrotnego z podziałem czasu. Pewna liczba czujników przyłączona jest do zacisków wejściowych wielopozycyjowego przełącznika (elektronicznego lub mechanicznego). Przełącznik ten w czasie swego obrotu wybiera kolejno na krótki czas każdy czujnik. W efekcie na wyjściu przełącznika (styku zbiorczym) otrzymuje się ciąg impulsów, których amplitudy odtwarzają sygnały przekazywane przez wszystkie czujniki w chwili ich wybierania przez układ. Układy przełączników i wybieraków mechanicznych, jak i elektronicznych nazywają się po prostu układami komutacyjnymi lub komutatorami. Ciąg amplitudowo zmodulowanych impulsów może wprost sterować nadajnikiem radiowym, przez co uzyskuje się pracę łącza radiowego w układzie modulacji amplitudy impulsów, tzw. typ PAM. Ponieważ taki typ modulacji impulsowej jest bardzo wrażliwy na wszelkie zewnętrzne zakłócenia atmosferyczne i szumy, impulsy o zmiennej amplitudzie zamienia się zazwyczaj na impulsy o formie zmian niewrażliwej na zakłócenia. Układy przetwarzające mogą przekształcać zmienną amplitudę impulsu w sposób dowolny zgodnie z potrzebami. Mogą mianowicie:

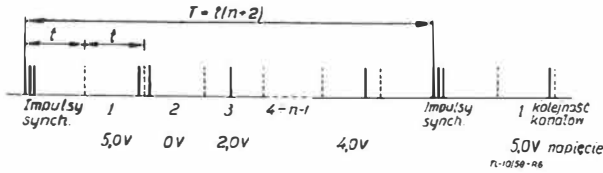
1. Wytwarzać impulsy, których czas trwania (szerokość) jest proporcjonalny do amplitudy sygnału wejściowego. Otrzymuje się wówczas ciąg n impulsów zmodulowanych (od n kanałów) o różnej szerokości zależnie od informacji. Taki sposób zaszyfrowania informacji nazywa się modulacją szerokości impulsu (PWM). Rys. 5 obrazowo wyjaśnia zasadę modulacji tego typu, przy czym t — jest to czas zajmowany przez każdy kanał a T — okres wybrania wszystkich kanałów, czyli okres jednego cyklu komutacji.



Rys. 5. Ciąg impulsów jednego cyklu komutacyjnego urządzenia pracującego z modulacją szerokości impulsu (PWM)

2. Powodować powstanie zmiennej odległości między dwoma sąsiednimi impulsami o wartości proporcjonalnej do amplitudy sygnału wejściowego. Otrzymuje się wówczas n impulsów o różnym rozstawieniu w czasie w okresie jednego cyklu komutacji T . Taki sposób zaszyfrowania informacji nazywa się modulacją fazy względnie położenia impulsu. Rys. 6 obrazuje zachodzące tu zjawisko.

3. Wytwarzać grupy impulsów składających się na kod dający odwzorowanie amplitudy impulsów wejściowych. Prowadzi to do otrzymania modulacji kodowej, co będzie przedmiotem oddzielnych rozważań.

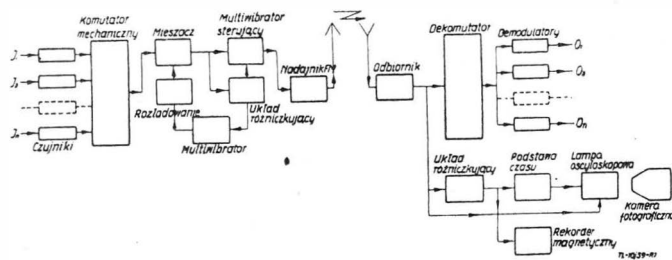


Rys. 6. Ciąg impulsów zmodulowanych fazowo (PPM)

Sygnaly z wyjścia układu przetwarzającego w formie omówionej powyżej modulują impulsami w amplitudzie lub częstotliwości generator radiowej częstotliwości nośnej. Odebrany natomiast sygnał radiowy demodulowany jest w odbiorczej stacji naziemnej i na wyjściu układu detekcyjnego otrzymuje się ciąg impulsów identyczny pod względem charakteru z impulsami sterującymi nadajnik urządzenia pokładowego. Zasadniczym problemem wszystkich urządzeń systemu z podziałem czasu jest właściwe segregowanie ciągu impulsów odebranych, aby otrzymać informację danego kanału nadajnika w odpowiednim kanale odbiorczym. O ile w systemie z podziałem częstotliwości filtry pasmowe rozwiązywały to zagadnienie jednoznacznie, tutaj należy stosować podobne jak w nadajniku układy dekomutatorów mechanicznych lub elektronicznych. Należy dodać, iż praca obu układów: komutacyjnego i dekomutacyjnego musi być zsynchronizowana. W tym celu nadajnik obok impulsów, zawierających informację, w każdym cyklu komutacyjnym wysyła również sygnał synchronizacyjny, nieodzowny dla prawidłowej pracy wielokrotnego łącza telemetrycznego. Dopiero po rozdzieleniu impulsów do właściwych wyjść impulsy każdego ciągu mogą być dalej przetwarzane w napięcia ciągłe lub zamieniane na dziesiętne ciągi cyfr będących odtworzeniem informacji otrzymanej z transmisji telemetrycznej.

System wielokrotny z podziałem czasu jest młodszy od systemu z podziałem częstotliwości, niemniej jednak jego rozwój i zastosowanie przy badaniach ciągle wzrasta. Daje on właściwie prawie nieograniczone możliwości wykonania bardzo różniących się między sobą typów urządzeń pracujących na tej samej zasadzie. Poza tym do swych celów system ten wykorzystuje wszystkie niemal typy modulacji i łącznie z niezwykłą różnorodnością istniejących układów komutacyjnych uniemożliwia jakkolwiek klasyfikację z punktu widzenia ich użycia. W związku z tym celowo sprowadzono współczynnik określający pojemność systemu telemetrycznego C . Wielkość ta charakteryzuje przepustowość urządzenia przy danej liczbie kanałów $C = nF_k$ gdzie n — liczba kanałów pomiarowych (użytkowych), F_k — częstotliwość komutacji. Prowadzi to do podziału systemu z podziałem czasu na trzy grupy urządzeń, z których każdą krótko omówię poniżej.

Urządzenia o małej pojemności. Typowe dla tej grupy urządzeń jest łącze radiotelemetryczne wykorzystujące do magazynowania informacji modulację szerokości impulsu i modulację częstotliwości dla nośnej (PWM-FM). Wskutek



Rys. 7. Schemat blokowy urządzenia radiotelemetrycznego z podziałem czasu (o małej pojemności — PWM-FM)

wąskiego pasma częstotliwości i stosowanych szerokich impulsów urządzenia w tym systemie posiadają małą pojemność. Schemat blokowy takiego łącza przedstawia rys. 7. Radiowa częstotliwość nadajnika może podlegać tu dowolnym typom modulacji (amplitudy, częstotliwości, fazy czy wreszcie wprost impulsami i zmiennej szerokości). I tak na przy-

kład pewną odmianą poprzedniego jest układ z modulacją szerokości impulsu i modulacją fazy (PWM-PM). Umożliwia on lepszą stabilizację częstotliwości nośnej przez zastosowanie generatora kwarcowego, stabilizującego generator nadajnika. Jeśli chodzi o stronę praktyczną, to warto zaznaczyć, że Amerykanie dla częstotliwości radiowej najczęściej w urządzeniach tego typu stosują FM.

Najbardziej charakterystyczne cechy takich układów przedstawiają się, jak następuje:

1. Informację przekazuje się, jak we wszystkich zresztą urządzeniach systemu z podziałem czasu, metodą wybierania z przebiegu badanego co pewien stały okres czasu wartości chwilowej mierzonej wielkości, tzw. próbki.

2. Częstotliwość przełączenia z kanału na kanał wynosi około 1000 Hz. Maksymalne tempo pracy określa użyty układ mechaniczny przełącznika.

3. Liczba kanałów wejściowych zależy jedynie od układu mechanicznego. Przełączniki takie posiadają zwykle 50—60 wejść, lecz można zbudować dla specjalnych wymagań i przełączniki o polu stykowym mającym 100 wejść.

4. Charakterystyka częstotliwości dla każdego kanału informacyjnego określona jest liczbą wybranych punktów pomiarowych (próbek) w ciągu sekundy. W systemie, mającym całkowitą szybkość przełączania 1000 pozycji na sekundę oraz 50 kanałów, częstotliwość próbkowania dla każdej informacji osobno wyniesie 20 przy założeniu, że każdy kanał zostanie wybrany raz na cykl komutacyjny⁶⁾. W takim przypadku maksymalna częstotliwość badana musi być mniejsza od 10 Hz. Większość z używanych urządzeń ogranicza charakterystykę częstotliwościową do częstotliwości mniejszej od 5 Hz, czyli tak, aby przy najwyższej częstotliwości zmian informacji można było uzyskać co najmniej cztery punkty pomiarowe (próbki) badanego przebiegu.

5. Używane urządzenia wymagają napięć sterujących w dwóch zakresach od 0 do 5 miliwoltów lub od 0 do 5 woltów. Jako układy czujników stosuje się termopary, zestawy mostków naprężeń lub potencjometry.

6. Dane na wyjściu stacji odbiorczych otrzymuje się w formie impulsów o zmiennej szerokości lub w postaci napięć proporcjonalnych do przekazywanych sygnałów. Wszystkie natomiast urządzenia opracowujące wyniki pomiarów przystosowane są do przyjmowania impulsów o zmiennej szerokości i zamieniają je na sygnały dziesiętne (cyfrowe) odpowiadające rozpatrywanej informacji.

7. Wymiary, ciężar i pobór mocy dla tej grupy urządzeń są mniejsze od podobnych wielkości urządzeń innych systemów.

8. Dokładność urządzeń tej kategorii może być bardzo duża. Jeśli konieczne jest jej zwiększenie można przesyłać sygnały kalibrujące po każdym cyklu komutacyjnym. Takie sygnały kalibracyjne pozwalają usunąć prawie wszystkie błędy wprowadzane przez łącze z wyłączeniem oczywiście błędów wprowadzonych przez czujniki oraz przełączniki mechaniczne. Poza tym stosowanie kalibracji umożliwia przeprowadzanie pomiarów przez dłuższy czas oraz w otoczeniu o zmiennych warunkach temperaturowych, ciśnienia i wilgotności.

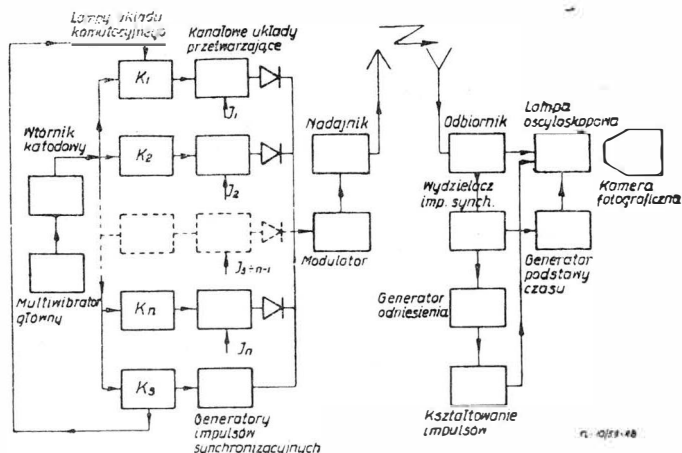
9. Urządzenia PDM-FM oraz im pochodne są obecnie używane bardzo szeroko (szczególnie zaś przy przekazywaniu parametrów wolnozmiennych) i osiągnięto już niezwykle dużą ich niezawodność. Najmniej pewną częścią składową okazały się przełączniki mechaniczne wymagające częstych poprawek i wymiany.

Dla porównania warto dodać, że koszt pierwszych urządzeń pracujących w układzie PDM-FM składających się z nadajnika i czujników wynosił około 1800 dolarów. Jednakże stacja odbiorcza z magnetycznym rejestratorem taśmowym oraz możliwością zapisu oscylograficznego kosztowała 30 000 dol. Koszty eksploatacji urządzenia takiego typu są nieco mniejsze niż urządzenia systemu FM-FM, ponieważ całość jest mniej rozbudowana i rzadziej używa kalibracji.

Urządzenia o średniej pojemności. Podczas ostatnich dziesięciu lat zbudowano w Stanach Zjednoczonych i innych krajach kilka urządzeń pracujących w systemie z podziałem czasu o średniej pojemności. Różnią się one od grupy łącz o małej pojemności zasadniczo tylko szczegółami wykonania i własnościami elementów składowych oraz nowszymi i ciekawszymi rozwiązaniami podzespołów. Układem komuta-

⁶⁾ Cyklem komutacyjnym nazywamy okres, w którym zwieracz wybierze wszystkie wyjścia pola stykowego wybieraka.

cyjnym jest tu już przełącznik elektroniczny, chociaż wytwarzający podobne ciągi impulsów zmodulowanych amplitudowo i przetwarzanych później z modulacji amplitudy impulsów na modulację położenia impulsów. Niedoskonała i niewłaściwa w układach o większej pojemności modulacja szerokości impulsów została zastąpiona modulacją położenia impulsów, posiadającą szereg zalet, a szczególnie przydatną w zastosowaniach radiotelemetrycznych w urządzeniach średniej i dużej pojemności. Nadajnik jest tu zazwyczaj modulowany impulsowo, chociaż spotyka się również inne formy modulacji częstotliwości radiowej. Rys. 8 dla przykładu przedstawia schemat blokowy takiego systemu telemetrycznego z modulacją fazy impulsu (PPM-AM). Urządzenia o średniej pojemności nie ukazały się w wersji handlowej.



Rys. 8. Schemat blokowy urządzenia radiotelemetrycznego PPM-AM

Są one wykorzystywane raczej do celów specjalnych i wykonywane indywidualnie przez pewne instytucje czy organizacje w pojedynczych egzemplarzach lub małych seriach jedynie dla własnego użytku.

Najbardziej charakterystyczne cechy takich układów przedstawiają się, jak następuje:

1. Częstotliwość przełączania układów komutacyjnych około 10 000 Hz.

2. Większość z obecnie używanych urządzeń tego typu została opracowana na około 30—40 kanałów pomiarowych. Liczba dostępnych kanałów jest tu zależna właściwie tylko od możliwości działania zaprojektowanego układu komutacyjnego.

3. Charakterystyka częstotliwościowa określona jest liczbą przełączeń na sekundę oraz liczbą kanałów. Jeśli na przykład uzyskuje się około 10 000 przełączeń na sekundę i urządzenie posiada 40 kanałów pomiarowych, maksymalna częstotliwość sygnału informacji nie może przekraczać 100 Hz.

4. Większość urządzeń jest przystosowana do pracy z czujnikami dającymi sygnały w zakresie 0—5 V.

5. Urządzenia deszyfrujące współpracujące z łączami wytwarzają na wyjściu przebiegi odzwierciedlające sygnały czujników. Część zaś z nich wytwarza wprost ze zmian położenia impulsów względem siebie ciągi sygnałów dziesiętnych w postaci odczytu cyfrowego.

6. Wielkość, ciężar i pobór mocy przez urządzenia telemetryczne tej grupy są większe niż te same wielkości dla układów o małej pojemności. W każdym razie, jeżeli za podstawę porównania weźmiemy liczbę kanałów użytkowych, to urządzenia tego typu są o wiele mniejsze i ekonomiczniejsze od innych urządzeń radiotelemetrycznych systemu z podziałem czasu legitymujących się tą samą liczbą kanałów i możliwościami pomiarowymi.

7. Kalibracja stosowana w urządzeniach o średniej pojemności pozwala na eliminowanie większości błędów wprowadzanych przez łącze. Normalnie jednak całkowity błąd i tak mieści się w granicach 2—5%.

Urządzenia o dużej pojemności. W ciągu ubiegłych kilkunastu lat próbowano opracować również kilka urządzeń telemetrycznych o dużej pojemności. Niestety żadne z badanych tego typu urządzeń nie było na tyle udane, aby kontynuować jego dalszy rozwój. Z całą stanowczością można stwierdzić,

że obecnie nie ma systemu telemetrycznego, który posiadałby urządzenie użytkowe tej kategorii. Przypuszczalnie zasadniczym powodem dotychczasowych niepowodzeń są bardzo ostre warunki dotyczące szybkości przełączania. Normalnie użytkowane szybkości połączeń w zakresie od 22 000—100 000 na sekundę wydają się wartościami granicznymi w zastosowaniach do teledometrii. Jednakże i te szybkości nie wystarczają przy wymaganej charakterystyce przenoszenia informacji do częstotliwości rzędu kilkuset Hz, oraz założonej liczby 30—40 kanałów pomiarowych, dla której ustalono pojemność systemu.

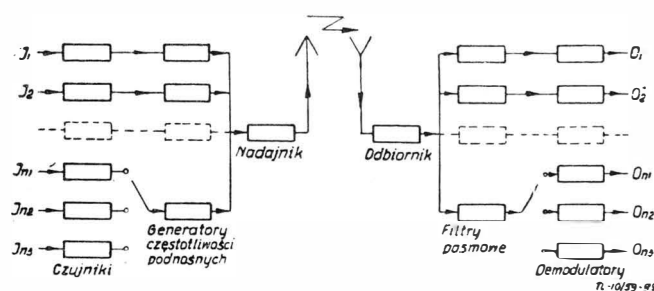
Zbudowane dotychczas trzy próbne modele takich urządzeń wykorzystywały w dwóch przypadkach modulację położenia impulsów i w jednym modulację amplitudy impulsów. Układami komutacyjnymi były tu, jedyne rokujące nadzieje prawidłowej pracy przy takich szybkościach, przełączniki elektroniczne, żądane zaś napięcia do modulacji miały wartości rzędu miliwoltów. W każdym razie wykonane prototypy były stosunkowo duże, nieporęczne oraz ciężkie a w związku z bardzo rozbudowanymi układami elektronicznymi ulegały częstym uszkodzeniom.

Ostatnio wydaje się raczej niezbyt celowe stosowanie i opracowywanie urządzeń tej grupy. Własności ich bowiem można otrzymać w prosty sposób dzięki zastosowaniu innych metod wynikających z połączenia zbadanych już i omówionych powyżej systemów.

Systemy mieszane

Pomiary dokonywane przez jedno urządzenie telemetryczne w danej rakiecie czy samolocie mają charakter bardzo różnorodny. Są między nimi parametry wolne i szybkozmienne. Pewnych pomiarów należy dokonywać w wielu punktach jednocześnie i porównywać ich przebiegi, inne natomiast są niezależne od siebie, lecz muszą być dokonane z bardzo dużą dokładnością. Wybranie z omówionych poprzednio systemów urządzenia spełniającego wszystkie jednocześnie wymagania nie jest praktycznie możliwe. Każdy bowiem system posiada swoje zalety i wady, które często z punktu widzenia danego przeznaczenia nawzajem się wykluczają.

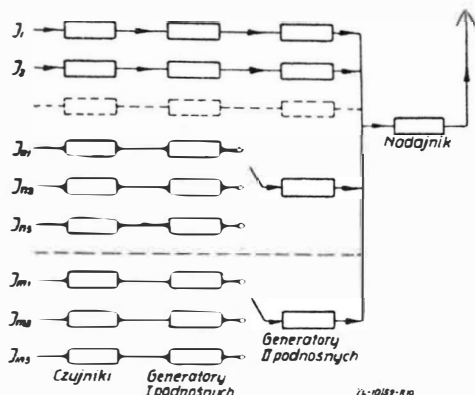
Jak dotąd nie udało się wykonać urządzenia bardzo uniwersalnego na drodze opracowywania nowych systemów czy typów o dużej pojemności. Wykonywanie zaś metody podziału częstotliwości i podziału czasu razem, w jednym pracującym łącznie dało nadspodziewanie dobre wyniki. Ten „ożenek” dwóch zupełnie różnych systemów spowodował powstanie trzeciego posiadającego szereg zalet obu poprzednich. Na rys. 9 przedstawiany jest najbardziej ogólny schemat blokowy takiego urządzenia. W typowym systemie z podziałem częstotliwości zastosowano dla zwiększenia liczby kanałów informacyjnych dodatkowo przełącznik wielościeżkowy. W efekcie jest to wykorzystanie pasma jednej podnośnej na pracę w systemie z podziałem czasu, dzięki wybierakowi, który do wejścia generatora częstotliwości podnośnej włącza kolejno szereg różnych czujników. Zwykle w takich przypadkach dla nośnej stosuje się modulację amplitudowo-impulsową, przy modulacji częstotliwości podnośnej.



Rys. 9. Ogólny schemat blokowy systemów mieszanych

Podany przykład nie jest jedynym możliwym rozwiązaniem. Obecnie wykonano wiele urządzeń tego systemu w najróżniejszych układach wybierania i podziału kanałów na grupy. Między innymi stosowano również urządzenie o dwóch podnośnych. Schemat blokowy takiego układu przedstawia rys. 10. Cechy charakterystyczne i zasada pracy wszystkich urządzeń tego systemu są właściwie zbliżone do

omówionych poprzednio, więc ograniczam się jedynie do wzmianki o ich istnieniu i zastosowaniu. Warto jeszcze na zakończenie zaznaczyć, że w nowszych urządzeniach systemu mieszanego wzrasta tendencja używania modulacji szerokości impulsów dla częstotliwości nośnej zamiast tradycyjnej



Rys. 10. Ogólny schemat blokowy urządzenia o dwóch częstotliwościach podnośnych

modulacji amplitudy. Podyktowane to jest przede wszystkim dużymi korzyściami z punktu widzenia zmniejszenia wpływu szumów i zakłóceń na jakość odbioru.

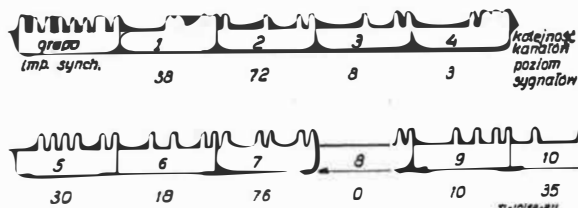
Wszystkie urządzenia tego typu nie mają charakteru seryjnego i handlowego. Budowane są raczej w egzemplarzach pojedynczych z przeznaczeniem do specjalnych badań.

Systemy kodowe

Od wielu lat dyskutuje się na temat systemów kodowych jako najbardziej odpowiednich dla telemetrii, jednakże stosunkowo bardzo mało prac poświęcono temu zagadnieniu. Wykonano w końcu w Stanach Zjednoczonych łącze radiotelemetryczne wykorzystujące modulację kodowo impulsową (PCM) i przeznaczone do badań samolotów. Nie oznaczają to jednak upowszechnienia tego systemu i w ciągu najbliższych miesięcy jeszcze nie należy spodziewać się w handlu większej liczby urządzeń pracujących na tej zasadzie.

Praca systemów kodowych jest zbliżona pod względem rozdziału kanałów do pracy systemów z podziałem czasu. Różnicę stanowi właściwie tylko sposób przekazania informacji. Jest to powodem podciągania takich urządzeń pod pewną grupę systemu z podziałem czasu. Niemniej specyfika wytwarzania kodu jest tu zagadnieniem zasadniczym rzutu-jącym pogląd na całość i od rozwiązania jego zależy jakość i charakter łącza.

Normalnie urządzenia systemu kodowego wysyłają kodowe grupy impulsów będących odtworzeniem poziomu sygnałów badanych. Sposobów kodowania za pomocą różnych względem siebie ułożonych impulsów jest bardzo dużo, a ich najdogodniejszy wybór zależy od przeznaczenia całego łącza. Jako przykład typowej pracy urządzeń tego systemu może posłużyć angielskie wielokanałowe kodowo-impulsowe urządzenie telemetryczne przeznaczone dla dalszych przemysłowych pomiarów, wolno zmieniających się wielkości. Mierzona wielkość przesyła się siedmioznakowym kodem dwójkowym, który pozwala określić 127 różnych poziomów i zapewnić dokładność większą od 1%. Szerokość impulsu w grupie



Rys. 11. Układ impulsów w czasie jednego okresu komutacyjnego przy modulacji kodowo impulsowej

kodowej równa się 20 milisek. Pracę jednego cyklu komutacji obrazuje rys. 11. Zasadniczą i bardzo istotną zaletą wszystkich urządzeń kodowych jest możliwość osiągnięcia dużej dokładności, poniżej 1%, a nawet rzędu 0,5 czy 0,1%.

Jest to niezwykle kłopotliwe, a najczęściej zupełnie niemożliwe do otrzymania w pozostałych systemach. Niestety, skomplikowany i rozbudowany układ powoduje, że urządzenia takie są za duże i jeśli chodzi o potrzeby badań samolotów w locie, a tym bardziej raket, zazwyczaj po prostu nieodpowiednie.

Od chwili wejścia w stadium stosowalności układów magnetycznych na ferrytach o prostokątnej charakterystyce wydaje się, że przed systemami kodowymi otwiera się lepsza przyszłość. Pewność działania obwodów magnetycznych oraz ich wielkość, niezawodność i ekonomia w poborze mocy, a następnie odporność na zmienne warunki klimatyczne i przeciążenia to pierwsze zwiastuny dużego powodzenia. Już dziś szereg firm i instytutów bada możliwości ich przystosowania dla potrzeb radiotelemetrycznych systemów kodowych i w niedalekiej przyszłości należy spodziewać się wyczerpującej odpowiedzi na ten temat.

UKŁADY KOMUTACYJNE SYSTEMÓW RADIOTELEMETRYCZNYCH

Dosyć szeroko mówiłem w artykule o różnych systemach łączy radiotelemetrycznych, ich właściwościach pracy, wadach i zaletach. Nie można w takim zestawieniu nie powiedzieć kilku słów oddzielnie o układach komutacyjnych, układach w wielu przypadkach narzucających zdolności i charakter danego łącza czy systemu. Tak ważny przecież parametr systemu, jakim jest pojemność, a co za tym idzie i szybkość działania, określony jest przez typ i warunki pracy wybranego komutatora. Chcę więc w tej części dać chociaż ogólny pogląd na to zagadnienie dla pełniejszego obrazu zasad radiotelemetrii.

Oczywiście należy pamiętać, że wszelkie układy komutacyjne nie mają nic wspólnego z pracą systemów z podziałem częstotliwości. W urządzeniach systemów z podziałem częstotliwości za układy komutacyjne i dekomutacyjne można najwyższej uważać generatory częstotliwości podnośnych i filtry, lecz i to w sensie bardzo ogólnym ze względu na analogię ich przeznaczenia.

Różnorodność rozwiązań układów komutacyjnych jest dziś niemal nieograniczona, jednakże z punktu widzenia zasad pracy można je podzielić na szereg odrębnych grup.

1. Pierwszą grupę układów komutacyjnych stosowanych w systemach wielokanałowych stanowią komutatory mechaniczne z kontaktami stałymi (przełączniki i przełączniki skokowe) i ślizgowymi (np. kolektory maszyn elektrycznych). Komutatory z kontaktami ślizgowymi stosuje się w telemetrii dzięki większej szybkości przełączania. Mimo pozornej prostoty i szerokiego zastosowania mechaniczne komutatory mają poważne wady. Maksymalna częstotliwość przełączania nie przekracza w nich zwykle 50—70 Hz. Oporność przejściowa styków, spowodowana warstwą tlenku, w znacznym stopniu zależy od ich nacisku oraz warunków atmosferycznych. Przy słabym nacisku oporność przejściowa zmienia się w niedopuszczalnie szerokich granicach, co powoduje zwiększenie błędów pomiaru. Przy silnym nacisku zaś oporność zmienia się w mniejszym stopniu, lecz szybciej zużywają się szczytki i styki.

W związku z tym przy opracowywaniu komutatorów przyjmuje się kompromisowe rozwiązanie. W celu zmniejszenia utleniania styków stosuje się drogie materiały, jak srebro, złoto i platyna, które zwiększają koszt komutatora. Poza tym układy komutacyjne wykonuje się z dużą dokładnością, co również zwiększa ich koszt.

Wskutek tych wad komutatory mechaniczne wypierane są przez lampowe i inne. Ich zastosowanie ogranicza się do systemów radiotelemetrycznych, przeznaczonych do krótkotrwałej pracy lub jednorazowego działania.

2. Do drugiej grupy zalicza się komutatory na próżniowych i gazowych lampach elektronowych, pracujących często w układzie pierścieniowym. Takie komutatory pod względem szybkości działania spełniają wszelkie wymagania nowoczesnej telemetrii (patrz rys. 8). Na przykład górna granica częstotliwości przełączania komutatora pierścieniowego na bezzarzeniowych tyatronach wynosi 10 000 Hz i określona jest przez czas dejonizacji gazu po wyładowaniu. Komutacyjne układy na lampach próżniowych mogą mieć jeszcze znacznie większe częstotliwości przełączania.

Wspólną wadą takich komutatorów jest duża liczba lamp, co zmniejsza pewność ich pracy. Zaletą komutatorów na

bezzarzeniowych tyratronach jest brak obwodów żarzenia i długa żywotność (około 10 000 godzin). Układy takie mają jednak duży rozrzut charakterystyk zapłonu i wymagają wysokoomowych oporników.

Lampowe układy komutacyjne pracujące z pierścieniowo połączonymi układami spustowymi mogą jednocześnie realizować modulację szerokościową lub położeniową impulsów.

3. W ostatnich latach zaczęto stosować tzw. komutatory matrycowe, sterowanie którymi przeprowadza się za pomocą dwójkowych lub pierścieniowych układów przełączających. W takich komutatorach liczba układów przełączających jest mniejsza od liczby przełączanych kanałów. Układ zaś matrycowy może być wykonany na opornikach i diodach półprzewodnikowych (germanowych lub kwarcowych) mających dużą trwałość. Dla matrycowych układów komutatorowych o najczęściej stosowanych matrycach prostokątnych amplituda sygnału wyjściowego w znacznym stopniu zależy od obciążenia i oporności wejściowej przełączników, co stanowi zasadniczą ich wadę. Natomiast przy zwiększaniu liczby kanałów, liczba lamp komutatorów matrycowych rośnie wolniej, niż w układach komutatorów lampowych (pierścieniowych).

Warto zaznaczyć, że obecnie we wszystkich układach komutacyjnych wykorzystujących pracę lamp próżniowych usiłuje się wprowadzić obwody tranzystorowe. Tranzystory mają tu wdzięczne pole do popisu, gdyż poza łatwością adaptacji ich obwodów w zastosowaniach komutacyjnych dają olbrzymie oszczędności w zakresie wymiarów urządzeń (1/4) i poboru mocy (1/10).

4. Czwartą grupę układów komutacyjnych stanowią komutatory strumieniowe. Do tej grupy należą przyrządy próżniowe specjalnie wykonane do celów komutacji. Zasada ich działania opiera się na kierowaniu strumieniem elektronów za pomocą pola magnetycznego lub elektrycznego. Do przyrządów tego typu należy trochotron oraz inne elektronowe komutatory strumieniowe.

Przyrządy te mają bardzo małą bezwładność, co umożliwia budowanie urządzeń bardzo szybko działających. Jeden przyrząd może przełączać znaczną liczbę kanałów. Poza tym niektóre z nich przy zastosowaniu specjalnej konstrukcji mogą jednocześnie z komutacją spełniać funkcję modulatora położenia impulsów. Do zasilania jego obwodu anodowego potrzebne jest jednak wysokie napięcie, a więc dodatkowy grostownik.

Najlepsze własności posiada trochotron, który ma dużą sprawność, małe wymiary i wytwarza impulsy prostokątne. Jediną jego wadą jest duża oporność wyjściowa.

5. W technice telemetrycznej znajdują również zastosowanie komutatory, oparte na elementach magnetycznych z prostokątną pętlą histerezy, o czym już wspominałem przy omawianiu systemów kodowych. Komutatory takie mają dużą trwałość, nie wymagają żarzenia i pewnie pracują przy dużych wahańach temperatury (od $+60^\circ$ do -60°). Mogą one dokonywać przełączeń impulsów o szerokości od kilkudziesięciu milisekund, a komutatory wykonane na ferrytach mogą przełączać impulsy o szerokości dziesiątych części mikrosekundy. W odpowiednim układzie komutator magnetyczny może wytwarzać impulsy o żądanej szerokości. Impulsy te jednak mają kształt trójkątny, toteż układy takie celowo jest stosować w systemach z modulacją kodowo-impulsową lub położeniowo-impulsową. W miarę udoskonalenia materiałów magnetycznych, przy uzyskiwanych impulsach prostokątnych komutatory tego typu mogą mieć zastosowanie i do innych rodzajów modulacji. W każdym razie układy komutacyjne na elementach magnetycznych posiadają olbrzymią perspektywę rozwoju.

ZAKRESY CZĘSTOTLIWOŚCI PRACY URZĄDZEŃ RADIOTELEMETRYCZNYCH

Przechodząc do dalszych rozważań nad radiotelemetrią spotkamy się z zagadnieniem wyboru zakresu częstotliwości, w jakim pracować winno dane urządzenie telemetryczne. W pierwszym rzędzie należałoby tu dokładnie określić wpływ jonosfery na transmisję sygnałów radiowych, co jest sprawą bardzo trudną. Wiadomo natomiast, że odbicia od jonosfery występujące w sposób nieregularny mogą być przyczyną zmian amplitudy, fazy i częstotliwości, lub różnicy czasu dojścia poszczególnych sygnałów do odbiornika. Zmiany te powodują dodatkowe błędy odbicia te nie występują prawie zupełnie już od częstotliwości 200 MHz. Dlatego też wydaje się najbardziej wskazane, aby dla celów te-

lemetrycznych używać częstotliwości nośnych leżących powyżej tej wartości.

Jeżeli rozpatrzy się częstotliwościową zależność tłumienia promieniowania elektromagnetycznego wskutek jonizacji, to wybór normalnego telemetrycznego pasma 220 MHz jest niezbyt szczęśliwy. Okazuje się, że znacznie mniejsze częstotliwości rzędu kilku megaherców lub znacznie większe — rzędu kilkudziesięciu tysięcy megaherców — będą o wiele mniej tłumione. Niestety obie te alternatywy posiadają inne poważne wady. Przy kilku megahercach uzyskanie dużej wydajności promieniowania z małych obiektów jest trudne, a sprawność układu antenowego mała, nie większa od kilku procentów, wobec czego moc promieniowania będzie również mała. O ile promieniowanie na częstotliwości kilkudziesięciu tysięcy megaherców nie sprawia trudności, to odbiór energii w tym zakresie częstotliwości jest bardzo ciężkim problemem, ponieważ antena o znacznej powierzchni chwytniej ma niezwykle wąską wiązkę.

Oczywiście użycie odbiorczych anten kierunkowych jest bardzo pomocne przy eliminowaniu błędów powstającego na skutek odbić sygnału od powierzchni ziemi, budynków lub drzew. Poza tym anteny takie dają zysk na stosunku sygnału do szumów, gdyż powodują wzmocnienie sygnałów przez układ anteny (tzw. zysk anteny). Wykonanie jednak takich anten kierunkowych staje się możliwe też na wyższych dopiero częstotliwościach i to im częstotliwość będzie wyższa, tym można otrzymać lepszą kierunkowość. Optymalne warunki stwarzają konieczność wyboru częstotliwości rzędu kilkuset megaherców. Stosowanie bowiem anten bardzo silnie kierunkowych nie jest odpowiednie. Z anteną o bardzo wąskiej wiązce, wymaganej w celu uzyskania odpowiedniej powierzchni chwytniej, zagadnienia odbioru i śledzenia są bardzo trudne do rozwiązania. Można oczywiście używać urządzeń automatycznie śledzących, lecz powoduje to dodatkowe komplikacje i wynikające stąd problemy.

Pochłanianie sygnałów radiowych przez chmury i deszcze zdarza się już przy częstotliwościach około 3000 MHz i wyżej, prócz tego coraz trudniejsze staje się otrzymywanie żądanych, możliwie prostych, nadawczych anten radarowych. Ogólnie wydaje się, że najlepiej nadająca się na częstotliwość nośną do radiotelemetrii jest częstotliwość około 1000 MHz. Następnym czynnikiem wpływającym niekorzystnie na stosowanie częstotliwości nośnej bardzo wysokiej jest kwestia używania lamp najbardziej odpowiednich do lotniczych urządzeń pokładowych. Gdy zachodzi konieczność utrzymania urządzeń pokładowych o wielkości możliwie małej, wykluczone jest użycie układów generacyjnych na magnetronach lub o zmiennym czasie przelotu elektronów (generatorów klitronowych⁷⁾, a w rachubę wchodzi jedynie triody i pentody. Wydajność natomiast lamp klasycznych istniejących typów spada gwałtownie z częstotliwością i ich praca staje się niepewna na częstotliwościach powyżej granicy rzędu 600 MHz.

Wielkość i samo rozwiązanie urządzenia antenowego na samolocie lub rakiemie jest rzeczą bardzo ważną i dlatego niepożądane jest, aby antena wprowadzała opory lub zmieniała inne właściwości aerodynamiczne pojazdu. Częstotliwości radiowe w zakresie 300—600 MHz wymagają zupełnie małych i typowych anten, lecz można już stosować anteny wprasowywane lub szczelinowe, gdy ze względów aerodynamicznych nie do przyjęcia byłoby zastosowanie anteny prętowej. Właściwie zaś anteny szczelinowe stosuje się na częstotliwościach wyższych od omawianych powyżej.

Z przytoczonych tu danych wynika, że zasadniczo częstotliwość nośna w pasmie 300—600 MHz dla większości urządzeń radiotelemetrycznych jest najlepsza. Częstotliwości tego pasma mają tę cenną zaletę, iż mogą być wykorzystywane w pracy z bardzo różnorodnymi układami zakresu mikrofalowego, co daje łatwość przystosowania ich do specjalnych warunków współpracy z raketami różnych typów.

W praktyce praca systemów radiotelemetrycznych odbywa się niezupełnie na częstotliwościach zalecanych w powyższych wywodach, chociaż w ogólnych zarysach im odpowiada. Obecnie stosuje się trzy zasadnicze pasma częstotliwości dla łączy radiotelemetrycznych.

Najchętniej wykorzystywany jest zakres 217—220 i 225—230 MHz, a więc znajdujący się w pobliżu dolnej granicy i nie będący najodpowiedniejszym. Powodem tego przypusz-

⁷⁾ Magnetrony i klitrony są to specjalne lampy służące do pracy w zakresie częstotliwości mikrofalowych.

Tabela 2 Zestawienie niektórych systemów radiotelemetrycznych z podziałem czasu

Lp	Okres opracowania	Typ aparatury i jej przeznaczenie	Liczba kanałów	Typ modulacji	Typ komutatora	Typ synchronizacji	Częstotliwość komutacji, Hz	Częstotliwość nośna, MHz	Typ czujnika i napięcie wejściowe do nadajnika	Rejestracja	Największa częstotliwość obrotowa i czas ustalania się	Dokładność	Pojemność	K_V	K_G	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1944-1945	ANAKT-1A do badania rakiet	10	PPM-AM	Przekaznik elektronowy w układzie pierścieniowym	Pierwszy impuls cyklu komutacyjnego	400	525	Potencjometr na prąd stały 0-4 V	-	80 Hz 0,0125 s	-	4000	7,5	8,7	Ciężar 35 kg Objętość 30000 cm ³
2	1945-1947	ANIDKT 2 do badania atmosfery	30	PPM-AM	Tyrotatrony w układzie pierścieniowym	Impuls potrójny	312,5	1025	Napięcie stałe 0-5 V	Filmowanie 5 danych na jednym filmie	62 Hz 0,016 s	-	9375	-	5,8	Ciężar 5,5 kg 2 lampy na kanał
3	1946	Do badania samolotów	18	PAM-FM	Układ spustowy	Impuls o dużej amplitudzie	952	-	Czujnik mostkowy	Oscylograf pętlkowy	190 Hz 0,006 s	1%	17136	-	-	4 lampy na kanał nadajnika
4	1946	Do badania górnych warstw atmosfery	23	PPM-AM	Przekaznik elektronowy w układzie pierścieniowym	Pierwszy impuls	192	1000	0-5 V	Oscylograf pętlkowy (film 35 mm)	38 Hz 0,03 s	5%	4410	-	-	2 lampy na kanał nadajnika
5	1948-1949	Do badania samolotów	29	PAM-FM	Linia opóźniająca na 125 μs z 30-ma doprowadzeniami	Impuls o dużej amplitudzie	8000	-	-	-	1600 Hz 0,0006 s	-	232000	-	-	-
6	1948-1950	Do rakiet sterowanych	28	PDM-FM	Mechaniczny	Impuls podwójny	33,3	150	Napięcie stałe 0-5 V	Trzema sposobami na filmie	6 Hz 0,17 s	-	932	6,6	1,1	Ciężar 10,5 kg Objętość 6200 cm ³
7	1948-1950	Do badania samolotów	16	PAM-FM	Matrycowy	Impuls o dużej amplitudzie	6400 (1600)	220	Napięcie stałe 0-1 V	Oscylograf pętlkowy	280 (330) 0,0008 s	-	102400	0,03	0,1	1,7 lampy na kanał nadajnika
8	1948-1950	Do badania rakiet	23	PPM-AM	Generatory monostabilne w układzie pierścieniowym	Pierwszy impuls	180	1025	0-5 V	Oscylograf pętlkowy (taśma filmowa 35 mm i 16 mm)	36 Hz 0,03 s	2%	4140	1,7	1,4	Ciężar 5,6 kg Objętość 7120 cm ³ 1,3 lampy na kanał nadajnika
9	1950-1952	ANIDKT-7 do badania rakiet	15 (11)	PPM-AM	Matrycowy (układy koncydencyjne)	Impuls potrójny	312,5 (250)	227	Napięcie 0-5 V	Współpraca z urządzeniem nozemiennym ANIFKR-1	62 Hz 0,016 s	2% bez kalibracji >1% z kalibracją	4687	3,45	3,1	Ciężar 14,5 kg Objętość 16150 cm ³ 2 lampy na kanał nadajnika

PL-1019-72

czalnie są łącza systemów z podziałem częstotliwości, które łatwiej pracują na częstotliwościach możliwie niskich ze względu na łatwiejszą realizację najkorzystniejszych warunków jakości odtwarzania. Przy okazji z tego samego pasma korzysta grupa urządzeń o małej pojemności systemu z podziałem czasu, ponieważ widmo częstotliwości nie jest tu bardzo szerokie, wymagające wyższej częstotliwości nośnej, a adaptacja łącza łatwa.

Drugie pasmo wielkiej częstotliwości przydzielone obecnie impulsowym systemom radiotelemetrycznym, wymagającym szerokich pasm modulacyjnych, zawiera się w granicach od 2200 do 2300 MHz. Wykorzystanie wąskich impulsów i szerokich pasm pozwala zwiększyć pojemność systemu, gdyż czas zajęcia przez kanał może być zmniejszony w tym samym stosunku co szerokość impulsu. A zatem w tym samym czasie można przesłać więcej informacji. Nadajniki używają do pracy wyłącznie układów klustronów i magnetronów, gdyż nawet specjalne lampy nie są w stanie pracować na tych częstotliwościach. Natomiast energię przesyła się wyłącznie falowodami⁸⁾, a anteny stożkowe lub szczelinowe są zawsze ukryte w kadłubie rakiety.

Trzecim pasmem, stosowanym też niekiedy, jest najkorzystniejsze teoretycznie pasmo, mieszczące się w sąsiedztwie 440—520 MHz. Jest to pośrednie pasmo, w którym pracują jeszcze specjalne typy zwykłych lamp, przy współpracy z liniami i falowodami. Z nim wiążą najczęściej swe działania urządzenia o średniej pojemności.

ZAKOŃCZENIE

Reasumując dotychczasowe rozważania warto jeszcze zestawić najbardziej charakterystyczne systemy radiotelemetryczne z podziałem czasu. Zamieszczona poniżej tabela 2, podająca je w porządku chronologicznym, pozwala na ich ocenę oraz zaobserwowanie tendencji rozwoju.

Przedmiotem zestawienia są tylko urządzenia systemu z podziałem czasu. One bowiem jedynie ulegają ciągłemu rozwojowi na drodze stałego udoskonalania się. Nie wszystkie jeszcze zespoły tych systemów są definitywnie rozwiązane i w tej dziedzinie jest, mimo stałych badań, bardzo dużo do zrobienia.

⁸⁾ Na częstotliwościach bardzo wysokich energii nie można przesyłać za pomocą zwykłych przewodów i kabli koncentrycznych. Służą natomiast do tego celu rury metalowe o odpowiednim kształcie i wymiarach, zwane w technice mikrofalowej falowodami.

Tabela poza takimi głównymi parametrami jak błąd pomiaru i czas ustalania obejmuje również inne istotne cechy systemów. Dla urządzeń radiotelemetrycznych, ustawianych na obiektach ruchomych, szczególnie zaś samolotach i rakietach, ważnymi parametrami są ciężar i objętość części nadawczej. Dogodniej jednak porównywać nie ciężary i objętości poszczególnych systemów, lecz wielkości względne, tj. współczynniki ciężaru K_G i objętości K_V , równe stosunkowi ciężaru i objętości do pojemności systemu

$$K_G = \frac{G}{C} \quad \text{i} \quad K_V = \frac{V}{C}$$

gdzie: V — objętość części nadawczej aparatury, G — ciężar części nadawczej.

Porównaniu takiemu trudno poddać rozwój urządzeń systemów z podziałem częstotliwości. W pierwszym rzędzie inne cechy charakterystyczne decydują tu będą o jakości urządzenia, następnie zaś rozwój urządzeń z podziałem czasem doprowadzony jest do poziomu, w którym udoskonalenie otrzymuje się jedynie na drodze wprowadzania nowoczesnych metod technologicznych i opracowywania nowych, lepszych elementów. Zmniejszenie ciężaru oraz zwiększenie dokładności zależy w sposób zdecydowany od ogólnego postępu elektroniki, a ewentualne wynalazki dotyczące samej modulacji częstotliwości czy układów filtrujących i innych podzespołów nie wpływają na istotne cechy systemu i sposób formowania i przekazywania informacji.

LITERATURA

- G. I. Hinckley, „Radio Telemetering”, Electronic Engineering, tom 21, nr 256, czerwiec 1949 r., str. 209—212.
- M. H. Nichols i L. L. Rauch, „Radio Telemetry”, The Review of Scientific Instruments, tom 22, nr 1, styczeń 1951 r., str. 1—29.
- National Telemetering Conference, Chicago 1953.
- E. D. Whitehead, I. Walsh, „Radio Telemetering”, Proceedings of Institute of Electrical Engineers, Part III, nr 64, marzec 1953 r.
- National Telemetering Conference, Chicago, Illinois 1954 r.
- H. Kuniewski, Telemetria bliskosiężna, PWT, Warszawa 1955 r.
- S. Locke, „Principles of Guided Missile Design”, rozdz. 19—7, str. 685—698, Nostrand Company, London, New York 1955 r.
- National Telemetering Conference, Chicago, Illinois 1955 r.
- W. A. Iljin, A. I. Nowikow, Obzor mnogokanalnych impulsnych sistem, Awtomatika i Tielemechanika, tom XVI, nr 4/1955 r., str. 372—381.
- Technika pieriadaczi riezultatow izmierenii po radio, (Sbornik pieriewodow po radiotelemetrii), Moskwa 1955 r.



Inż. DYMISTR P. PANCZOWSKI

Projektowanie drewnianych dźwigarów skrzynkowych

Ciążar dźwigara sięga 30% całkowitego ciężaru skrzydła, co dowodzi, że duże znaczenie ma prawidłowe i ściśle określenie jego wymiarów. Pewne typy lekkich samolotów oraz prawie wszystkie typy szybowców posiadają drewniane dwupasowe dźwigary skrzynkowe.

W locie dźwigar skrzydłowy jest obciążony przede wszystkim momentem gnącym. Przy konstrukcji zastrzałowej występuje dodatkowo obciążenie osiowe.

Poniżej przedstawiono metodę projektowania drewnianych dźwigarów skrzynkowych dla najkorzystniejszego ciężarowego stosunku grubości pasów. Metoda ta uwzględnia rzeczywisty trapezowy kształt gabarytu oraz ewentualne obciążenie osiowe.

Ze wszystkich istniejących obecnie hipotez dotyczących rozkładu naprężeń w pasach dźwigarów drewnianych, najczęściej jest stosowana w praktyce hipoteza Pragera (1). Na tej hipotezie oparto także niniejszą analizę.

OZNACZENIA

H — średnia wysokość przekroju dźwigara (patrz rys. 1)

B — szerokość pasów (patrz rys. 1)

B^1 — szerokość współpracująca sklejki pokrycia (patrz rys. 1)

δ' — grubość sklejki pokrycia (patrz rys. 1)

δ — grubość sklejki ścianek dźwigara (patrz rys. 1)

T — średnia grubość pasa ściskanego (patrz rys. 1)

t — średnia grubość pasa rozciąganego (patrz rys. 1)

h_1 — odległość skrajnego rozciąganego włókna od osi obojętnej (patrz rys. 1)

t_e — średnia grubość pasa rozciąganego przy uwzględnieniu współpracy ścianek i pokrycia (patrz rys. 12)

$$i = \frac{H_1 - h_1}{h_1} \text{ — współczynnik położenia osi obojętnej}$$

$R_{c\ ss}$ i $R_{c\ sk}$ — wytrzymałość na ściskanie drewna sosnowego i sklejki

$R_{r\ ss}$ i $R_{r\ sk}$ — wytrzymałość na rozciąganie drewna sosnowego i sklejki

$$\eta = \frac{R_r}{R_c} \text{ — stosunek wytrzymałości na rozciąganie i ściskanie dla drewna sosnowego}$$

$$\psi = \frac{E_{r\ ss}}{E_{s\ sk}} \text{ — stosunek modułu sprężystości drewna sosnowego (równoległe do włókien — } E_{11}) \text{ i sklejki brzożowej (pod kątem } 45^\circ \text{ do włókien — } E_2)$$

$$x = \frac{H}{t} \text{ — wysokość względna przekroju}$$

$$\mu = \frac{T}{t} \text{ — stosunek grubości pasów}$$

$$a = \frac{b_1}{2H} \text{ i } b = \frac{b_2}{2H} \text{ — współczynniki kształtu gabarytu przekroju (patrz rys. 1)}$$

$$w = \frac{h_1}{t} \text{ — wysokość względna osi obojętnej}$$

$$n = \frac{W}{\eta} = \frac{h_2}{t} \text{ — współczynnik strefy plastycznej pasa ściskanego}$$

$$K = \frac{M}{R_c \cdot B \cdot H^2} \text{ — bezwymiarowy współczynnik momentu gnącego (} M \text{), przenoszonego przez pasy dźwigara}$$

$$K_p = \frac{M_p}{R_c B H^2} \text{ — bezwymiarowy współczynnik momentu gnącego (} M_p \text{) przenoszonego przez ścianki i pokrycie}$$

$$\beta = \frac{2\delta}{B} \text{ — względna grubość ścianek dźwigara}$$

$$a = \frac{B^1}{B} \text{ — względna szerokość współpracującej części pokrycia}$$

$$\gamma = \frac{2\delta'}{H} \text{ — względna grubość pokrycia}$$

$$\varphi = \frac{t_e - t}{t} \text{ — współczynnik zmiany grubości pasa rozciąganego.}$$

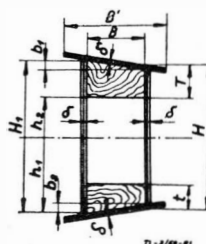
$$K_o = \frac{P_o}{R_c B \cdot H} \text{ — bezwymiarowy współczynnik siły osiowej (} P_o \text{)}$$

1. ZGINANIE BEZ UWZGLĘDNIENIA WSPÓLPRACY ŚCIANEK I POKRYCIA

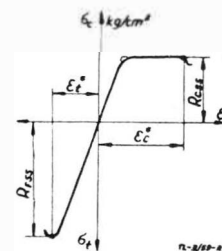
Metody określania wymiarów dźwigarów skrzynkowych, stosowane dotychczas, zakładały prostokątny kształt przekroju pasa. Przedstawiona metoda uwzględnia rzeczywisty trapezowy kształt pasa. Pozwala to na uniknięcie niedokładności, które w pewnych przypadkach mogą być istotne.

Optymalny stosunek grubości pasów

Rozkład naprężeń w przekroju dźwigara obciążonego niszczącym momentem gnącym, przy zaniedbaniu wpływu ścianki i pokrycia, będzie odpowiadał jednemu z trzech podstawowych typów rozkładu, podanych na rys. 3. Wynika to z kształtu przekroju (rys. 1) oraz z kształtu krzywej σ w funkcji ε (rys. 2) dla drewna sosnowego. Poszczególne typy rozkładu naprężeń otrzymuje się zmieniając stosunek grubości pasów przy wszystkich innych danych niezmienionych. Przyjęto tutaj zgodnie z Pragerem, że zniszczenie przekroju rozpoczyna się z chwilą osiągnięcia przez skrajne jego włókno naprężenia równego wytrzymałości na rozciąganie.

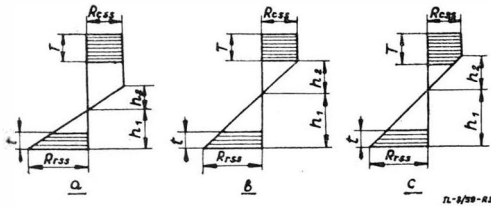


Rys. 1



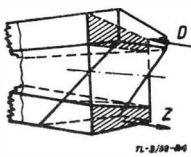
Rys. 2

Dany przekrój dźwigara może więc przenieść określony moment gnący przy różnych stosunkach grubości pasów i odpowiadających im rozkładach naprężeń normalnych (rys. 3a, b, c). Najmniejszą powierzchnię łączną pasów będzie miał dźwigar, zaprojektowany na drugi typ rozkładu naprężeń (rys. 3b). Pomijając szczegółowe uzasadnienie powyższego

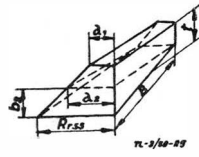


Rys. 3

należy wskazać tylko, że właśnie ten rozkład umożliwił najpełniejsze wykorzystanie materiału. Cała powierzchnia pasa ściskanego pracuje w zakresie plastycznym w przeciwieństwie do typu trzeciego, zaś pas rozciągany jest wykorzystany lepiej niż w pierwszym typie rozkładu.



Rys. 4



Rys. 5

Niszczący moment gnący

Aby wyznaczyć niszczący moment gnący dla danego przekroju dźwigara poddanego tylko zginaniu, należy ułożyć warunki równowagi statycznej przekroju.

Jeśli przyjmie się rozkład naprężeń w postaci trójwymiarowej (rys. 4), konieczne jest spełnienie następujących dwu warunków równowagi;

„objętość” naprężeń w pasie ściskanym musi być równa „objętości” naprężeń w pasie rozciągany, tzn.:

$$D = Z \tag{1}$$

co daje równowagę w kierunku podłużnej osi dźwigara. Moment obu „objętości” naprężeń względem dowolnej osi (np. względem osi obojętnej), tzn. moment sił wewnętrznych przekroju, musi być równy niszcącemu momentowi gnącemu przenoszonemu przez dany przekrój dźwigara.

Uwzględniając, że

$$a_1 = \frac{R_{r ss}}{h_1} (h_1 - b_2) \quad \text{oraz} \quad a_2 = \frac{R_{c ss}}{h_1} (h_1 - t - 0,5 b_2)$$

można składowki równania (1) wyrazić następująco (rys. 1, 3b, 4 i 5)

$$D = B \cdot R_{c ss} \cdot T \tag{2}$$

$$Z = 0,5 B \frac{R_{r ss}}{h_1} [(h_1 - b_2) + (h_1 - t - 0,5 b_2)] (t - 0,5 b_2) + \frac{B}{6} \left[2 \frac{R_{r ss}}{h_1} (h_1 - b_2) + k_t \right] b_2 \tag{3}$$

gdzie zależność (3) przedstawia „objętości” naprężeń rozciągających zgodnie z rys. 5.

Jak wynika z rys. 1

$$h_1 + h_2 = H - T + 0,5 b_2 \tag{4}$$

Z podobieństwa trójkątów (rys. 3b) będzie

$$\frac{h_1}{h_2} + \frac{R_{r ss}}{R_{c ss}} = \eta \quad \text{lub} \quad h_1 + h_2 = (\eta + 1) h_2 \tag{5}$$

Dzieląc równanie (4) przez $(\eta + 1) \cdot t$ i wprowadzając przyjęte oznaczenia otrzymujemy po przekształceniach:

$$\eta = \frac{(a + 1) x - \mu}{\eta + 1} \tag{6}$$

Po przyrównaniu zależności (2) i (3) uwzględniając (5) i (6) oraz przyjęte oznaczenia, otrzymuje się po dłuższych przekształceniach równanie kwadratowe na współczynnik

$$\mu^2 - [(a + 1) x + \eta] + \frac{1}{6} (\eta + 1) (ax)^2 + (\eta - a) x - 0,5 (\eta + 1) = 0 \tag{7}$$

Równanie to posiada rozwiązanie rzeczywiste tylko dla ujemnych wielkości pierwiastka z wyróżnika.

Dla drugiego warunku równowagi należy posłużyć się znaną zależnością (patrz (2) str. 277 i 278) na moment niszczący wg hipotezy Pragera dla dowolnego drewnianego dźwigara dwupasowego. Łatwo wykazać, że dla drugiego typu rozkładu naprężeń normalnych przybierze ona formę:

$$M = R_{c ss} \left(\frac{J_1}{h_2} + S_3 \right) \tag{8}$$

gdzie J_1 jest momentem bezwładności powierzchni przekroju pasa rozciąganego względem osi obojętnej, zaś S_3 — momentem statycznym powierzchni przekroju pasa ściskanego względem tejże osi.

W naszym przypadku:

$$J_1 = \frac{B}{12} (t - 0,5 b_2)^3 + B (t - 0,5 b_2) (h_1 - 0,5 t + 0,75 b_2)^2 + \frac{B}{36} b_2^3 + 0,5 B \cdot b_2 \left(h_1 - \frac{2}{3} b_2 \right)^2$$

$$S_3 = B (T - 0,5 b_1) (h_2 + 0,5 T + 0,25 b_1) + 0,5 \cdot B \cdot b_1 \left(h_2 + T \frac{1}{6} \cdot b_1 \right).$$

Podstawiając wyrażenia na J_1 i S_3 do równania (8), dzieląc to równanie przez $(R_{c ss} B \cdot H^2)$ i uwzględniając przyjęte oznaczenia, otrzymuje się po przekształceniach następująca zależność bezwymiarowa:

$$K = \frac{M}{R_c B H^2} = \frac{1}{12 \cdot n \cdot x^2} \left\{ (1 - ax)^3 + 3 (1 - ax) \cdot (2 n \eta - 3 ax - 1)^2 + \frac{8}{3} (ax)^3 + \frac{16}{3} ax (1,5 n \eta - 2 ax)^2 + 6 \cdot n (\mu - bx) (2n + \mu - bx) + 4 n \cdot b \cdot x [3 (n + \mu) - b \cdot x] \right\} \tag{9}$$

Występują więc trzy równania: (6), (7) i (9), które dla danych wymiarów zewnętrznych przekroju dźwigara oraz określonych własności wytrzymałościowych drewna pozwalają wyznaczyć wszystkie potrzebne wymiary.

Nomogramy robocze

Jedyną praktyczną formą wykorzystania równań (6), (7) i (9) jest zbudowanie nomogramów, z których, mając dane wyjściowe, można wyznaczyć potrzebne wielkości.

Zmiennymi wyjściowymi będą: bezwymiarowy współczynnik momentu gnącego K stosunek wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie η oraz współczynnik kształtu gabarytu a . Wielkościami szukanymi będą: względna wysokość przekroju x oraz stosunek grubości pasów μ . Zmienneść współczynnika b w zakresie pomiędzy wielkościami granicznymi (przy stałym a) daje tylko 1% zmiany K (a więc i momentu M). Umożliwia to zbudowanie nomogramów dla przeciętnej wielkości b , określonej przez wielkość stosunku (patrz rys. 1):

$$\frac{H_1}{H_1 - (b_1 + b_2)} \approx 1,10$$

Odpowiada temu przeciętna wielkość

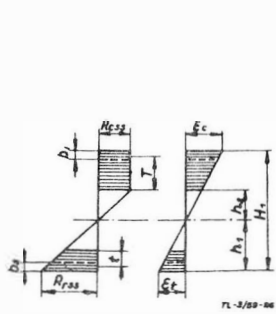
$$b \approx 0,05 - 0,5 a.$$

Maksymalny błąd wynikający z tego założenia wynosi do 0,5%. Konieczna liczba nomogramów redukuje się więc do dwóch. Nomogramy te przedstawiają krzywe x i η w ukła-

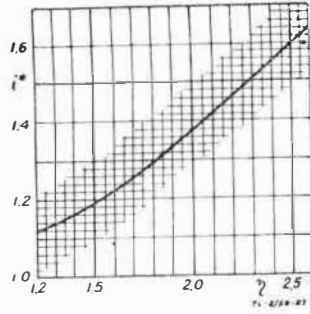
dzie współrzędnych K i μ . Uwzględniono duży zakres zmienności η od 1,2 do 2,6. Zakres ten zawiera wielkości η dla sosny rosyjskiej (2,37), bułgarskiej ($\sim 1,7$) oraz niemieckiej ($\sim 2,0$).

Trzeba podkreślić, że nomogramy są oparte na założeniu, iż złamanie dźwigara rozpoczyna się z chwilą osiągnięcia przez skrajne włókno naprężenia równego wytrzymałości na rozciąganie (założenie Pragera). W pewnych przypadkach ukształtowanie dźwigara źródłem jego zniszczenia może być jednak także pas ściskany, pracujący całkowiec w strefie plastycznej. Będzie to miało miejsce wtedy, gdy skrajne włókno pasa ściskanego osiągnie graniczne odkształcenie przy ściskaniu ϵ_c^* (patrz rys. 2).

Pożądane jest, aby wielkość tego granicznego odkształcenia była znana — na równi z innymi danymi wytrzymałościowymi stosowanego drewna.



Rys. 6



Rys. 7

$$i = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_r} = \frac{H_1 - h_1}{h_1} = \frac{h_2 + T + 0,5 b_2}{h_1} = \frac{n + \mu + b \cdot x}{\eta n} \quad (10)$$

Współczynnik ten opiera się na fakcie, że stosunek odkształceń skrajnych włókien przekroju równa się stosunkowi ich odległości od osi obojętnej (patrz rys. 2 i 6).

Jeśli nie ma danych odnośnie ϵ_c^* (względnie $i^* = \frac{\epsilon_c^*}{\epsilon_r^*}$)

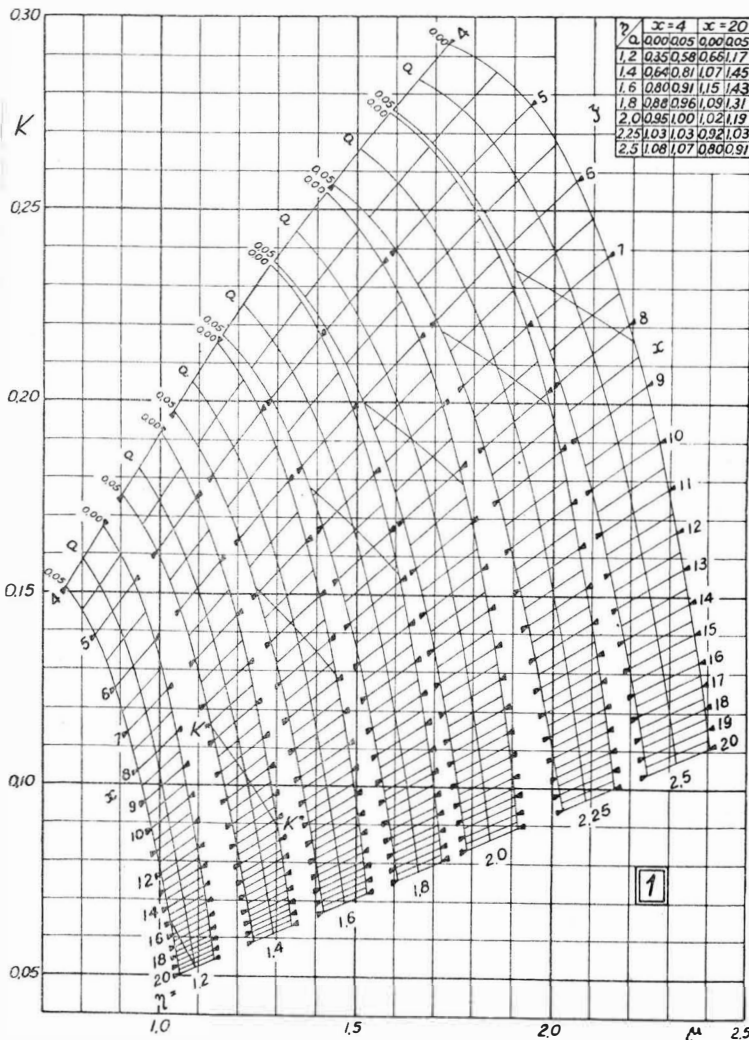
można zalecić zależność: $i^* = 0,55 \left(\eta + \frac{1}{\eta} \right)$ (11)

Zależność ta przedstawiona na wykresie — rys. 7 — wynika częściowo z danych doświadczalnych, częściowo zaś z przyjęcia, że złamanie belki drewnianej o przekroju pełnym rozpoczyna się równocześnie w obu skrajnych włóknach.

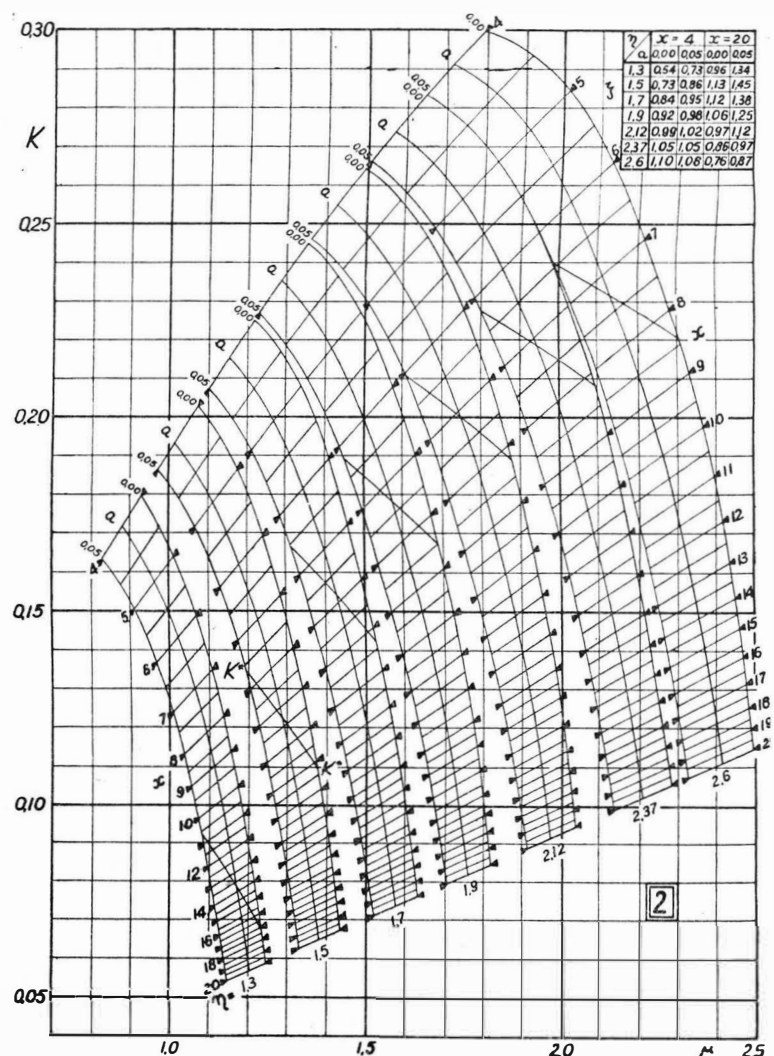
Sposób korzystania z nomogramów jest następujący: mając wymiary zewnętrzne projektowanego przekroju B , H , b_1 i b_2 — oblicza się a w celu określenia (przy danym η), z której krzywej należy korzystać. Następnie z momentu M , który ma przenieść dany przekrój, oblicza się bezwymiarowy współczynnik K (patrz (9)) — i na określonej poprzednio krzywej znajduje się punkt, który daje szukane wielkości x i μ , a więc pośrednio grubości pasów T i t . Należy oczywiście sprawdzić, czy współczynnik i otrzymany z zależności (10) nie przewyższa wielkości i dla danego materiału. Oznaczałoby to, że pas ściskany pierwszy ulegnie zniszczeniu. W takim przypadku należy zmienić założoną szerokość przekroju B i obliczyć nową wielkość K , której współrzędne powinny leżeć poniżej granicznej wielkości i .

Nomogramy robocze są przedstawione na rys. 8 i 9.

Przy sprawdzeniu, czy pas ściskany nie osiągnął granicznego odkształcenia na ściskanie, można się posłużyć współczynnikiem:



Rys. 8



Rys. 9

Zakres stosowności nomogramów roboczych

Przy rozważaniu wpływu trapezowego kształtu przekroju może powstać pytanie, czy jego główne osie bezwładności pokrywają się z głównymi osiami bezwładności przekroju prostokątnego. Jeśli tak nie jest, zalety uzyskanych powyżej zależności mogą być ograniczone.

Proste sprawdzenie wskazuje jednak, że dla przypadków granicznych rzeczywiste główne osie bezwładności przekroju trapezowego są obrócone zaledwie o pół stopnia względem osi odpowiedniego przekroju prostokątnego.

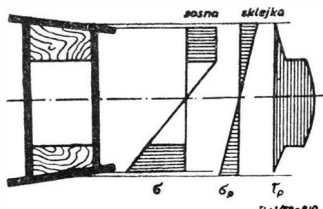
Z drugiej strony wiadomo, że wskaźnik wytrzymałości dla trapezu jest mniejszy od wskaźnika dla odpowiedniego prostokąta o tej samej powierzchni. W związku z tym może znowu powstać pytanie, czy maksymalny moment gnący nie byłby większy, gdyby pominąć udział skrajnych (względem osi obojętnej) włókien rozciąganych w jego przenoszeniu. Innymi słowami, jeśli jest dany trapezowy przekrój i określone grubości pasów, czy nie byłoby korzystniejsze (dla osiągnięcia maksymalnego przenieszonego momentu gnącego) — „obcięcie” skrajnych rozciąganych włókien.

Aby rozstrzygnąć to zagadnienie ułożono dla takiego „obciętego” przekroju równania podobne do równań (6), (7) i (9). Wynik obliczenia wskazuje, że rzeczywście maksymalny moment gnący wystąpi przy „obcięciu” skrajnych włókien na grubości około 0,25 b₂. Lecz wielkość tego maksymalnego momentu będzie zaledwie 0,5% większa, niż dla przekroju „nieobciętego”. Różnica ta mieści się w zakresie dokładności, możliwej do osiągnięcia przy budowie nomogramów.

Należy tutaj podkreślić, że stosowane dotychczas w praktyce „uproszczenie”, polegające na zastąpieniu przekroju trapezowego prostokątnym, daje w skrajnych przypadkach w stosunku do momentu niszczonego błąd około 12%, co odpowiada przyrostowi powierzchni pasów, a więc i ciężaru dźwigara o około 4%.

2. UWZGLĘDNIENIE WSPÓLPRACY ELEMENTÓW SKLEJKOWYCH W PRZENOSZENIU MOMENTU GNĄCEGO

Głównym zadaniem ścianek dźwigara jest przeniesienie sił tnących. Biorą one jednak także udział, łącznie z pokryciem skrzydła, w przenoszeniu momentu gnącego. Udział ten może w pewnych przypadkach osiągać 25% całego momentu gnącego. W związku z tym konieczne jest dokładne i ściśle uwzględnienie współpracy tych elementów.

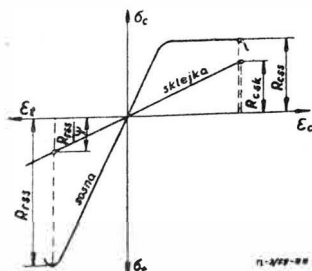


Rys. 10

Rys. 10 pokazuje, że w obszarze, gdzie naprężenia normalne w ściankach są duże, naprężenia styczne są małe, i odwrotnie. Można zatem rozpatrywać oba rodzaje naprężeń oddzielnie. W rzeczywistości przy określaniu grubości ścianek i pokrycia skrzydła bierze się pod uwagę naprężenia normalne.

Rozkład naprężeń normalnych w przekroju przy obciążeniu niszczącym

Aby określić udział elementów sklejkowych dźwigara w przenoszeniu momentu gnącego, należy nałożyć na siebie wykresy σ w funkcji ε Clapeyrona dla drewna sosnowego



Rys. 11

i sklejki, jak na rys. 11. Wynika to stąd, że odkształcenia sosny i sklejki w każdym punkcie muszą być identyczne.

Biorąc pod uwagę własności wytrzymałościowe drewna sosnowego w kierunku równoległym do włókien i sklejki, pod kątem 45° do kierunku włókien warstw zewnętrznych (trzy lub więcej warstw o równej grubości, sklejonych klejem bakelitowym¹⁾ oraz rys. 11 można stwierdzić, co następuje:

Pęknięcie nie może rozpocząć się ani w ściance dźwigara, ani w pokryciu, ponieważ wytrzymałość na rozciąganie dla drewna sosnowego odpowiadać będzie naprężeniu²⁾ w sklejce, równe (w najbardziej niekorzystnym przypadku):

$$\sigma_{rsk} = R_{r ss} \frac{E_{x sk}}{E_{r ss}} = \frac{R_{r ss}}{\psi} = 901 \frac{30 \cdot 10^3}{116 \cdot 10^3} = 233 \text{ kGcm}^{-2}$$

$$< R_{r sk} = 300 \text{ kGcm}^{-2}$$

gdzie $R_{r sk}$ — wytrzymałość sklejki na rozciąganie.

Po stronie ściskanej niebezpieczeństwo jest jeszcze mniejsze, gdyż graniczne naprężenie ściskające odpowiada dla sklejki większym odkształceniem niż dla sosny i zniszczenie nastąpi dużo później. Biorąc pod uwagę, że x praktycznie przybiera wielkość od 8 do 20, można przyjąć wykres naprężeń w funkcji odkształceń dla sklejki w zakresie nas interesującym, jako linię prostą nachyloną do osi pod kątem, którego tangens jest równy E_p .

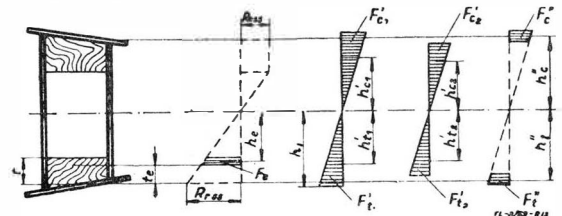
Ścisła metoda uwzględnienia współpracy elementów sklejkowych

Pierwszym warunkiem równowagi będzie tutaj, jak poprzednio, warunek aby siła osiowa w przekroju była równa zeru. A więc, jeśli przyjąć rozkład naprężeń normalnych trójwymiarowy, „objętość” naprężeń rozciągających musi być równa „objętości” naprężeń ściskających.

W rozpatrywanym przypadku warunek ten, w chwili pęknięcia, wyraża się następująco (patrz rys. 1 i 12):

$$F_c \cdot B + (F'_{c1} + F'_{c2})\delta + F'_c \cdot B' = F_e \cdot B + (F'_{t1} + F'_{t2})\delta + F'_t B', \tag{12}$$

gdzie F_{c1} i F_{t1} są polami odpowiednich wykresów naprężeń w dłuższej ściance dźwigara, F_{c2} i F_{t2} — w ściance krótszej, zaś F'_c i F'_t w pokryciu.



Rys. 12

W przypadku, gdy nie brano pod uwagę elementów sklejkowych, obowiązywał warunek $F_c = F_t$ (pole F_t jest określone wymiarem t), który wyrażał się zależnością (7). Biorąc pod uwagę sklejkę, musi się zmienić grubość pasa dolnego t tak, aby był spełniony warunek (12). Nowa grubość pasa oznacza się symbolem t_e . Będzie więc:

$$F_c - F_e = F_t - F_e = \frac{R_{r ss}}{2} \left(\frac{h_1 - t - 0,5 b_2}{h_1} + \frac{h_1 - t_e - 0,5 b_2}{h_1} \right) (t - t_e)$$

Jeśli uwzględni się przyjęte oznaczenie, to po pewnych przekształceniach otrzymuje się:

$$F_c - F_e = \frac{R_{r ss}}{w} w - ax - 1 - 0,5 \varphi) (-\varphi) t \tag{13}$$

W podobny sposób biorąc pod uwagę oznaczenia oraz równanie (10) otrzymuje się dla ścianek i pokrycia:

$$F'_{t1} = \frac{R_{r ss} h_1}{2\psi} = \frac{R_{r ss}}{2\psi} w \cdot t$$

$$F'_{t2} = \frac{R_{r ss} (h_1 - b_2)^2}{\psi 2h_1} = \frac{R_{r ss}}{2\psi w} (w - 2ax)^2 t$$

1) Patrz literatura [2], [3], [4], [5], [6] etc.
2) Patrz literatura [4] strony 627, 694 i 779,

$$\begin{aligned}
 Fc'_1 &= \frac{Rr_{ss}}{\psi} \cdot i \cdot \frac{h_1 i}{2} = \frac{Rr_{ss}}{2\psi} \cdot w \cdot i^2 \cdot t \\
 Fc'_2 &= \frac{Rr_{ss}}{\psi} \cdot i \cdot \frac{(h_1 \cdot i - b_1)^2}{2 h_1 i} = \frac{Rr_{ss}}{2\psi w} (wi - 2bx)^2 \cdot t \\
 F'_{t'} &= \frac{Rr_{ss}}{2\psi} \left(\frac{h_1 - 0,5 b_2}{h_1} + \frac{h_1 - 0,5 b_2 + \delta'}{h_1} \right) \delta' = \\
 &= \frac{Rr_{ss}}{\psi w} \left(w - ax + 0,5 \frac{\delta'}{H} x \right) \\
 Fc'' &= \frac{Rr_{ss}}{2\psi} i \left(\frac{h_1 i - 0,5 b_1}{h_1 i} + \frac{h_1 i - 0,5 h_1 + \delta'}{h_1 i} \right) \delta' = \\
 &= \frac{Rr_{ss}}{\psi w} \left(w \cdot i - bx + 0,5 \frac{\delta'}{H} x \right)
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

Przenosi się wszystkie wyrazy równania (12) na lewą stronę: Uwzględniając zależności (13) i (14) oraz przyjęte oznaczenia po podzieleniu przez $\left(\frac{Rr_{ss}}{2w} \cdot t \cdot B\right)$ i przekształceniach otrzymuje się równanie:

$$\begin{aligned}
 \varphi^2 - 2(w - ax - 1)\varphi - \frac{\beta}{2\psi} [w^2(1 - i^2) + (w - 2ax)^2 - \\
 - (wi - 2bx)^2] - \frac{\alpha\gamma}{\psi} x [(w - ax) - (wi - bx)] = 0.
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

Rozwiązując to równanie kwadratowe, można otrzymać dodatnią lub ujemną wielkość φ . Trzeba zaznaczyć, że graniczna wielkość φ równa jest ± 1 .

A więc z warunku równowagi sił w kierunku osiowym otrzymuje się równanie dla współczynnika φ . Współczynnik

ten wskazuje, w jakim stopniu musi być zwiększona lub zmniejszona grubość pasa rozciąganego z powodu nierówności „objętości” naprężeń w elementach sklejkowych.

Aby ułatwić korzystanie z równania (15) zbudowano nomogramy dla określenia jego współczynników (patrz rys. 13 i 14). W tym celu przekształcono równanie następująco:

$$\varphi^2 - b'\varphi + \frac{\eta}{\psi} x(\beta c_1 + \alpha\gamma c_2) = 0
 \tag{15'}$$

gdzie:

$$b' = 2(w - ax - 1);$$

$$c_1 = -\frac{0,5}{4x} [w^2(l - i^2) + (w - 2ax)^2 - (w \cdot i - 2bx)^2];$$

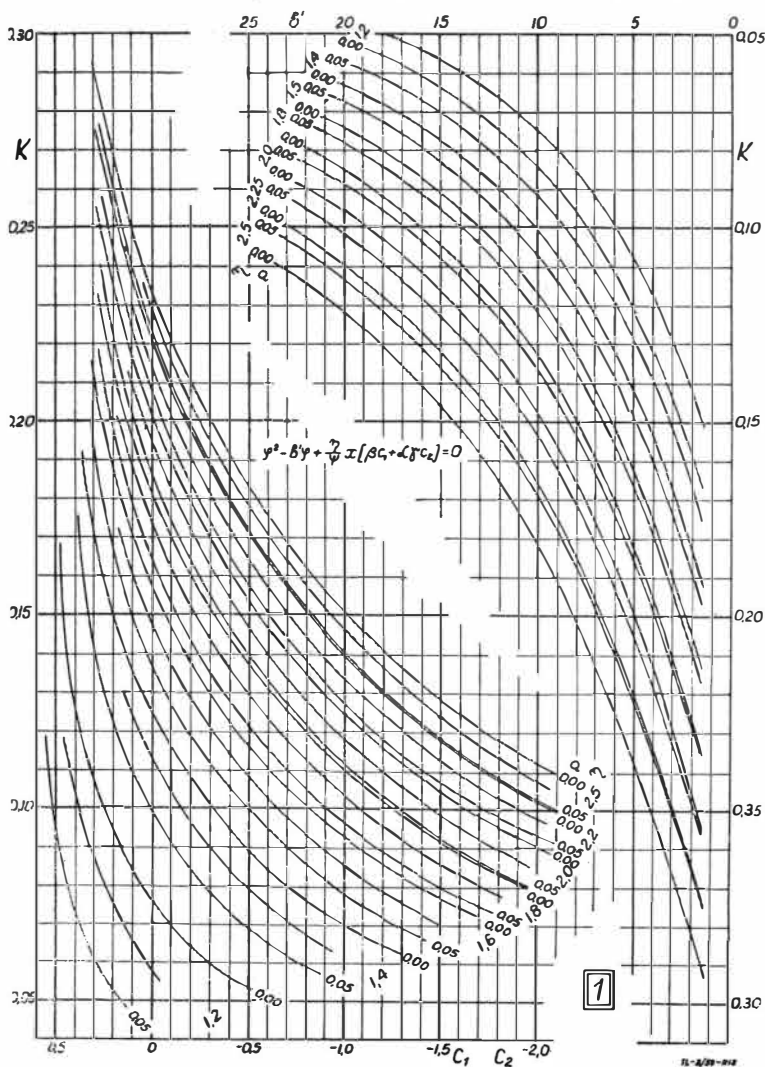
$$c_2 = -\frac{1}{\eta} [w(l - i) - (a - b)x]$$

Przy określaniu momentu gnącego, jaki może przenieść dany przekrój dźwigara, musi być koniecznie spełniony warunek (15). Równanie to posiada rozwiązanie rzeczywiste tylko dla ujemnych wielkości pierwiastka z wyróżnika.

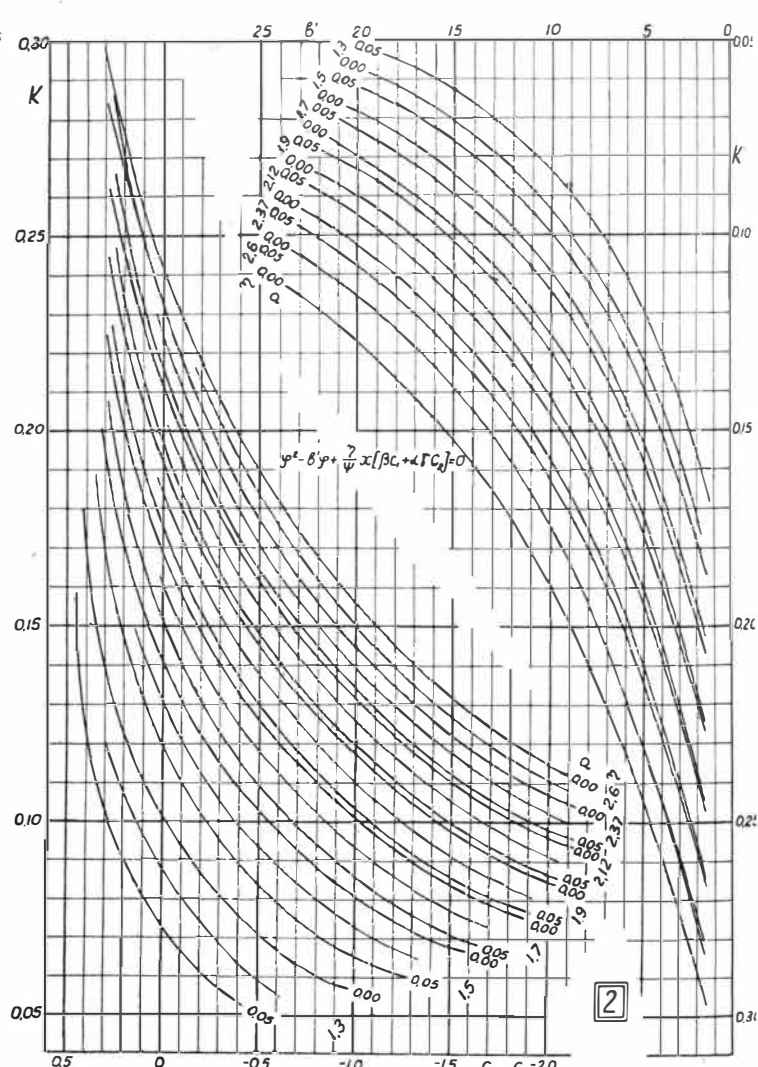
Z drugiego warunku równowagi wynika, że suma momentów sił wewnętrznych, działających w przekroju, jest równa momentowi gnącemu, przenoszonemu przez ten przekrój, tzn.

$$M_o = M - M_\varphi + M' - M''
 \tag{16}$$

gdzie M — moment przenoszony przez same pasy; M_φ — moment tej części „objętości”, naprężeń rozciągających, o którą zwiększono lub zmniejszono pełną „objętość” naprężeń pasa rozciąganego, aby spełnić warunek (12); M' i M'' — moment przenoszony przez ścianki dźwigara wzgl. przez pokrycie.



Rys. 13



Rys. 14

Zgodnie z rys. 12 momenty te liczone względem osi obojętnej będą:

$$\left. \begin{aligned} M_\varphi &= (F_c - F_e) B \cdot h_e \\ M' &= (F'_{t1} \cdot h'_{t1} + F'_{t2} \cdot h'_{t2} + F'_{c1} \cdot h'_{c1} + F'_{c2} \cdot h'_{c2}) \delta \\ M'' &= (F''_{t1} h''_{t1} + F''_{c1} h''_{c1}) B' \end{aligned} \right\} (17)$$

Wielkości ramion h_e , h_c'' i h_t'' zostały przyjęte z przybliżeniem, ze względu na bardzo małe $(t-t_e)$ oraz δ' . Przybliżenie to jest na korzyść pewności, a różnice w stosunku do ścisłych wielkości — pomijalne.

$$h_e = h_1 - t + 0,5(t - t_e) - 0,5 b_2 = (w - ax - 1 - 0,5 \varphi) t$$

$$h'_{t1} = \frac{2}{3} h_1 = \frac{2}{3} w t$$

$$h'_{t2} = \frac{2}{3} (h_1 - b_2) = \frac{2}{3} (w - 2ax) t$$

$$h'_{c1} = \frac{2}{3} (w \cdot i \cdot t) \quad (18)$$

$$h'_{c2} = \frac{2}{3} (w \cdot i - 2bx) t$$

$$h''_{c1} = (w i - bx + 0,25 \gamma \cdot x) t$$

$$h''_{t1} = h_1 - 0,5 b_2 + 0,5 \delta' = (w - ax + 0,25 \gamma x) t$$

Wyrażenie:

$$M_p = M_o - M = -M_\varphi + M' + M'' \quad (19)$$

przedstawia wzrost momentu gnącego, przenieszonego przez przekrój dźwigara, spowodowany uwzględnieniem elementów sklejkowych.

Wstawiając zależności (13) i (14) i (18) do zależności (17), a z kolei te do (19), oraz po podzieleniu obu stron przez

$(k_c B H^2)$ oraz zgrupowaniu wyrazów otrzymuje się, uwzględniając przyjęte oznaczenia, następujące wyrażenie:

$$K_p = \frac{\gamma}{w x^2} - \left\{ (w - ax - 1 - 0,5 \varphi)^2 + \frac{\beta}{6 \psi} [w^3 (1 + i^3) + (w - 2ax)^3 + (wi - 2bx)^3] + \frac{\alpha}{2 \psi} \gamma (1 + \gamma) x [(w - ax)^2 + (wi - bx)^2] \right\} \quad (20)$$

W wyrażeniu tym zastąpiono

$$\frac{(w - ax + 0,25 \gamma x)^2 + (wi - bx + 0,25 \gamma x)^2}{(w - ax)^2 + (wi - bx)^2} \text{ przez } (1 + \gamma). \quad (21)$$

Można łatwo sprawdzić, że jest to słuszne dla wielkości γ w przedziale (0—0,08).

Dla ułatwienia korzystania z zależności (20) zbudowano nomogramy (patrz rys. 15 i 16). Do użytku praktycznego zależność ta została przekształcona następująco:

$$K_p = \lambda b'' \psi + \frac{1}{\psi} [\beta C_3 + \alpha (1 + \gamma) \gamma C_4] \quad (20')$$

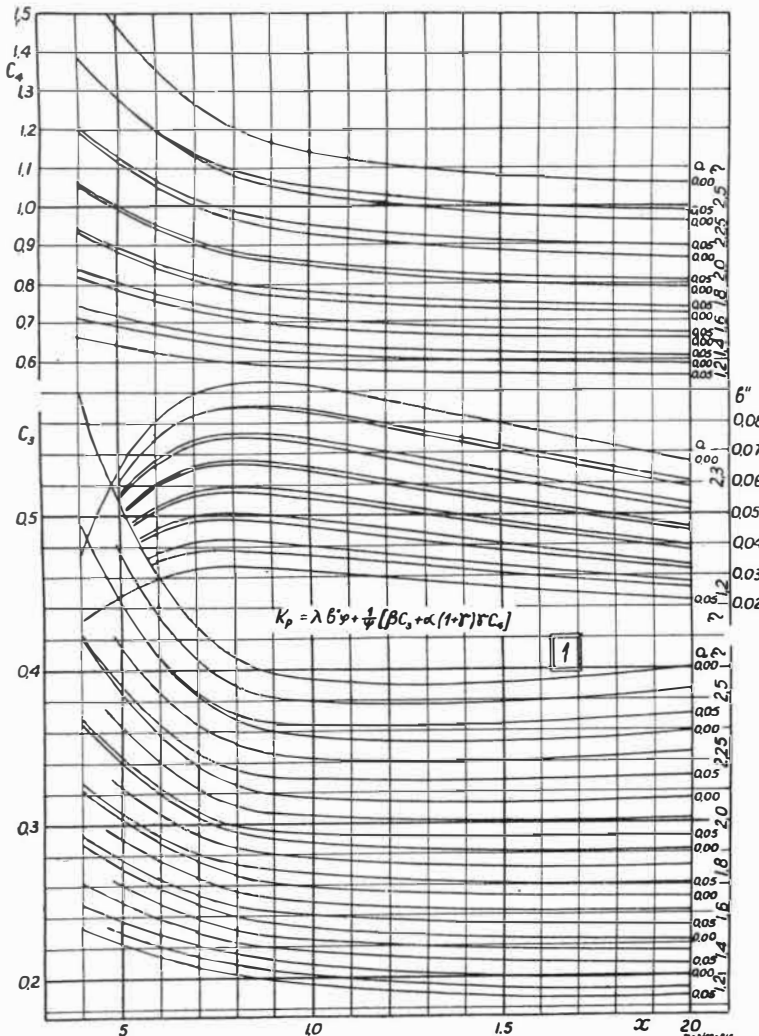
gdzie

$$\lambda = \frac{(w - ax - 1 - 0,5 \varphi)^2}{(w - ax - 1)^2} = \left(\frac{b' - \varphi}{b'} \right)^2$$

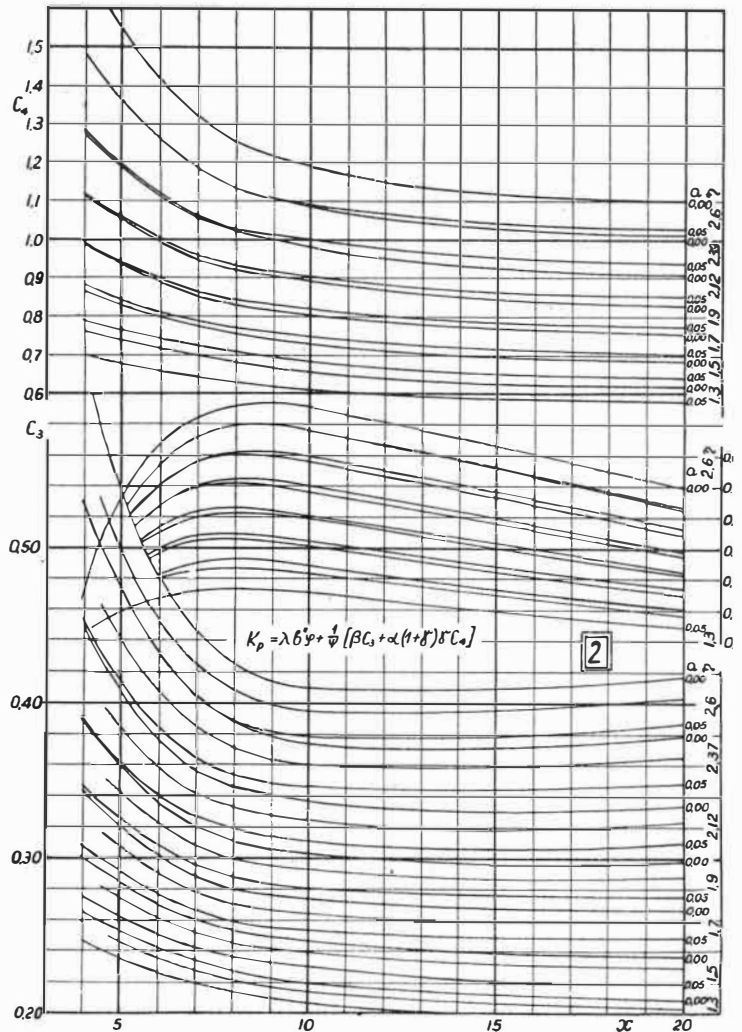
$$b'' = \frac{\eta}{w x^2} \cdot (w - ax - 1)^2 \quad (22)$$

$$C_3 = \frac{\eta}{6 w x^3} [w^3 (1 + i^3) + (w - 2ax)^3 + (wi - 2bx)^3]$$

$$C_4 = \frac{\gamma}{2 w x^2} [(w - ax)^2 + (wi - bx)^2]$$



Rys. 15



Rys. 16

Przy projektowaniu dźwigarów drewnianych z uwzględnieniem współpracy elementów sklejkowych w przenoszeniu momentu gnącego, należy posługiwać się równaniami (15') i (20').

Pomocnicza przybliżona metoda uwzględnienia współpracy elementów sklejkowych

Przedstawiona powyżej ścisła metoda wymaga stosunkowo długich przeliczeń i starannego odczytywania nomogramów, co jest uzasadnione tylko w bardziej istotnych przypadkach (jak np. przy najbardziej odpowiedzialnych przekrojach dźwigara). W celu uzyskania prostszej metody przybliżonej założono, że obrys przekroju jest prostokątny, a oś obojętna znajduje się w połowie jego wysokości, tzn. że $a=b=0$; $\varphi=0$; $i=l$ oraz $w=0,5x$. Jest to szczególny przypadek ogólnego rozwiązania. Równanie (20) przybiera teraz postać

$$K_p^* = \frac{\eta}{2\psi} \left[\frac{\beta}{3} + \frac{1}{4} a\gamma(2+\gamma)^2 \right] \quad (23)$$

Zaletą ostatniego równania jest fakt, że występujące w nim wielkości zależne są bezpośrednio od danych wytrzymałościowych materiału oraz od charakterystyki geometrycznej obrysu i elementów sklejkowych przekroju. Różni się ono od równania (20), po podstawieniu w tym ostatnim $i=l$ i $a=b=0$, tylko zastąpieniem czynnika

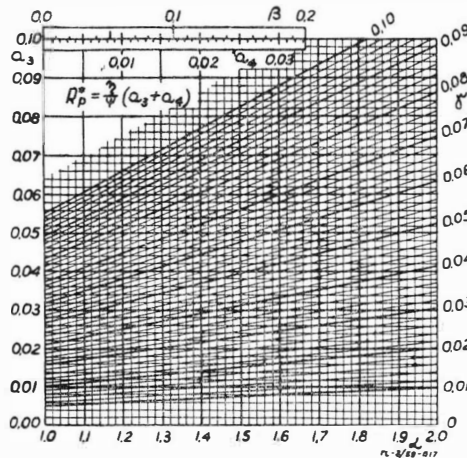
$$\frac{(2+\gamma)^2}{4} \text{ przez } (1+\gamma).$$

To uproszczenie opiera się na przybliżonej zależności typu $(1+\Delta)^2 \approx (1+2\Delta)$ [gdzie Δ jest bardzo małe w stosunku do jedności]. Łatwe przeliczenie wskazuje, że jest to słuszne dla wszystkich wielkości i .

Stosując metodę przybliżoną należy przede wszystkim, wychodząc z momentu gnącego M_Σ , który ma przenieść dany przekrój, obliczyć wielkość

$$K_\Sigma = \frac{M_\Sigma}{k_c B H^2}$$

Na nomogramach — rys. 8 i 9 — przedstawiono linię ciągłą wielkości K odpowiadające $i=l$ dla poszczególnych η i a . Odczytuje się tę wielkość dla podanego przypadku i oznacza się ją przez K^* . Następnie oblicza się R_p^* z zależności (23)



Rys. 17

lub odczytuje się ją z wykresu na rys. 17 i wyznacza wielkości:

$$x = \frac{K_p^*}{K^* + K_p^*} \text{ oraz } K = K_\Sigma (1 - \xi_x)$$

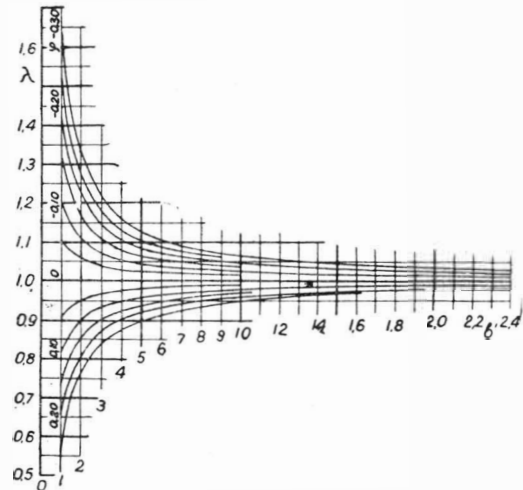
Ostatnia wielkość przedstawia moment gnący przypadający na same pasy. W pierwszym przybliżeniu należy przyjąć $\xi = 1$. Jeśli tak obliczonemu K odpowiada na odpowiedniej krzywej nomogramu wielkość x leżąca poniżej lub powyżej punktu $i=l$, należy stosownie do tego odchylenia wyznaczyć drugie przybliżenie wielkości K , posługując się współczynnikiem korekcyjnym ξ . Dla ułatwienia w prawym górnym rogu nomogramu 8 i 9 podano tabelkę wielkości współ-

czynnika ξ dla granicznych wielkości a (0,00 i 0,05). Przy pośrednich wielkościach x i a można określić ξ przez interpolację. A więc stosunkowo łatwo i szybko można osiągnąć zadowalający wynik.

Jeśli punkt odpowiadający K znajduje się powyżej krzywej $i=l$, φ jest dodatnie (zwiększenie grubości pasa rozciąganego) i waha się pomiędzy 0,00 i 0,20; gdy jest on poniżej $i=l$, φ jest ujemne (zmniejszenie grubości pasa rozciąganego) i waha się w tym samym zakresie. Posługując się metodą przybliżoną, należy jednak zachować dużą ostrożność przy zmniejszaniu grubości pasa rozciąganego, szczególnie w przypadkach, gdy punkt odpowiadający obliczonemu K jest bliski krzywej $i=l$.

Sposób posługiwania się nomogramami dla uwzględnienia współpracy elementów sklejkowych

Wychodząc z momentu gnącego jaki ma przenieść przekrój (M_Σ), własności wytrzymałościowych materiału (R_c , R_t , η i ψ) oraz charakterystyki geometrycznej przekroju (B , H , b_1 , b_2 , δ , δ' , B' i odpowiadające im wielkości bezwymiarowe a , β , γ , i a), nie można bezpośrednio wyznaczyć pozostałych wymiarów, ponieważ trudno jest z góry określić, jaką część momentu przeniosą pasy, a jaką elementy sklejkowe. Zagadnienie to można jednak rozwiązać metodą kolejnych przybliżeń.



Rys. 18

Przede wszystkim, posługując się pomocniczą metodą przybliżoną, należy określić przybliżone wielkości K i x .

Współczynniki C_1 , C_2 i b' podano w zależności od K , η i a . Na nomogramach (rys. 13 i 14) wielkości C_1 i C_2 odczytuje się z jednej wiązki krzywych odpowiadającej danemu $\eta \cdot C_1$ jest określone przez podane krzywe. Wielkość C_2 odpowiada linii pionowej, którą przecina odpowiednia lekko nachylona prosta, tak że dla $a \approx 0,025$ — $C_1 = C_2$. Jeśli dla dowolnego a przyjmiemy $C_1 = C_2$, błąd będzie nieznaczny.

Wielkości λ można odczytać z wykresu na rys. 18.

Dla dużych $b' (> 10)$ i małych φ (0,00 do 0,05) można przyjmując $\lambda = 1$.

Współczynniki C_3 , C_4 i b'' są podane na nomogramach (rys. 15 i 16) w zależności od x , η i a .

Opierając się na przybliżonych wielkościach K i x można więc wyznaczyć z nomogramów wszystkie współczynniki, potrzebne do rozwiązania równań (15') i (20') i określenia K_p i φ .

Jeżeli suma K i K_p , wyznaczonych w ten sposób w pierwszym przybliżeniu, różni się od K_Σ , określonego przez moment gnący, który ma przynieść dany przekrój, trzeba przyjmując drugie przybliżenie na K . Następnie odczytuje się ponownie z nomogramu potrzebne współczynniki i oblicza się nowe φ i K_p . Ostateczny wynik otrzymuje się przez liniową interpolację względnie ekstrapolację, opierając się na wynikach pierwszego i drugiego przybliżenia. W ten sposób można określić potrzebne wymiary pasów, które wynikają z zależności:

$$t_e = \frac{1 + \varphi}{x} H \quad \text{i} \quad T = \frac{H}{\lambda} \mu \quad (24)$$

gdzie φ jest brane z odpowiednim znakiem.

Jeśli szerokość współpracująca pokrycia B' jest różna dla strony ściskanej i rozciąganej, należy we wzorze (23) brać wielkość średnią.

Przy obliczaniu φ i K_p ze ścisłych równań (15) i (20) należy pamiętać, że ostatni człon w nawiasie kwadratowym odnosi się do strefy ściskanej, a przedostatni — do rozciąganej. Trzeba więc obliczyć współczynnik α dla każdej strefy oddzielnie.

3. PROJEKTOWANIE DŹWIGARA OBCIĄŻONEGO MOMENTEM GNĄCYM I SIŁĄ OSIOWĄ

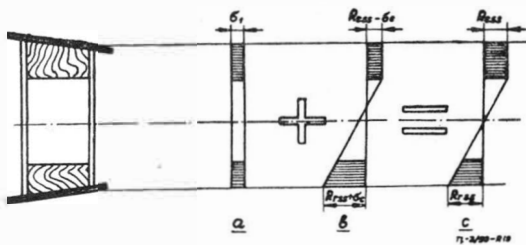
W przypadku skrzydła podpartego zastrzałem dźwigar jest obciążony momentem gnącym i siłą osiową. Często otrzymuje się także dodatkowe obciążenie osiowe jako wynik uwzględnienia w obliczeniu skrzydła momentu, działającego w płaszczyźnie cięciw.

Ponieważ rozważono przypadek siły ściskającej, który jest częściej spotykany i bardziej niebezpieczny, przyjęto, że dane są wielkości momentu gnącego i siły osiowej, nie rozpatrując zagadnienia utraty stateczności.

Po zaprojektowaniu dźwigara można sprawdzić jego stateczność, chociaż w praktyce w większości przypadków nie jest to konieczne, szczególnie dla dźwigarów drewnianych. W analizie uwzględniono trapezowy kształt obrysu przekroju oraz współpracę elementów sklejkowych w przenoszeniu obciążeń.

Rozkład naprężeń normalnych

Opierając się na hipotezie Pragera, podającej rozkład naprężeń normalnych dla dźwigara obciążonego samym momentem gnącym, można określić rozkład naprężeń w przypadku obciążenia momentem gnącym i siłą osiową.



Rys. 19

Dla samej siły osiowej rozkład naprężeń w przekroju (rys. 19) będzie zgodny z rysunkiem 19a. Naprężenie ściskające będzie równe

$$\sigma = \frac{P_o}{F_o}$$

gdzie P_o — siła ściskająca, F_o — pełna powierzchnia przekroju (pasy i sklejka).

Dodając obciążenie momentem gnącym M_Σ otrzymuje się rozkład naprężeń przedstawiony na rys. 19c, przy czym suma sił wewnętrznych w kierunku osi dźwigara będzie równa sile osiowej P_o . Jest oczywiste, że zniszczenie przekroju może nastąpić w dwu przypadkach: jeśli skrajne włókna rozciągane osiągną naprężenie równe wytrzymałości na rozciąganie, względnie jeśli skrajne włókna ściskane ulegną lokalnemu wyboczeniu (osiągną graniczne odkształcenie przy ściskaniu ε_c^*).

Jak widać z rysunku 19, przypadek obciążenia złożonego można sprowadzić do przypadku czystego zginania, wprowadzając dla pasów zastępcze wytrzymałości na rozciąganie i ściskanie równe

$$R'_t = R_r + \sigma_c \quad \text{i} \quad R'_c = R_c = \sigma_c. \quad (26)$$

Odpowiada temu współczynnik η równy:

$$\eta' = \frac{R'_t}{R'_c} = \frac{R_r + \sigma_c}{R_c - \sigma_c} \quad \text{lub} \quad \frac{\sigma_c}{R_c} = \frac{\eta' - \eta}{\eta + 1} \quad (27)$$

W wyniku staje się oczywiste, że zaprojektowanie dźwigara na obciążenie złożone sprowadza się do zagadnienia omówionego uprzednio. Korzystając z omówionych w poprzednich

rozdziałach nomogramów należy tylko zastąpić dawny współczynnik η nowym fikcyjnym współczynnikiem η' określonym zależnością (27).

Stosunek $\frac{\sigma_c}{R_c}$ określa udział siły osiowej w całkowitym obciążeniu dźwigara.

Ścisłe określenie wymiarów w przypadku momentu gnącego i siły osiowej

Pełna powierzchnia przekroju dźwigara, z uwzględnieniem powierzchni elementów sklejkowych, zredukowanej w stosunku modułów sprężystości sklejki i drewna sosnowego, jest równa:

$$F_o = B(T + t_e) + \frac{E_{xsk}}{E_{IIss}} (2\delta H + 2\delta' B') = B \cdot H \left[\frac{(\mu + 1)(1 + \varphi)}{x} + \frac{1}{\psi} (\beta + \alpha\gamma) \right] \quad (28)$$

gdzie $(1 + \varphi)$ uwzględnia zmienioną, ze względu na wpływ elementów sklejkowych, grubość pasa rozciąganego (patrz zał. 24).

Jeśli we wzorze (25) uwzględnimy zależność (28), a następnie podzielimy go przez $(R_c B \cdot H)$ i przyrównamy do (27), otrzymamy się bezwymiarowy współczynnik obciążenia osiowego:

$$K_o = \frac{P_o}{R_c B H} = \frac{\eta' - \eta}{\eta' + 1} \left[\frac{(\mu + 1)(1 + \varphi)}{x} + \frac{1}{\psi} (\beta + \alpha\gamma) \right] \quad (29)$$

Lewa strona tej zależności jest wielkością znaną. Prawa strona natomiast zawiera nieznanne wielkości η' , x i μ , ponieważ powierzchnia przekroju nie jest z góry określona.

Metodą rozwiązywania zagadnienia jest znowu metoda kolejnych przybliżeń. W pierwszym przybliżeniu wygodniej jest pominąć wpływ elementów sklejkowych, tzn. przyjmując $\varphi = \beta = \gamma = 0$. Należy za pomocą kilku prób określić z nomogramów — rys. 8 i 9 — dla jakiej wielkości η' i odpowiadającego R^1 [wielkość wynikająca z przyjętych oznaczeń i zależności (27)] —

$$K' = K \frac{\eta' + 1}{\eta' + 1} \quad (30)$$

będzie spełniony warunek (29), zmodyfikowany w tym szczególnym przypadku — ze względu na pominięcie sklejki — do postaci

$$K_o = \frac{P_o}{R_c B H} = \frac{\eta' - \eta}{\eta' + 1} \cdot \frac{\mu + 1}{x}. \quad (29')$$

Dalsze postępowanie jest następujące: należy przyjmując z nomogramów dwie sąsiednie wielkości η' , pomiędzy którymi zawiera się znalezioną przez nas wielkość i przeprowadzić się dla nich wszystkie przeliczenia, przedstawione powyżej przy określaniu wymiarów z uwzględnieniem współpracy sklejki w przypadku samego momentu gnącego. Ostateczny wynik otrzymuje się przez interpolację liniową, wykonaną wykresalnie lub analitycznie. Trzeba oczywiście sprawdzić, czy jest spełnione równanie (29) w swojej pełnej postaci.

W przypadku, gdy należy ściśle określić wymiary pasów dla skrajnej wielkości η podanej w nomogramach — $\eta = 2,6$ pożądane jest rozszerzenie nomogramów zgodnie z wyżej podanymi równaniami, względnie bardzo staranna ekstrapolacja.

Określenie wymiarów w przypadku dużej siły osiowej i małego momentu gnącego i odwrotnie

Przekroje dźwigara skrzydła zastrzałowego, położone blisko okuć kadłuba, są obciążone dużą siłą ściskającą i stosunkowo małym momentem gnącym. Określając wymiary pasów w tych przekrojach omówioną wyżej metodą, otrzyma się pas rozciągany zbyt cienki ze względów technologicznych, zaś pas ściskany bardzo gruby. Zresztą w takich przypadkach η' wykracza zwykle daleko poza zakres nomogramów, co komplikuje zagadnienie.

Przekroje te są jednak stosunkowo mniej ważne. Dla ich określenia można przyjąć, że grubość pasa rozciąganego odpowiada minimalnej wielkości, leżącej w zakresie nomogramów i jednocześnie możliwej do przyjęcia ze względów technologicznych. Przybliżone równanie:

$$M \approx R'_c B t h \quad (31)$$

przedstawia moment gnący przenoszony przez same pasy dźwigara.

Ramię wypadkowej pary sił wewnętrznych jest równe

$$h \approx H - 0,5 (T + t) \quad (32)$$

Biorąc pod uwagę zależności (25), (26), (28) (dla $\varphi = 0$), (31) i (32), otrzymuje się po pewnych przekształceniach:

$$M \approx \left\{ R_c - \frac{P_o}{BH \left[\frac{\mu + l}{x} + \frac{l}{\psi} (\beta + \alpha \gamma) \right]} \right\} B T [H - 0,5 (T + t)] \quad (33)$$

Lewą stronę zależności (33) można wyrazić następująco

$$M \approx R_c \cdot B H^2 K_s \frac{K^*}{K^* + K_p^*} \quad (34)$$

Wstawiając (34) do (33), dzieląc równanie (33) przez $(k_c B H^2)$ i uwzględniając lewą stronę (29) otrzymuje się po przekształceniach

$$K_s \frac{K^*}{K^* + K_p^*} = \frac{T}{H} \left[1 - \frac{K_o H}{T + t + \frac{H}{\psi} (\beta + \alpha \gamma)} \right] \left(1 - \frac{T + t}{2H} \right) \quad (35)$$

Jedyną niewiadomą jest tutaj grubość T pasa ściskanego. Wyznacza się ją metodą kolejnych przybliżeń, przy czym pierwsze przybliżenie T oblicza się z współczynnika μ , odpowiadającego $\eta' = 2,6$ i znanemu x . Tak zaprojektowany przekrój będzie odpowiadał pierwszemu typowi rozkładu naprężeń (rys. 3a), a nie drugiemu (rys. 3b), co jest niekorzystne. Przybliżenia przyjęte w powyższych zależnościach pociągają za sobą błąd rzędu 1% na korzyść pewności.

Przekroje dźwigara, dla których moment gnący zmienia znak, mogą być także obliczone wg zależności (35) (przy założeniu, że dla przekroju o zerowym momencie gnącym $T = t$). W tym przypadku T będzie założone, zaś t — szukane.

Gdy siła osiowa jest stosunkowo niewielka (siła wynikająca ze zginania w płaszczyźnie skrzydła) pominięcie jej wpływu jest usprawiedliwione nawet dla odpowiedzialnych przekrojów. W takim przypadku należy określić wymiary pasów dla samego momentu gnącego i sprawdzić czy spełniają one warunki:

$$\frac{x K_o}{(\eta + 1) \left[(\mu + 1) (1 + \varphi) + \frac{x}{\psi} (\beta + \alpha \gamma) \right]} \leq 0,01$$

co gwarantuje, że dodatkowe naprężenia od siły osiowej nie przekraczają 1% sumy wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie (1100—1400 kG/cm² dla drewna sosnowego). Jeśli zaprojektowany przekrój nie spełnia tego warunku, należy przeprowadzić ściśle obliczenie z uwzględnieniem obciążenia osiowego.

Przeprowadzona powyżej analiza odpowiada przypadkowi siły osiowej ściskającej. Te same podstawowe zależności mogą być wykorzystane przy wprowadzeniu równań dla przypadku siły osiowej rozciągającej.

4. WSKAZÓWKI

DLA OKREŚLENIA NAJKORZYSTNIEJSZEJ SZEROKOŚCI PRZEKROJU DŹWIGARA SKRZYNKOWEGO

Projektując dźwigar skrzynkowy, konstruktor ma wolną rękę w określeniu przebiegu zmiany jego szerokości. Szerokość ta całkowicie określa obrys przekroju dla danego procentowego położenia dźwigara i jest przez to wielkością wyjściową dla obliczenia pozostałych wymiarów.

Głównymi wymaganiami dla konstrukcji dźwigara skrzydłowego są: dostateczna wytrzymałość, lekkość i łatwość produkcji. Ze względów technologicznych jest pożądane, aby przebieg zmiany wielkości T , t i B był funkcją liniową lub ostatecznie kombinacją dwóch funkcji liniowych. Znajdąc rozkład momentu gnącego i wysokości dźwigara wzdłuż rozpiętości skrzydła, można wykreślić funkcję:

$$K_s B = \frac{M_s}{R_c \cdot H^2}$$

Opierając się na tym wykresie zakłada się przebieg zmiany szerokości dźwigara B w ten sposób, aby wartość funkcji K_s wzdłuż rozpiętości była możliwie stała. W praktyce można to osiągnąć łatwo, z wyjątkiem skrajnych 20% rozpiętości dźwigara, gdzie moment gnący jest bardzo mały. Przy stałym K_s , wielkość x będzie także w przybliżeniu stała, co z kolei zapewnia liniowy przebieg zmienności T i t . Pożądane jest także przyjęcie rozkładu szerokości B , aby wielkość x znajdowała się w przedziale 8—16. O tym, która wielkość x w tym przedziale jest najkorzystniejsza, decydują właściwości konkretnego przypadku oraz uznanie konstruktora.

WNIOSKI OGÓLNE

Jest oczywiste, że rozumowania przeprowadzone powyżej dla dźwigara skrzynkowego mogą być zastosowane dla każdego dźwigara dwupasowego pod warunkiem, że szerokości obu pasów są równe.

Wychodząc z tych samych założeń, można bez większych trudności wprowadzić konieczne równania dla innych rodzajów dźwigarów dwupasowych.

Łatwo jest sprawdzić, że stosowane dotychczas „uproszczenie” polegające na zastąpieniu obrysu trapezowego prostokątnym, daje wytrzymałość dźwigara mniejszą o około 12% od rzeczywistej. Przy tym powierzchnia przekroju pasów jest o 4% większa, niż przy dokładnym obliczeniu. W pewnych skrajnych przypadkach błąd może być jeszcze większy.

Przedstawiona tu metoda analizy momentu niszczącego dźwigarów drewnianych zabezpiecza przed nieprawidłowym zaprojektowaniem pasów, co realnie zagraża w pewnych przypadkach przy posługiwaniu się metodami, podanymi w [1], [2], [4], [9] i [10].

Ścisłe uwzględnienie współpracy elementów sklejkowych, należących do przekroju wskazuje, że przenoszą one w pewnych przypadkach do 25% momentu gnącego i do 20% siły osiowej (o ile ona występuje). Pozwala to na zmniejszenie wymiarów pasów i zredukowanie ciężaru dźwigara.

Przedstawiona tu analiza wykazuje, że nie zawsze dźwigar cięższy będzie dźwigarom mocniejszym.

Podane nomogramy i metody obliczeń były stosowane w praktyce z dobrymi wynikami.

Artykuł wpłynął dnia 23 stycznia 1959 r.

LITERATURA

- 1 W. Prager — „Über die Querschnittsbemessung zweigurtiger Tolzholme” — Z. F. M. nr 19.X.1933.
- 2 „Sprawocznaja kniga po rascziotu samolota na procznost” — pod redakcją A. A. Dubrowina — Moskwa 1937.
- 3 S. N. Kan i I. A. Swierdłow — „Rascziot samolota na procznost”, Oborongiz 1940 r.
- 4 S. N. Kan i I. A. Swierdłow — „Rascziot samolota na procznost” — Oborongiz 1945 r.
- 5 W. Ł. Władysławski i S. D. Tkaczew — „Dwie gipotiezy o popieriecznom izgibie dieriewiannyh bałok” — T. W. F. nr 2, II. 1938.
- 6 „Niemietalliczeskije matierjały, ich obrabotka i primienjenje” — pod redakcją W. G. Kaluźnogo — Oborongiz 1949 r.
- 7 Fr. Kollmann — „Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe” — Bd. I. — J. Springer 1951 r.
- 8 S. N. Kan — „Procznost samolota” — Oborongiz 1953 r.
- 9 M. F. Astachow, A. W. Karawajew, S. Ja. Makarow, Ja. Ja. Suzdalcew — „Sprawocznaja kniga po rascziotu samolota na procznost” — Oborongiz 1954 r.
- 10 Rostowciew G. G. i Panowko Ja. G. — „Stroitielnaja miechanika samolota” — t. II. izd. ŁKWWJA 1953 r.

Mgr inż. WITOLD SOŁTYK

Zbiorniki integralne

W artykule omówiono wymagania stawiane zbiornikom integralnym oraz kilka rozwiązań stosowanych w nowoczesnych konstrukcjach.

Wraz ze wzrostem zasięgu, prędkości i ciężaru konstrukcji lotniczych bardzo szybko rosły zapasy materiałów pędnych, które musiał zabierać samolot. Zagadnienie umieszczenia ogromnych ilości paliwa w strukturze współczesnego samolotu wzrosło do problemu pierwszej wagi. Rosła pojemność zbiorników, powstawały z biegiem czasu coraz to nowe rozwiązania konstrukcyjne: zbiorniki nitowane duralowe, spawane aluminiowe i elektronowe, zbiorniki fibrowe i cała grupa tzw. zbiorników miękkich, w których zasadniczym tworzywem są guma syntetyczna lub masy plastyczne (np. nylon). Jaki był cel powstawania tych konstrukcji? Z jednej strony chodziło o zmniejszenie ciężaru zbiornika, z drugiej o umożliwienie takiej jego budowy, aby przestrzeń przeznaczoną na pomieszczenie paliwa wykorzystać w maksymalnym stopniu.

Metoda przechowywania paliwa w zbiornikach tego typu posiada jednak poważne wady. Jedną jest to, że zbiorniki są źródłem dodatkowego ciężaru samolotu. Drugą wadą są kłopoty z umieszczeniem zbiorników w strukturze. Konieczne jest przewidywanie odpowiednich zamocowań, okuć, pasów, podpórek itp. Wszystkie te elementy muszą być zaprojektowane odpowiednio mocno, aby mogły przejąć obciążenia od zbiorników. Często, zwłaszcza jeśli chodzi o zbiorniki skrzydłowe, powstają dodatkowe problemy. Skrzydła nowoczesnych samolotów znamionują się bardzo cienkimi profilami. Jeśli od tej szczupłej przestrzeni odjąć jeszcze objętość, zajęta przez zbiornik, na samo paliwo pozostanie w istocie niewiele miejsca. Konstruktor zaś z najwyższą tylko niechęcią zrezygnowałby z wykorzystania skrzydła jako przestrzeni na pomieszczenie paliwa.

Uniknąć można tych niedogodności przez zastosowanie tzw. zbiorników integralnych. W rozwiązaniu tym paliwo wlewa się bezpośrednio w kadłub lub skrzydło odpowiednio uszczelnione. Problem budowy zbiornika integralnego sprowadza się więc do zagadnienia takiego uszczelnienia struktury płatowca (skrzydła lub kadłuba), aby całkowicie wyeliminować prawdopodobieństwo powstawania przecieków.

Miejscami, gdzie mogą się pojawiać przecieki paliwa są powierzchnie styku pokrycia z żebrami, dźwigarami itp. elementami ograniczającymi przestrzeń zbiornikową. Innym miejscem przecieków mogą być otwory nitowe. Wreszcie trzecim — wszelkiego rodzaju otwory technologiczne. Wszystkie te miejsca muszą być odpowiednio zabezpieczone przez zastosowanie odpowiednich elementów uszczelniających. Stosowane bywają w tym celu taśmy z tkaniny, nasyconej substancją uszczelniającą, kleje i kity paliwoodporne. Substancje uszczelniające muszą charakteryzować się szeregiem właściwości, wynikających z warunków pracy i sposobu ich stosowania. Niezbędnymi własnościami są:

- 1) odporność na chemiczne i fizyczne działanie paliwa (benzyny, nafty),
- 2) odporność na działanie wysokiej i niskiej temperatury, które towarzyszą eksploatacji sprzętu oraz odporność na szybkie zmiany temperatury,
- 3) odporność na działanie czynników biologicznych,
- 4) duża przyczepność szczeliwa do materiału, z którego wykonana jest struktura samolotu,
- 5) odpowiednia wytrzymałość,
- 6) spoiwość i szczelność,
- 7) elastyczność,
- 8) możliwość przeprowadzania napraw,
- 9) prostota stosowania z uwzględnieniem niskich kwalifikacji personelu wykonującego uszczelnienie.

Omówimy pokrótce te własności.

ad 1. Odporność na chemiczne i fizyczne działanie paliwa ma zapobiec przemianom chemicznym, kruszeniu się, rozpuszczaniu i pęcznieniu powłok uszczelniających. Liczyć się tu trzeba również z tym, że paliwo nie znajduje się w stanie spoczynku, lecz w czasie ewolucji wykonywanych przez samolot przelewa się w zbiorniku, co dodatkowo daje efekt typu erozyjnego. Jeśli chodzi o okres odporności tworzywa uzależniony jest on od przewidywanego okresu eksploatacji samolotu.

ad 2. Odporność na działanie temperatury. W dzisiejszych czasach samolot stał się tak powszechnym środkiem komunikacji, że w ramach normalnej eksploatacji znaleźć się może zarówno w okolicach o silnej operacji słonecznej i wysokiej temperaturze (okolice równikowe), jak i w okęgach o niskich temperaturach (Arktyka). Współczesne samoloty, charakteryzujące się ogromnymi prędkościami lotu, zdolne są do przebycia w ciągu kilku godzin przestrzezi, wynoszących wiele tysięcy kilometrów między lotniskami o bardzo różnych warunkach klimatycznych. Pomijając jednak nawet zmiany temperatur, zależne od położenia geograficznego terenu, nad którym odbywa się lot, liczyć się trzeba ze zmianami temperatury w kierunku pionowym. Współczesny samolot zdolny jest w ciągu kilku minut wznieść się na wysokość kilkunastu tysięcy metrów. Towarzyszy temu szybki spadek temperatury otoczenia. Problem gwałtowności zmian temperatury łagodzony jest częściowo przez zjawisko bezwładności cieplnej samolotu. Wydaje się słuszne, aby dla naszych warunków geograficznych jako zakres temperatur przyjąć wahania między $+100^{\circ}\text{C}$ a -60°C .

ad 3. Pod odpornością na działanie czynników biologicznych rozumie się odporność na destrukcyjne działanie bakterii i grzybków.

ad 4. Duża przyczepność substancji uszczelniającej do podłoża (elementów struktury) zapobiegać będzie odrywaniu się szczeliwa od struktury. Odwarstwianie się szczeliwa doprowadzić może do wnikięcia paliwa np. między pokrycie i warstwę szczeliwa, a w dalszym ciągu do przecieków tym kłopotliwszych do usunięcia, że prawie niemożliwą do ustalenia będzie droga przecieku. Wskazane jest, aby przyczepność szczeliwa do podłoża była większa niż jego wytrzymałość na rozerwanie.

ad 5. Jako kryterium wytrzymałości można przyjąć, że tworzywo nie powinno zerwać się pod działaniem siły 5 kG na cmb. Drugim kryterium wytrzymałościowym byłby warunek, że tworzywo nie powinno zerwać się i przepuścić paliwa, będącego pod ciśnieniem 0,5—0,7 atm, przy czym warstwa szczeliwa normalnie stosowanej grubości winna być nałożona na otwór średnicy 5 mm. Tak ustalony warunek ma uzasadnienie w założeniu, że szczeliwo powinno zakryć otwór po ściętym nitcie o średnicy 5 mm.

ad 6. Pod kryterium spoiwości i szczelności rozumieć należy zdolność stosowanej substancji do tworzenia powłok bez porów, pęcherzy lub kanałków, które mogłyby się stać drogą przecieków. Dezyderat ten narzuca pewne warunki na metodę otrzymywania szczeliwa, które nie może zawierać w sobie dużej ilości bardzo lotnych, szybko parujących czynników, które wydzielając się z szczeliwa tworzyłyby pęcherze i pory.

ad 7. Elastyczność szczeliwa winna być tego rodzaju, aby przy uginaniu się i skręcaniu elementów struktury samolotu (skrzydła, kadłub) nie następowały jakiegokolwiek pęknięcia w warstwie uszczelnacza. Odkształcenia samolotu nie mogą doprowadzić też do odwarstwiania się substancji uszczelniającej w wyniku ścinania między powierzchnią szczeliwa a elementami struktury, co z kolei wywodziłoby się z różnic w module sprężystości (zjawisko to miałoby miejsce, gdyby moduł sprężystości szczeliwa był wyższy od modułu sprężystości materiału struktury).

ad 8. Zagadnienie możliwości przeprowadzania napraw jest sprawą dość złożoną. Chodzi mianowicie o uzyskanie takiego tworzywa, które dałoby się nakładać na starą warstwę substancji uszczelniającej. Należy przy tym wziąć pod uwagę, że stara warstwa szczeliwa miała już kontakt z paliwem. Nowo nałożona warstwa uszczelnacza nie może się odwarstwiać od starej, ogólnie biorąc, musi ona utworzyć z nią monolit o własnościach równorzędnych tym, jakie uzyskuje się przy pierwotnym uszczelnianiu. Oczywiście, zabiegi technologiczne towarzyszące tego rodzaju naprawie nie mogą wymagać jakichś specjalnych urządzeń i szczególnie wysokich „kwalifikacji” personelu. Muszą się dać przeprowadzić nawet w warunkach polowych.

ad 9. Prostota stosowania jest problemem dość trudnym i może być decydującą o przydatności danego tworzywa. Należy zwrócić w tym miejscu uwagę na szereg czynników, składających się na to zagadnienie. Substancja uszczelniająca nie może charakteryzować się własnościami trującymi. Wymagałaby bowiem w tym przypadku stosowania specjalnego sprzętu ochronnego dla personelu i operowania nią w specjalnych pomieszczeniach z wyciągami, dygestoriami itp. Oczywiście jest, że substancja ta nie może być sama przez się materiałem wybuchowym, ani nie może stawać się nim w toku procesu technologicznego. Proces uszczelniania powinien być technologicznie prosty, tzn. winien dać się przeprowadzić przez nisko kwalifikowany personel i bez specjalnych instalacji jak np. prasy, nagrzewarki itp.

W celu zapoznania się z metodami stosowanymi obecnie przy uszczelnianiu integralnych zbiorników skrzydłowych omówimy konkretne rozwiązania tego problemu w samolotach English Electric P1, Convair F 102A oraz Chance Vaught Crusader.

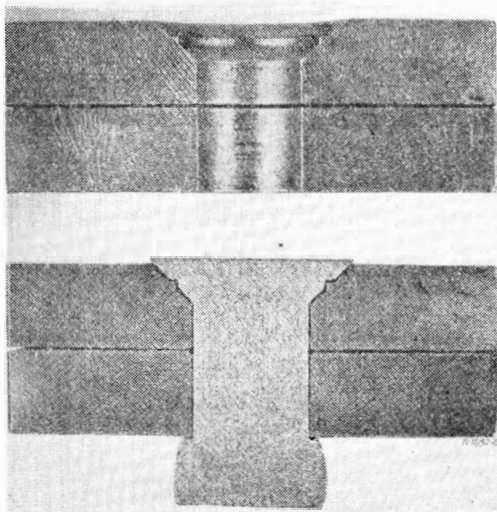
Przy uszczelnianiu skrzydła samolotu P1 konstruktorzy poszli dwoma drogami, uzupełniającymi się wzajemnie, dzięki czemu wzrosła pewność i niezawodność uszczelnienia.

Opracowano mianowicie specjalny typ połączeń śrubowych i nitowych samouszczelniających oraz dla zwiększenia pewności połączeń wprowadzono dodatkowo szczeliwo plastyczne Hycatrol H. E. 4. Istotę połączenia powłok przy użyciu wkrętów ilustruje rys. 1. Wkręt ma u podstawy łba ostrą krawędź, która wciska się w miększy od niej materiał podłoża. Odwrotne rozwiązanie zastosowano w przypadku połączenia nitowego. Ze względu na to, że twardość łączonych blach jest wyższa od twardości nitów ostra krawędź wykonana została w blasze pokryciowej (rys. 2). Oprócz tego, jak już powiedziano, powierzchnie styku łączonych części pokrywano dodatkowo warstwą substancji uszczelniającej krawędzie powlekaną warstwą szczeliwa. Każdy nit,



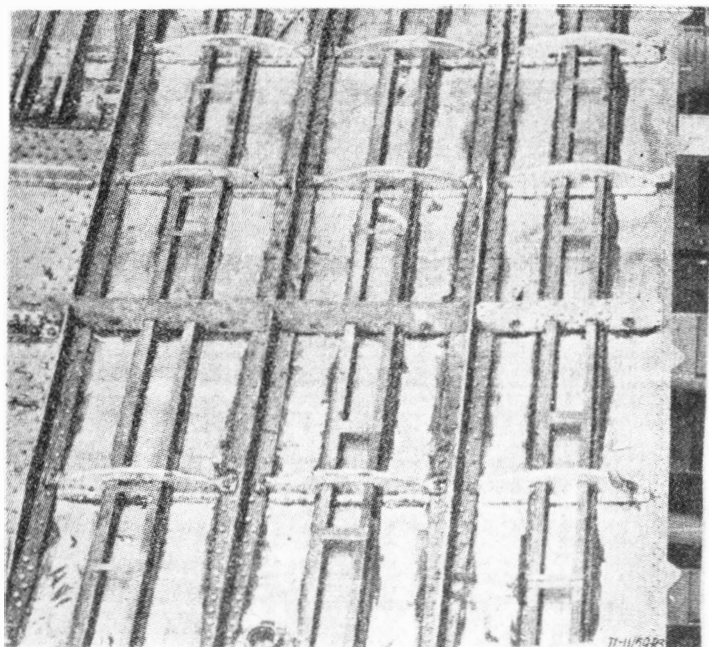
Rys. 1. Połączenie powłok zbiornika integralnego za pomocą wkrętów o specjalnej konstrukcji z „ostrą krawędzią” u nasady łba

pomimo że były one, jak już wzmiankowaliśmy typu samouszczelniającego, zanurzano przed założeniem w substancję uszczelniającą. Każda zakuwka nitu była również uszczelniana Hycatrole (rys. 3). W ten sam sposób przygotowywano do założenia sworznie i wkręty, przy czym pod nakrętki podkładano specjalne podkładki uszczelniające. Specjalną uwagę zwrócono na uszczelnienie otworów w narożach struk-



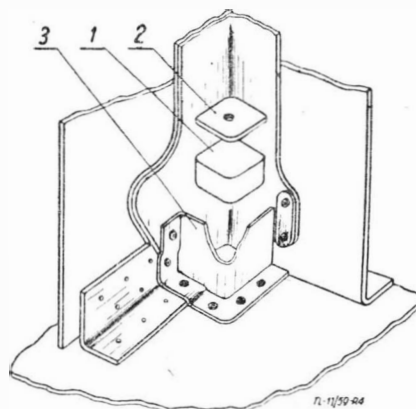
Rys. 2. Połączenie powłok zbiornika integralnego za pomocą nitów z zastosowaniem gniazd z „ostrą krawędzią”

tury. W tym celu w narożu, obudowane specjalną osłonką włożono klocek z gumy syntetycznej, mocno dociskany śrubą do powierzchni uszczelnianych (rys. 4). W celu zlikwidowania otworów w częściach stosuje się korki z Hycaru dociśnięte płytką (rys. 5).



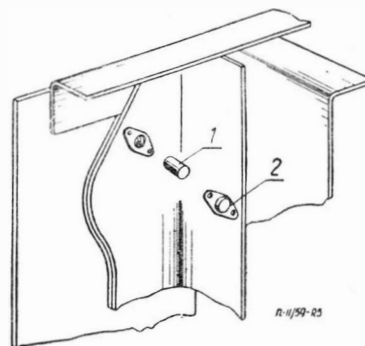
Rys. 3. Uszczelnienie szwów nitowych Hycatrole

W celu uszczelnienia zbiornika integralnego samolotu F 102-A zastosowano uszczelniacz w postaci taśmy politetrafluoroetylenowej. Taśmę uszczelniającą AF-10 nakłada się na powierzchnie uprzednio zagruntowane gruntem FC-1290. Następną operacją jest wygrzanie gruntu w tem-



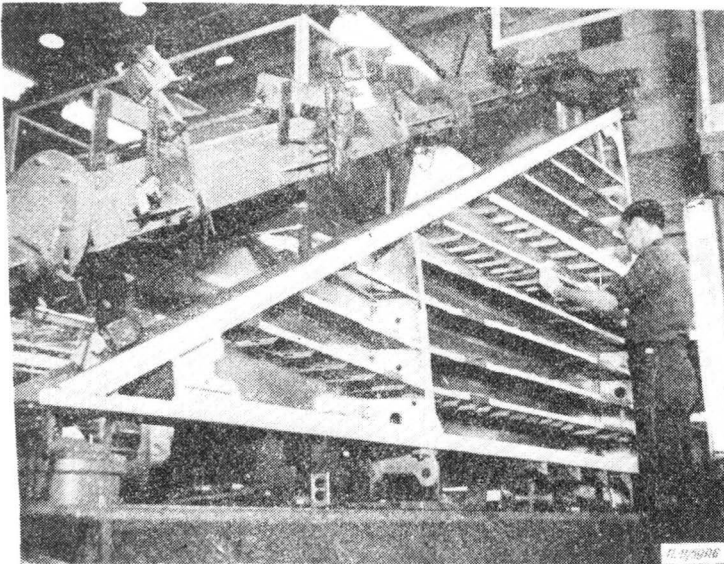
Rys. 4. Uszczelnienie naroża klockiem z gumy syntetycznej: 1 — klocek, 2 — płytka oporowa, 3 — gniazdo

peraturze 65°C w ciągu 30 minut. Po nałożeniu uszczelniacza AF-10 następuje ponowna obróbka cieplna w temp. 165°C. Większe szczeliny, jak np. naroża, uszczelniono kitem typu tiokolowego. W celu uzyskania mocnego docięnięcia do siebie powierzchni uszczelnianych zastosowano specjalnie do tego



Rys. 5. Uszczelnienie otworu za pomocą korka z Hycaru: 1 — korek, 2 — płytka dociskowa

celu opracowany typ nitów. Na rys. 6 pokazano przebieg nakładania taśmy uszczelniającej na strukturę skrzydła. Taśmę tę następnie dziurkuje się, aby przy zakładaniu nitów nie spowodować przesunięcia się jej z właściwego miejsca



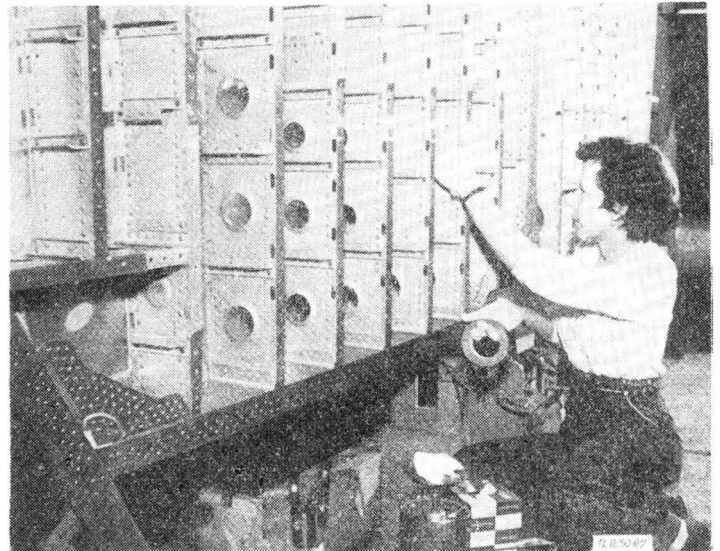
Rys. 6. Przebieg nakładania taśmy uszczelniającej na strukturę skrzydła

(rys. 7). Oprócz uszczelnienia powierzchni styku części, uszczelnieniu podlega każdy nit.

Inną drogą poszła firma Chance Vought w swym samolocie Crusader. Sposób uszczelnienia ilustruje rys. 8. Pod łbami nitów, w otaczających je pierścieniowych kanałach umieszczono podkładki uszczelniające 1. Podobnie za pomocą podkładek zostały uszczelnione również zakuwki nitów 2. Poza tym na półce żebra 3 nacięto kanałek 4, mający połączenie z gwintowanymi otworami 5, rozmieszczonymi w podziatce około 100 mm. Przez te otwory wciśnięto pastę uszczelniającą, tworząc w ten sposób przegrodę paliwoszczelną. Po wykonaniu tej operacji otwórki zaślepiono wkrętami 6.

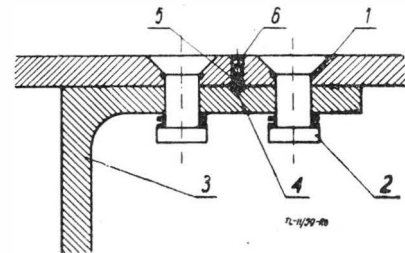
Po zapoznaniu się z wymaganiami i stosowanymi już metodami uszczelnień warto zastanowić się nad najwłaściwszą, „idealną” metodą. Podane powyżej przykłady zbiorników integralnych zamionowały się dość skomplikowanym przebiegiem technologicznym. Wydaje się, że stosowanie taśmy uszczelniającej, wymagającej podgrzewania — jak to ma miejsce w skrzydle samolotu F 102-A, czy też specjalnych „korków” i klocków gumowych dla uszczelniania naroży (samolot P 1) — nie jest metodą najbardziej wskazaną i ekonomiczną.

Najidealniejszym byłoby zastosowanie takiej technologii, gdzie procesowi uszczelniania poddany byłby kompletnie wykonany, zanitowany zbiornik (skrzydłowy czy też ewentualnie kadłubowy). Rzadko płynny uszczelniacz wlewałoby się przy tej metodzie do wnętrza zbiornika przez wzierniki czy też specjalne otwory wlewowe. Następnie obracając zbiornikiem rozprzodadzałoby się szczeliwo po całej powierzchni zbiornika. Oczywiście uprzednio musiałyby być zatkane specjalnymi zaślepkami (np. z blachy) i okitowane wszystkie większe szczeliny i otwory (np. na złącza arkuszy blach, w narożach żeber itd.). Nadmiar uszczelniacza, który nie przylgnąłby do ścianek zbiornika należałoby usunąć tą samą drogą jaką został on wprowadzony. Oczywiście w przypadku, gdyby w ten sposób utworzona powłoka była zbyt cienka, proces można by powtórzyć kilkakrotnie. Uszczelniacz musiałby się charakteryzować zdolnością do łączenia się między sobą kolejnych warstw. Metoda ta, aczkolwiek ze względu na prostotę procesu, bardzo obiecująca, może być jednak zawodna pod względem uzyskiwania uszczelnienia o jakości gwarantowanej. Mogą się bowiem w konstrukcji struktury znaleźć takie zakątki i miejsca trudno dostępne, do których uszczelniacz nie dostałby się samoczynnie i uszczelnienie nie nastąpiłoby. Można by temu zapobiec przez zapewnienie odpowiedniej kontroli. Nie byłby to jednak problem łatwy do rozwiązania, zwłaszcza jeśli chodzi o cienkie skrzydła współczesnych szybkich samolotów. Czynnikiem sprzyjającym byłoby tu stosowanie pokryć integralnych ze względu na zmniejszoną liczbę nanitowanych usztywnień. Spodziewać się należy, że metoda ta jest metodą przyszłościową, wymaga ona jednak bardzo starannego opracowania typu uszczelniacza, procesu uszczelniania i dopasowania do niego konstrukcji.



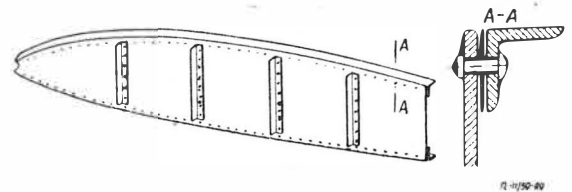
Rys. 7. Taśma uszczelniająca po operacji dziurkowania

Pewniejszą, aczkolwiek bardziej pracochłonną byłaby metoda, opierająca się na wielofazowości procesu uszczelniania. Polegać ona będzie na stopniowym uszczelnianiu części, podzespołów, zespołów aż do montażu ostatecznego. Pozwoli to na przeprowadzenie kontroli dużej liczby punktów uszczelnianych już w początkowym stadium produkcji, ograniczając ostateczną, trudniejszą kontrolę do stosunkowo niedużej liczby miejsc. Warstwę uszczelniacza nakładać się będzie na powierzchnie styku części łączonych oraz w otwory nitowe

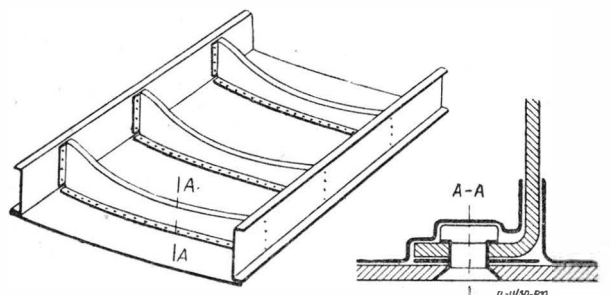


Rys. 8. Uszczelnienie skrzydła samolotu Crusader

(rys. 9). Po połączeniu części w duży zespół następuje dodatkowo uszczelnienie krawędzi łączonych części oraz zakuwek nitów (rys. 10). Końcową fazę montażu i uszczelnienia ilustruje rys. 11. Ogranicza się ono do założenia i uszczelnienia stosunkowo niewielkiej liczby nitów. Wskazane byłoby, aby nakładanie uszczelniacza mogło odbywać się bądź za pomocą

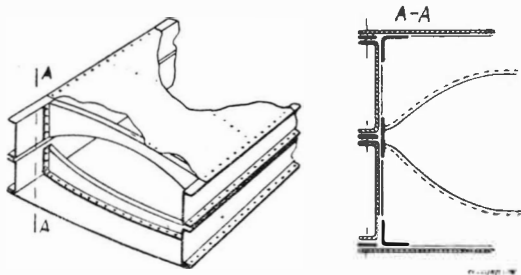


Rys. 9. Uszczelnienie drobnych części struktury i nitów



Rys. 10. Uszczelnienie krawędzi części łączonych i zakuwek nitów

pędzla, bądź pistoletu lakierniczego. Naroża, większe szczeliny itp. należy uszczelnić wstępnie za pomocą wkładek (rys. 12), na których będzie się mogła oprzeć następnie warstwa uszczelniaacza. Mniejszej otwory można uszczelnić wstępnie kitem typu kitu tiokolowego, a później pokryć dodatkowo warstwą ciepłego uszczelniaacza.

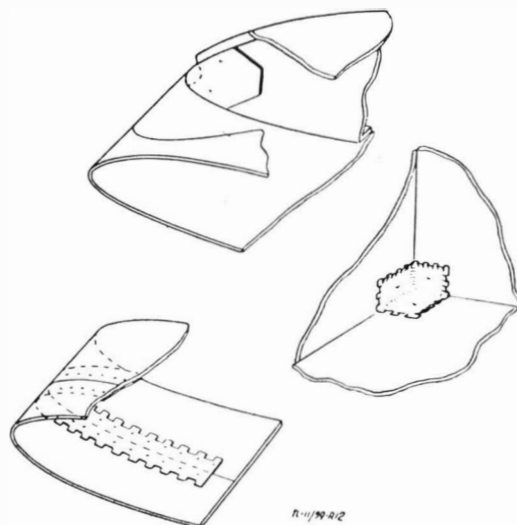


Rys. 11. Uszczelnienie dużych zespolów

Przy obu podanych powyżej metodach stosować można uszczelniaacza, które w celu stwardnienia i związania z podłożem wymagać będą działania podwyższonej temperatury (piece oporowe, nagrzewanie promiennikami lub strumieniem ciepłego powietrza, wpuszczonego do wnętrza zbiornika). Jednak wygodniejszymi w zastosowaniu będą bez wątpienia takie typy uszczelniaaczy, które tego rodzaju zabiegów nie będą wymagać.

Omówione powyżej przykłady zastosowania zbiorników integralnych odnosiły się do nowoczesnych samolotów myśliwskich. Faktu tego nie należy jednak interpretować w ten sposób, że zbiorniki integralne znajdują zastosowanie tylko w tej grupie samolotów. Sytuacja kształtuje się w ten sposób, że zbiornik integralny jest w wypadku samolotu myśliwskiego nieodzownym i bezwzględnie koniecznym rozwiązaniem. Tym niemniej obecnie obserwujemy coraz częstsze stosowanie tego rozwiązania w samolotach komunikacyjnych i transportowych. Przykładem może być choćby Convair 204 eksploatowany między innymi przez P. L. L. „Lot”.

Kluczowym zagadnieniem, które wymaga generalnego rozwiązania przed powszechnym zastosowaniem zbiorników integralnych jest opracowanie właściwych uszczelniaaczy i opanowanie technologii ich stosowania. Rozwiązanie tego



Rys. 12. Uszczelnienie naroży, styków blach za pomocą wkładki i warstwy kitu

problemu wymaga ścisłej współpracy chemików (opracowanie metod wytwarzania substancji uszczelniających), technologów (metody ich zastosowania) i konstruktorów (opracowanie konstrukcji zbiorników integralnych).

LITERATURA

- Flight, 24 maj 1957, 10 styczeń 1958 r.
 Aircraft Engineering, kwiecień 1958 r.
 Aeroplane, 10 styczeń 1958 r.
 Aircraft Production, luty 1958 r.
 Swierchzrukowyje Samoety, Oborongiz, Moskwa 1958.

LUDZIE I ZDARZENIA

Mgr inż. STANISŁAW MADEYSKI

Polskie badania oświetlenia kabin samolotów sprzed ćwierćwiecza

Czytelnicy „Techniki Lotniczej” pamiętają zapewne, że w zeszyte nr 2 z roku 1957 (str. 37) naszego pisma zamieściliśmy artykuł mgra inż. Kwiryna Zuchowicza pt. „Oświetlenie samolotu”. W pracy tej mgr inż. Zuchowicz podał zestawienie dostępnych mu najnowszych poglądów dotyczących zagadnień oświetlenia samolotów. Zwłaszcza interesujące były informacje o oświetleniu wnętrza samolotów z uwzględnieniem właściwości oka ludzkiego. Autor wysnuł na podstawie zebranego materiału ze źródeł angielskich, amerykańskich i radzieckich wnioski o konieczności przeprowadzenia badań i prób porównawczych w celu przejścia na oświetlenie wnętrza kabin załogi samolotów światłem czerwonym lub pomarańczowym.

Z treścią tego artykułu zapoznał się dr Władysław Pol, lekarz — okulista, specjalista znany od wielu lat licznym rzeszom pilotów, zarówno z okresu międzywojennego jak i powojennego. Od dra Pola, za pośrednictwem mgra inż. Zuchowicza otrzymaliśmy do wykorzystania fotokopie pracy napisanej przez dra Pola pt. „Wybór kolorowego światła do oświetlenia kabiny samolotów”, opublikowanej w nr 2 z roku 1933 Polskiego Przeglądu Medycyny Lotniczej. Praca ta jest sprawozdaniem ze studiów i badań przeprowadzonych przez dra Pola w Centrum Badań Lotniczo-Lekarskich i w Instytucie Badań Technicznych Lotnictwa. Praca obejmuje tekst na 11 stronach formatu B5 w układzie jednoszp-

alnym (wiersz 12 cm), jeden rysunek przedstawiający zdjęcie widm lamp kolorowych, trzy tablice zawierające wyniki doświadczeń, zestawienie piśmiennictwa z dziewięcioma pozycjami wskazującymi na 3 prace w języku francuskim, 3 — w języku niemieckim i po 1 — w językach włoskim, angielskim i polskim oraz streszczenie w języku francuskim.

Jest to dla nas bardzo interesujące, że postulaty wypowiedziane wówczas — przed ćwierć wiekiem — są zgodne z wnioskami, opartymi na współczesnych informacjach zagranicznych, wysnutymi w artykule mgra inż. Zuchowicza, zamieszczonym w naszym piśmie w roku 1957. Możemy być dumni, że doświadczenia polskie, przeprowadzone już tak dawno nie straciły aktualności jeszcze obecnie. Z drugiej jednak strony niepokojącym objawem jest mała skuteczność publikacji, która nie doprowadziła do wyników ostatecznych polegających na wprowadzeniu oświetlenia uznanego po doświadczeniach i badaniach za najwłaściwsze pod każdym względem.

Mamy niepłonną nadzieję, że zamieszczenie teraz przez nas, ciekawej — chociażby ze względów historycznych — wzmianki o badaniach dra W. Pola w połączeniu z artykułem mgra inż. K. Zuchowicza z roku 1957 spowodują zwrócenie baczniejszej uwagi na propozycje zawarte w obydwu pracach. Spodziewamy się, że będzie nam dane Czytelników naszych poinformować — oby jak najprędzej — o konkretnych

wynikach prac i doświadczeń przeprowadzonych w oparciu o wskazania wymienionych prac. Chcielibyśmy o tych wynikach pisać w dziale „Produkcja” lub „Notatnik użytkownika”, a nie — dopiero po wielu latach — znowu w dziale „Ludzie i zdarzenia”.

Z cytowanej pracy dra W. Pola zamieszczamy poniżej wyjątki obejmujące najistotniejsze jej cechy oraz wnioski dotyczące spraw technicznych rozwiązania problemu oświetlenia wnętrza kabin samolotów, które mogą zainteresować Czytelników „Techniki Lotniczej”, nie tylko ze względów historii osiągnięć polskiej nauki i techniki lotniczej. W wyjątkach publikowanych pozostawiliśmy oryginalną pisownię (z okresu przed reformą pisowni polskiej z roku 1936) oraz mianownictwo i słownictwo lotnicze.

Autor opisuje doświadczenia przeprowadzone przez dra H. E. Roafa, badania które wykonali Taltenti Sesare i Hugo Gasteiger, oraz prace Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej z roku 1931 w Cambridge. Następnie podaje Autor szczegółowy przebieg własnych doświadczeń, przy czym wysnuwa z wyników swych badań szereg konkretnych wniosków.

„Sprawa poruszona przeze mnie, jak i wiele innych zagadnień, wyłaniających się w miarę udoskonalenia techniki w lotnictwie, oczekuje jeszcze na opracowanie. Kwestja wyboru koloru światła w kabinie w związku z nocnymi lotami dotychczas w żadnym państwie nie jest jeszcze ostatecznie rozstrzygniętą, i kolory lampek w kabinach są dowolnie dobierane. Rozwiązanie tej kwestji jest bardzo na czasie w miarę rozwoju nocnej komunikacji powietrznej i obojętnych ćwiczeń nocnych w lotnictwie wojskowym...” (str. 86)

„Cała zatem sztuka oświetlenia kabiny pilota powinna polegać na urządzeniu takiego oświetlenia, któreby nietylko umożliwiałoby pilotowi rozpoznawanie przyrządów na tablicy rozdzielczej i czytanie mapy, lecz i nie psuło mu zdolności widzenia w nocy bezpośrednio po zgaszeniu lampki. Na podstawie wywiadów z pilotami i własnej obserwacji śmiem twierdzić, że w obecnym czasie sposób rozmieszczania lampek, siła światła, oraz kolor światła, nie odpowiadają koniecznym warunkom...” (str. 87)

„W wyniku spostrzeżeń w czasie moich doświadczeń można było stwierdzić, że światła zielone, fioletowe i niebieskie w pierwszej chwili po zgaszeniu pozostawiają niepożądane wrażenie świetlne w postaci przebiegających obłoczków, jako następstwo podrażnienia plamki żółtej, gdyż przesuwają się jednocześnie z ruchami oczu, a w miarę rozwiewania się mgiełki zaczynają być widoczne obserwowane punkty. Przeciwnie, w bardzo małym stopniu to zjawisko występuje po kolorze ciemno-pomarańczowym i czerwonym. Przepatrując na tablicy dane liczbowe, wskazujące ile sekund upływa do chwili odzyskania dobrego widzenia, widzimy, że najlepsze wyniki dało światło czerwone, potem pomarańczowe i wreszcie niebieskie; pozostałe wogóle nie powinny być brane pod uwagę. Co do niebieskiego, to ze względu na to, że po zgaszeniu wywołuje pewne zamglenie, i że jest dość ciemne, powinno być postawione na drugim planie.

Na pierwsze miejsce wysuwa się światło ciemno-pomarańczowe, jako jaśniejsze od czerwonego, — czynnik bardzo ważny dla dokładnego odczytywania zegarów i map. W tym sensie wypowiedział się również angielski fizjolog Flack na podstawie tylko swych subiektywnych obserwacji, jak się okazało — zupełnie trafnych. Należy dodać, że czysty czerwony kolor, jak mnie informowali niektórzy piloci, zbyt drażni oczy, a więc i z tego punktu widzenia należy dać pierwszeństwo kolorowi pomarańczowemu, działającemu łagodniej...” (str. 91—92)

„Z poczynionych doświadczeń i rozważań wysnuwam następujące wnioski:

1) najjaśniejsze oświetlenie (po białym) daje kolor zielony;

2) kolory — fioletowy i niebieski są ciemniejsze od czerwonego i pomarańczowego;

3) przy kolorze czerwonym i pomarańczowym uzyskuje się lepszą ostrość wzroku;

4) najmniej psuje adaptację oka do ciemności kolor czerwony, więcej pomarańczowy;

5) kolor czerwony więcej podrażnia siatkówkę od pomarańczowego...” (str. 92)

„Jeśli chodzi o techniczne rozwiązanie zagadnienia, to dla osiągnięcia pożądanego oświetlenia, należy zastosować w żarówkach kolorowe szkło. Lakierowanie powierzchni lampek nie jest celowe, ponieważ lakier szybko pęka i odskakuje. Ta kwestja powinna być opracowana w porozumieniu z przedstawicielem hut szklanych, przyczem należy zwrócić uwagę na grubość ścianki lampki, amperaży i woltaży, słowem należy stworzyć typ żarówki standartowej, wyrabianej masowo i dostarczanej do formacji lotniczych w odpowiednich ilościach. W lotnictwie używana jest żarówka 24 voltowa (0,4 amper) — 9,6 wat. Ponieważ ciemno-pomarańczowy kolor przepuszcza około 30% światła, siła oświetlenia takiej lampki będzie wyrosła około 4-ch świec.

Kwestję oświetlenia kabiny pilota zajmował się w Z. S. R. R. Bieriozko, traktując je z punktu widzenia użycia jaknajmniejszej ilości światła, by uniknąć uszkodzenia adaptacji do ciemności, a jednocześnie dostarczyć dostatecznej siły światła dla należytego odczytywania zegarów i map. Na podstawie tych badań stwierdził, że najlepiej do tego celu nadają się żarówki o sile 5 watów i 5—8 voltów. Ponieważ operował tylko białym światłem, a nie kolorowym, mógł używać słabszych lampek. Przy naszych warunkach pomarańczowe lampki odpowiadałyby tym wymaganiom.

Przechodząc do kwestii sposobu oświetlenia zegarów kabiny, należałoby zastanowić się nad tem, w jakim miejscu należy lampki umieszczać i czy lampki mają być ruchome, czy też umocowane na stałe. Głos w tej sprawie zasadniczo powinni zabrać specjaliści inżynierowie, chciałbym jednak dać pewne wytyczne, tembardziej, że w niektórych płatowcach rozmieszczenie lampek jest nieodpowiednie. Oświetlenie tablic można rozwiązać w różny sposób, a więc źródło światła może być umieszczone: 1) przed tablicą osłonięte od strony pilota; 2) między podwójnymi tablicami, wówczas światło pada jedynie na zegar i nie oświetla reszty tablicy; 3) może być zainstalowane poza tablicą pod warunkiem, że zegary będą ze szkła matowego. W kabinie samolotu jednak, ze względu na masowność zegarów, ich liczbę oraz często rozmieszczenie ich w różnych płaszczyznach, trzeci sposób oświetlenia nie będzie miał zastosowania. W przypadkach gdy zegary są umieszczone w jednej płaszczyźnie, sposób oświetlenia podany w pkt. 2) byłby najodpowiedniejszy, wówczas należałoby zainstalować przynajmniej dwie dodatkowe lampki z boków dla oświetlenia w razie potrzeby reszty kabiny. Busola w każdym razie powinna być oświetlona osobno, łagodnym, równym światłem. W wypadkach, gdy drugiego sposobu oświetlenia nie dałoby się zainstalować, wystarczą dwie lampki, zainstalowane z boków w sposób praktykowany na płatowcu Potez' XXV...” (str. 93—95)

„Na tem kończę swoje rozważania i spostrzeżenia nad oświetleniem kabiny pilota, oddając do dyspozycji konstruktorom zastosowanie tych zasad w praktyce lotniczej.” (str. 96).

Niestety, to ostatnie wezwanie, rzucone na zakończenie pracy dra Władysława Pola, zwrócone przez lekarza lotniczego do konstruktorów lotniczych, pozostało przez wiele lat bez echa. Może obecnie zostanie ono wreszcie realizowane i zapewni naszym załogom właściwą pracę podczas wykonywania trudnych lotów w warunkach nocnych. Wydaje nam się, że „Technika Lotnicza”, oddając swoje łamy na omówienie tych zagadnień, w skromnej mierze przyczyniła się do tego, aby sprawę oświetlenia kabin samolotów popchnąć naprzód.

Normalizacja w lotnictwie

Inż. HIERONIM GONSTOL

W sprawie uwag inż. J. Czarnego i mgr inż. S. Sulikowskiego do artykułu „Kształt i wielkość cyfr oraz znaków skal przyrządów pomiarowych”

Zamieszczając w numerze 1/59 „Techniki Lotniczej” artykuł pt. „Kształt i wielkość cyfr oraz znaków skal przyrządów pomiarowych” miałem na uwadze następujące cele:

a. Uzupełnienie informacjami punktu 3.5 w artykule mgr inż. Mrugałskiego pt. „Projektowanie skal przyrządów pomiarowych” („Technika Lotnicza” nr 5/58).

b. Zwrócenie uwagi na wątpliwą przydatność normy PN/M — 01063 w zastosowaniu do przyrządów pomiarowych.

c. Zwrócenie uwagi na tryb powstawania norm.

d. Wobec braku stałej informacji normalizacyjnej w dziedzinie lotnictwa, zapoczątkowanie jej, dzięki czemu — ogół Czytelników „Techniki Lotniczej” posiadałby ogólną orientację co do rozwoju i kierunków działalności normalizacyjnej w kraju jak i na terenie międzynarodowym. Jednocześnie podawanie stałej informacji miałyby służyć popularyzowaniu samej normalizacji, której dotychczasowe traktowanie jako „piątego koła u wozu” jest zjawiskiem szczególnie dobrze znanym i odczuwanym wśród pracowników komórek normalizacyjnych.

Zamieszczone w zeszyte nr 2/59 („Techniki Lotniczej”), wypowiedzi inż. J. Czarnego i mgr inż. S. Sulikowskiego jako autorów „Uwag” do mego artykułu świadczą o potrzebie stałej informacji, jak i omawiania różnych zagadnień normalizacyjnych. Stałe poruszanie tych zagadnień pozwoli uniknąć nieporozumień wynikających z braku wspólnego języka jak i różnego pojmowania spraw związanych tak z samym procesem powstawania dokumentów normalizacyjnych jak i wszelkimi zjawiskami występującymi w związku z tym procesem.

Ustosunkowanie się do „Uwag” wyżej wymienionych Autorów wymaga rozpatrzenia ich pod kątem zagadnień w nich poruszonych, które są następujące:

1. Ośrodek normalizacyjny.
2. Komórki normalizacyjne w przedsiębiorstwach i innych instytucjach, którym funkcji ośrodków nie powierzono.
3. Działalność normalizacyjna w ramach współpracy z ISO/TC 20 — Lotnictwo.
4. Powstawanie norm.
5. Krytyka projektu zalecenia ISO/TC 20.

Szczegółowe omówienie wymienionych punktów zajęłoby zbyt wiele miejsca. Z tego względu ograniczę się jedynie do pewnych fragmentów zakładając, że na wyczerpujące omówienie przyjdzie czas w przyszłości.

1. Ośrodek normalizacyjny. Pod określeniem ośrodek normalizacyjny rozumiemy instytucję powołaną do pełnienia funkcji ośrodka dla określonej gałęzi przemysłu. Kierownikiem ośrodka jest zastępca dyrektora do spraw naukowych (w instytutach) lub zastępca do spraw technicznych (w zjednoczeniach, centralnych biurach konstrukcyjnych, zakładach przemysłowych itp.). W skład ośrodka, z obowiązku służbowego wchodzi komórka normalizacyjna i wszystkie specjalistyczne zakłady lub oddziały instytucji, której funkcje ośrodka powierzono. Oprócz tego do ośrodka należy zaliczyć komisję normalizacyjną i referentów lub zespoły opracowujące (grupy robocze) projekty norm. Członkowie Komisji Normalizacyjnej są powoływani przez ministra odpowiedniego resortu na wniosek kierownika ośrodka. W skład Komisji wchodzi specjalista spośród pracowników instytucji sprawującej funkcje ośrodka, jak i innych instytucji zainteresowanych zakresem działalności danego ośrodka. W miarę potrzeby mogą być zapraszani dodatkowo rzeczoznawcy. Komisja Normalizacyjna jest częścią składową ośrodka, ale jej członkowie w większości nie są związani zależnością służbową.

W ramach instytucji sprawującej funkcje ośrodka na szczególną uwagę zasługuje rola komórki normalizacyjnej. W tym przypadku, komórka normalizacyjna spełnia równoległe dwie funkcje, a mianowicie:

a. Jako komórka normalizacyjna instytucji, na terenie której istnieje (zadania jak dla komórek w instytucjach i zakładach, którym funkcji ośrodka nie powierzono).

b. Jako komórka spełniająca zadania związane z działalnością ośrodka.

Aby móc wykonać wszystkie zadania związane z pełnieniem wymienionych funkcji, konieczna jest odpowiednia organizacja komórki i samej pracy, a oprócz tego potrzebne są wszelkie środki działania (kompletny zbiór dokumentów normalizacyjnych, pracownicy, fundusze, dokumenty określające szczegółowe zasady organizacyjne itp.), bez których o prawidłowej działalności nie może być mowy. Dla wyjaśnienia należy dodać, że narzucone zadania są bardzo rozległe. Odnośnie Zarządzenie Ministra ujmuje zadania ogólnie pewną liczbą punktów, z których każdy wymaga odpowiedniego rozwinięcia.

Dla pojmowanego w ten sposób ośrodka stworzono podstawę prawną jego istnienia i działania w postaci Zarządzenia Ministra z dnia 24.04.58 r. w sprawie organizacji służby normalizacyjnej. Pomijając omówienie źródeł trudności stojących na drodze do rozwoju prawidłowej działalności ośrodka, można stwierdzić, że praktycznie istnieje dopiero załączek ośrodka, który nie jest w stanie rozwinąć działalności w założonym zakresie z braku podstawowych środków działania. Należy również stwierdzić, że do tej pory nie istnieją żadne zarządzenia regulujące zdobywanie potrzebnych środków.

Wobec takiego stanu (który nie jest tajemnicą wobec zakładów, a tym samym i dla Autorów „Uwag” jako pracowników jednego z tych zakładów), wypowiedzi pod adresem ośrodka jak i przypisywania Pracowni Normalizacyjnej Instytutu Lotnictwa pełnienie funkcji ośrodka, pozwalają na wysnucie podejrzenia co do całkowitego braku stałego zainteresowania się rozwojem normalizacji pod każdym względem. Pracownia Normalizacyjna IL nie stanowi ośrodka, a pełnienie jakichkolwiek funkcji związanych z działalnością ośrodka nie mogło mieć miejsca przed jego powołaniem. Jak z powyższego wynika, brak zainteresowania normalizacją, mieszanie pojęć i brak własnie wspólnego języka jest źródłem powstawania nieporozumień. W tym miejscu osmielał się na wyrażenie przypuszczenia, że z tych samych powodów rozwój normalizacji skazany jest na niepowodzenie.

2. Komórki normalizacyjne w przedsiębiorstwach i innych instytucjach (którym funkcji ośrodków nie powierzono). Przechodząc do omówienia tego zagadnienia, na wstępie należy stwierdzić fakt istnienia tych samych trudności, które występują w ośrodku. Jakkolwiek zakres ich działalności jest wyższy, to jednak środki działania będą te same, lecz tylko w innym rozmiarze. Komórka normalizacyjna w przedsiębiorstwie lub innej instytucji powinna być tym, czym powinien być ośrodek normalizacyjny w danej gałęzi przemysłu. Komórce normalizacyjnej powinna być zapewniona pomoc i współpraca innych działów. Powstawanie i rozpowszechnianie norm nie może odbywać się z jej pominięciem. Ta sama zasada winna być przestrzegana i w odniesieniu do wszelkich spraw związanych z normalizacją.

Do czasu ukazania się wspomnianego poprzednio Zarządzenia Ministra, komórki normalizacyjne wykonywały swoje zadania w oparciu o Zarządzenie Przewodniczącego PKPG nr 134 z 26 maja 1953 r. Zarządzenie to określało zakres działania komórek normalizacyjnych w ministerstwach, centralnych zarządach, instytutach i w zakładach pracy. W zakresie działania dla instytutów nie istniała wzmianka o współpracy międzynarodowej. Natomiast była mowa o obowiązku opiniowania projektów norm otrzymywanych z innych instytutów, centralnych zarządów, ministerstw lub PKN. W związku z tym otrzymywane z PKN projekty zaleceń ISO/TC 20 były traktowane jak wszelkie inne projekty norm otrzymywane z tej instytucji. Opiniowanie projektów

norm organizowano więc w ramach Instytutu. Jak wiadomo, w tym czasie istniały w Instytucie biura konstrukcyjnego sprzętu lotniczego i w związku z tym opiniowanie nie napotykało na większe trudności. Opinie wydawane były traktowane jako opinie Instytutu Lotnictwa a nie jako lotnictwa w ogólności, gdyż inne instytucje związane z lotnictwem mogły również wypowiadać się w sprawie międzynarodowych projektów. Wobec tego sądzę, że dalsze wyjaśnienia są zbędne, dla stwierdzenia bezpodstawności zarzutu jakoby Pracownia Normalizacyjna Instytutu Lotnictwa pozbawiła wytwórców możliwości zabrania głosu w dyskusji i wyrażenia swych uwag w sprawie omawianego projektu.

3. Działalność normalizacyjna w ramach współpracy międzynarodowej z ISO/TC 20. Sprawa ta, jako mało znana ogółowi Czytelników „Techniki Lotniczej” wymagałaby szczegółowego omówienia. Ograniczę się jednak tylko do pobieżnego poruszenia niektórych momentów mających związek z wypowiedziami Autorów „Uwag”.

Jeżeli chodzi o członkostwo w ISO/TC 20, to do końca 1956 r. Polska była tylko członkiem obserwatorem (wg danych z 1.1.1958 r. istniało 89 różnych komitetów ISO. W 69 komitetach Polska była członkiem współpracującym, a w 20 członkiem obserwatorem). Całość spraw spoczywała w PKN i tam również prowadzono wyłącznie zbiory dokumentów ISO/TC 20. W miarę, uznanej przez PKN, potrzeby wypowiedziania uwag przez Instytut Lotnictwa, projekty norm kierowano do zaopiniowania. Projekt wraz z opinią zwracano do PKN. Wszystkie sprawozdania z 5 pierwszych plenarnych zjazdów tego Komitetu, które odbyły się do końca 1956 r. świadczą, że Polska w nich udziału nie brała. W 1957 roku Polska została członkiem współpracującym i w związku z tym powstała sprawa wysłania delegacji na 6 Plenarny Zjazd w Paryżu (maj 1957 r.). W związku z tym PKN zwrócił się do Instytutu Lotnictwa w sprawie zaproponowania przedstawicieli, którzy weszliby w skład delegacji polskiej. Instytut ze swej strony przedstawił kandydatów, do których uczestnictwa wyrażono zgodę. W związku z tym zaistniała potrzeba przygotowania dokumentów ISO/TC 20 związanych z programem prac Zjazdu. Trudności, na jakie przy tym natrafiono, spowodowały konieczność starania się o prawo posiadania przez Instytut Lotnictwa kompletnego zbioru dokumentów ISO/TC 20. Większa liczba egzemplarzy otrzymanych przez PKN z tytułu zmiany rodzaju członkostwa, stworzyła możliwości posiadania zbioru. Zbiór ten do chwili obecnej nie jest jeszcze całkowicie skompletowany z uwagi na wyczerpanie dokumentów pochodzących z lat poprzednich (brak 93 dokumentów na ogólnie znaną liczbę 347). W ramach krótkiego okresu, jaki dzielił termin Zjazdu od daty zawiadomienia, przygotowano wreszcie dla delegacji bardzo niekompletny zbiór dokumentów. Przy tej sposobności okazało się, że sprawa Zjazdu przez PKN nie była przygotowana. Wobec tego członkowie polskiej delegacji mogli wystąpić tylko jako obserwatorzy. Warto tu zaznaczyć, że pojawienie się polskiej delegacji było zaskoczeniem dla organizatorów, gdyż jak się okazało, zawiadomienie o składzie i przybyciu delegacji nie było znane w momencie otwarcia Zjazdu. Uwagi i spostrzeżenia naszych delegatów skierowały uwagę na niewłaściwe przygotowanie. W celu uniknięcia podobnej sytuacji w roku 1958 na 7 Plenarnym Zjeździe, włożono dużo wysiłku ze strony Pracowni Normalizacyjnej Instytutu Lotnictwa, na przygotowanie materiałów dla delegacji (dokumenty, stanowisko wobec propozycji itp.). Skład delegacji został ustalony. Do wyjazdu jednak nie doszło z powodu późnego złożenia wniosków paszportowych przez odnośną komórkę PKN. Jak z tego widać, naszych stałych przedstawicieli w ISO/TC 20 nie posiadamy, a niezrozumiały dla Autorów „Uwag” brak łączności między nie istniejącymi przedstawicielami a zakładami znajduje tu swoje wyjaśnienie. Zakładając, że w przyszłości udział naszych delegacji w Zjazdach będzie zapewniony, łączność będzie miała miejsce, lecz formą różniącą się od tej, którą wyobrażają sobie Autorzy „Uwag”. Pomijając na razie długotrwały proces powstania zaleceń międzynarodowych ISO, warto poruszyć sprawę ankietowania ich projektów w kraju. Odnośny dokument w tej sprawie jeszcze nie istnieje. Natomiast istnieje ustnie uzgodniony punkt widzenia Zakładu Energetyki i Komunikacji PKN oraz Pracowni Normalizacyjnej I. Lotn. z lipca 1958 roku, że ankietowaniem w kraju powinien zajmować się Ośrodek Normalizacyjny lotnictwa. W tym też kierunku Ośrodek zdążył, ale uprzednio należy stworzyć odpowiednie warunki. Posiadanie jednego (w obcym języku)

egzemplarza w zbiorze nie sprzyja poddawaniu pod szeroką dyskusję projektu zalecenia. Ankietowanie tylko bowiem w jednym zakładzie z pominięciem innych zainteresowanych nie pozwalałoby na ustalenie opinii lotnictwa krajowego. Ponadto zasięgiem ankietowania należy obejmować różne zakłady należące nieraz do innych gałęzi przemysłu własnego resortu, jak i zakłady i instytucje podległe innym resortom, o ile działalność ich wiąże się z tematem rozpatrywanego projektu zalecenia. W celu zorientowania czytelników co do wielkości zadań związanych z współpracą międzynarodową w zakresie lotnictwa należy dodać, że w obecnej chwili znanych jest 126 tytułów z czego 8 ujętych jest, już w postaci zaleceń, reszta zaś jest w postaci projektów zaleceń. Do wszystkich tych dokumentów stosunek polskiej normalizacji winien być określony, a to może nastąpić po uprzednim rozpracowaniu, które jest b. pracochłonne.

Zlikwidowanie wieloletnich zaległości wymaga dużego nakładu pracy i środków, którymi w obecnej chwili nie dysponujemy. Należy mieć również na uwadze, że tematy te dotyczą bardzo różnorodnych zagadnień występujących w lotnictwie, a więc: obsługa, płatowce, silniki, nity, śruby, materiały i ich znakowanie, elektrotechnika, radiotechnika, wymiary pilota, instalacje powietrzne i hydrauliczne, mechanika lotu, symbole graficzne, znakowanie instalacji, bezpieczeństwo, przyrządy pomiarowe itd. Lista rozpatrywanych tematów kształtuje się pod wpływem potrzeb związanych z obsługą sprzętu lotniczego w międzynarodowych bazach lotniczych.

W celu uzupełnienia całości tego punktu, należy omówić sprawę b. ważną, niestety często błędnie pojmowaną, tj. sprawę stosunku zalecenia międzynarodowego do normy narodowej, jak również poprawnego stosowania pewnych terminów. W artykule moim, wymienionym we wstępie, mówiąc o dokumentach ISO, nie użyłem w stosunku do nich ani razu terminu „norma” co odpowiada słowu „Standard” natomiast użyłem „zalecenia” (Recommendation), „projekt zalecenia” (Draft Recommendation) i „forma zalecenia”. Autorzy „Uwag” uznali widocznie, że norma oznacza to samo co zalecenie. Mieszając nazwy dokumentów zmienili sens mojej informacji. „Norma” międzynarodowa może powstać tylko wtedy, jeżeli przy opiniowaniu projektu zalecenia ma miejsce jednogłośnie wszystkich członków — państw. Jeżeli jednogłośnie brak, wówczas powstaje tylko zalecenie. Dotychczas w dziedzinie lotnictwa nie zdarzyła się taka jednogłośnie i wobec tego normy międzynarodowe jeszcze nie istnieją, a istnieją tylko same zalecenia. A teraz jaki jest stosunek zalecenia ISO do norm narodowych członków — państw którejkolwiek komitetu? Każde „zalecenie” jest tylko zaleceniem. Zalecenie nie jest normą dla państwa — członka i nie jest dokumentem prawnym. W związku z tym na tytułowej stronie każdego zalecenia ISO widnieje klauzula: „For each individual country the only valid standard is the national standard of that country” (Dla każdego poszczególnego kraju prawnie ważną normą jest tylko norma narodowa tego kraju). A więc dopiero norma krajowa jest ważnym dokumentem normalizacyjnym. Należy tu mieć na uwadze, że nie istnieje obowiązek upodobniania normy narodowej do zalecenia ISO. Norma może być bardzo rozwinięta i może obejmować wszystko to, co zostanie uznane do umieszczenia w niej za konieczne. Zgodność normy z zaleceniem ISO powinna mieć miejsce jedynie w części omawiającej przedmiot zalecenia.

4. Powstawanie normy. Zagadnienie to omawia broszura B. Mrozowskiego pt. „Jak powstaje norma” (Biblioteka Normalizatora, Wydawnictwo PKN, 1956 r.), którą każdy prenumerator Norm Polskich posiada w swoich zbiorach. Do tej właśnie broszury odsyłam zainteresowanych. W rozdziale 4, pkt. 4.1 tej broszury opisany jest cel i zasady uzgadniania projektu normy. Ze względu na posiadanie różniącego się od Autorów „Uwag” poglądu na sprawę ankietowania projektów norm zakładowych, uważam za konieczne poruszenie jeszcze raz sprawy dotyczącej „Normy zakładowej na litery, cyfry, znaki i jednostki mierzonych wielkości” opracowanej w WSK. Inicjatywa i cel opracowania normy był słuszny i pod tym względem nikt zastrzeżeń mieć nie może. Zastrzeżenia występują dopiero od momentu potraktowania normy „jako ściśle zakładowej” i uzasadnienia przyczyn, dla których nie była ankietowana. W związku z tym zastanówmy się nad odpowiedziami na cały szereg nasuwających się pytań:

a. Czy norma rzeczywiście ma charakter ściśle lokalny? — Należy stwierdzić że nie, gdyż jak głosi tytuł normy, dotyczy ona liter i cyfr, a te z pewnością stosowane są przez cały szereg zakładów produkujących różne przyrządy. Jeżeli chodzi o znaki i jednostki mierzonych wielkości, to nie jestem przekonany o ich ściśle lokalnym charakterze.

b. Dla kogo są produkowane przyrządy pomiarowe, czy tylko dla zakładu produkcyjnego w celu „zageszczenia” pustych pótek w magazynie, czy też dla odbiorców i użytkowników? — Nie ulega wątpliwości, że są produkowane na zamówienia odbiorców wymagających zgodności z pewnymi, przyjętymi przez nich warunkami technicznymi.

c. Czy wyprodukowane przyrządy poddawane są próbom państwowym? — Próby takie są przeprowadzane. Przeprowadza je uprawniony do tego Instytut, który wydaje odpowiednie orzeczenia. Na mocy wydawanych orzeczeń przyrządy są dopuszczane do eksploatacji.

d. Czy fachowcy zakładu produkującego współpracują i wymagają współpracy od fachowców instytutu lub wyższej uczelni? — Odpowiedź jest twierdząca, bo korzystanie z takiej współpracy jest konieczne.

e. Czy wymiana doświadczeń z innymi zakładami o zbliżonym charakterze produkcji jest korzystna? — Należy stwierdzić istnienie korzyści i co do tego wątpliwości istnieć nie mogą.

f. Czy zebrano informacje o prowadzeniu podobnych prac w kraju? — Na tle „Uwag” można stwierdzić, że nie.

g. Czy zebrano informacje co do istnienia w kraju norm w tym przedmiocie? — Również można odpowiedzieć przecząco.

h. Czy zainteresowano się istnieniem norm zagranicznych poza normami licencyjnymi? — Odpowiedź musi brzmieć przecząco.

i. Czy w innych zakładach krajowych produkujących przyrządy nie są stosowane te same normy licencyjne? — Należy spodziewać się, że tak, a w związku z tym istnieją podobne trudności.

Na tle wymienionych pytań i związanych z nimi odpowiedzi trudno jest dopatrywać się ściśle lokalnego charakteru przedmiotu normy, a w związku z tym potraktowania jej jako „ściśle zakładowej” należy uważać za niewłaściwe. Wobec takiego stwierdzenia, ankietowanie normy byłoby konieczne. Droga ankiety możliwa stałoby się uzgodnienie normy ze wszystkimi stronami zainteresowanymi. Jednocześnie zebrane tą drogą informacje uchroniłyby przed przykrymi następstwami „zbytecznej i kosztownej dwutorowości”.

Autorzy „Uwag” te wszystkie momenty pominęli i tym samym nie mogli dopatrzeć się niewłaściwego potraktowania normy.

W tym miejscu należy zwrócić uwagę jeszcze na pewne okoliczności podważające słuszność stanowiska Autorów „Uwag”, a mianowicie:

Omawiana norma zakładowa (jak podają Autorzy „Uwag”) powstała w I kw. 1958 r., zarządzenie zaś o powstaniu ośrodków pochodzi z dnia 24.4.1958 r.; data otrzymania 10.5.1958 r. Pomijając okres potrzebny od daty ukazania się Zarządzenia do momentu jego wprowadzenia w życie, już samo zestawienie wymienionych dat wskazuje na niemożność działania ośrodka przed jego formalnym powołaniem. Na tym tle wyraźniej jeszcze uwidacznia się fakt, że przy opracowywaniu normy w WSK nie było troski o dobre wykonanie postawionego zadania. Całą sprawę potraktowano wyłącznie z punktu widzenia własnych potrzeb i trudności. Właściwe podejście do projektu normy mogło spowodować włączenie do opracowania szerszego grona fachowców przez powstanie grupy roboczej. Należy mieć również na uwadze możliwość potraktowania postanowień normy jako polskich kontrproponycji do przedstawienia ISO/TC 20.

Na tle tej sprawy należy przypomnieć jeszcze pewne fakty. W październiku 1957 r. w Krakowie i w styczniu 1958 r. we Wrocławiu odbyły się konferencje poświęcone zagadnieniu normalizacji w krajowym przemyśle lotniczym. W konferencjach uczestniczyli, poza przedstawicielami CZ PSK, DWL, PKN i IL, również przedstawiciele wszystkich zakładów przemysłu lotniczego, a więc prawdopodobnie i przedstawiciele WSK (protokoły z tych konferencji rozesłano do wszystkich zakładów). Na tych konferencjach uczestnicy zgodnie podkreślali potrzebę normalizacji, podając jednocześnie uzasadnienie tej potrzeby. Jednocześnie wysunięto

liczne wnioski dotyczące form organizacyjnych (Zarządzenie Ministra z 24.04.1958 r. otwiera możliwości realizacji propozycji zawartych w tych wnioskach). Uczestnicy byli również zgodni co do poglądu, że wobec istniejącej dużej liczby norm, dalsze opracowywanie norm zakładowych nie przyczynia się do uporządkowania norm w przemyśle lotniczym, a przeciwnie pogłębia jeszcze bardziej istniejący i tak już mocno niezadowolający stan. W związku z tym uznano za najwłaściwsze przejście na takie normy pod względem rodzaju, które będą obowiązywać w całym przemyśle lotniczym. W związku z tym, istnieje wiele dowodów wskazujących na stosowanie się przez zakłady do przyjętej linii postępowania. I właśnie w momencie toczącej się dyskusji i wysuwania wniosków zmierzających do właściwego uregulowania zagadnienia normalizacji, w jednym z zakładów powstaje norma „ściśle zakładowa” a następnie ściśle ukryta przed stronami zainteresowanymi. Sądzę, że wymowa tego faktu nie wymaga dalszych komentarzy.

5. Krytyka projektu zalecenia ISO/TC 20. Nawiązując do omówienia zawartego w punkcie 3 niniejszego artykułu, zastanówmy się nad uwagami krytycznymi Autorów „Uwag” dotyczącymi krytyki projektu zalecenia ISO.

Krytyka rozpoczyna się od zdyskwalifikowania projektu zalecenia ISO, któremu nikt (poza Autorami „Uwag”) nie przypisuje miana normy. Nie dość, że Autorzy pomieszały w swoim pojęciu nazwy dokumentów, to przez użycie niewłaściwego terminu ujętego w cudzysłów („norma”) podkreślili swój niewłaściwy stosunek do samego dokumentu międzynarodowego. Zdaniem Autorów, projekt zalecenia obejmuje zbyt wąski przedmiot, nie wyczerpuje całego zagadnienia w zakresie odpowiadającym wyrobionemu przez nich pojęciu i wobec tego nie przedstawia dla nich wartości. Tu musimy sobie jeszcze raz uświadomić, że zalecenia ISO nie są normami dla krajów-członków i wobec tego nie istnieje potrzeba stawiania tych samych wymagań co i dla normy. Z tego powodu opinia powinna dotyczyć tylko zagadnienia objętego projektem zalecenia, a nie samego dokumentu.

Poza dyskwalifikacją projektu zalecenia, zastrzeżenia Autorów „Uwag” są następujące.

a. Projekt ogranicza się wyłącznie do cyfr od 0 do 9.

b. Projekt zalecenia nie podaje stosunku różnych wielkości cyfr stosowanych na tej samej tarczy, ich wzajemnego położenia, znaków itp.

c. Wątpliwość co do słuszności przyjęcia znormalizowanej wysokości cyfr na tarczy przyrządu w zależności tylko od jego średnicy, bez uwzględnienia liczby ocyfrowanych kres i niezależnie od tego, czy oznaczenia liczbowe są jedno, czy wielocyfrowe.

d. Niesłuszność określania kształtu cyfr za pomocą siatki.

e. Niesłuszność ujmowania liter i znaków w oddzielnych normach z punktu widzenia wykonawstwa cyfr, sprawdzania ich oraz konieczności posługiwania się przez pracownika kilkoma normami przy wykonywaniu jednej tarczy.

Wobec omówionego poprzednio stosunku zalecenia międzynarodowego do normy krajowej, przytoczone zastrzeżenia nie będą przedmiotem moich szczegółowych rozważań. Przypuszczam, że będą one przedmiotem szerokiej dyskusji wytwórców i użytkowników przyrządów pomiarowych. Ze swej strony uważam wyrażanie zastrzeżeń w formie obawy bez podania wyczerpującego uzasadnienia za nieprzekonywujące. Poczynienie pewnych uwag dotyczących wymienionych zastrzeżeń uważam za konieczne ze względu na prawdopodobne ich znaczenie dla dalszej dyskusji.

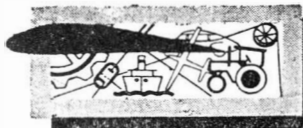
Wydaje mi się, że na zastrzeżenie zawarte w punkcie (a) należy spojrzeć pod kątem ważności poszczególnych grup znaków na skalach przyrządów pomiarowych podczas lotu samolotu. W związku z tym najbardziej ważną będzie grupa znaków służąca bezbłędnemu odczytywaniu wskazanych wartości związanych z prawidłowością i kontrolą lotu, a wobec tego pierwszeństwo należy dać grupie obejmującej cyfry. Należy w tym dopatrywać się powodu, dla którego ISO/TC 20 cyfry postawił na pierwszym miejscu.

Na tle zastrzeżenia zawartego w punkcie (d) chciałbym zwrócić uwagę Autorów „Uwag” na artykuł mgr inż. Z. Mrugałskiego (patrz „Technika Lotnicza” nr 5/58). W artykule tym przytoczono normy na pismo. Wśród tych norm, obok normy PN/M-01063 — co do której wypowiedziałem swoje uwagi w poprzednim moim artykule (patrz „Technika Lot-

nicza" nr 1/59) — wymieniona jest norma DIN 1451. Norma ta, tak jak i PN/M-01063, określa kształt liter i cyfr również za pomocą siatki. Na projekcie angielskim (znanym Autorem „Uwag”) również użyta jest siatka. Projekt holenderski również oparty jest na siatce. Nie mając norm USA, Francji i innych państw nie mogę na ich temat wypowiedzieć się, ale wymienione dokumenty wskazują na przydatność siatki przy określaniu kształtów cyfr. Widzimy, że stosowanie tego sposobu ma miejsce w państwach posiadających duże doświadczenie w produkcji przyrządów pomiarowych. Przypatrując się tej sprawie w dalszym ciągu, łatwo można zauważyć, że projekt holenderski, oparty na siatce, zostaje potraktowany jako projekt międzynarodowego zalecenia i rezolucja w tej sprawie została uchwalona przy udziale wielu państw. Stąd nasuwa się wniosek, że stosowanie siatki nie jest tak „absolutnie niesłuszne” jak to Autorzy „Uwag” w swojej wypowiedzi stwierdzili. Oprócz tego sądzę, że warto przypatrzeć się bliżej samej siatce w projekcie holenderskim. Każda cyfra znajduje się w odrębnym i odpowiednim prostokącie. Wymiary tych boków jak i ich wzajemny stosunek podane są w tabelach. W każdym prostokącie pokazana jest siatka kwadratowa, ale wzdłuż pionowych boków można zauważyć „kwadraty” niepełne, przy czym dla różnych cyfr wymiary ich są różne. Należy przypuszczać, że bez określonego celu nie zostało to zrobione.

Zastrzeżenie zawarte w punkcie (e) również nasuwa pewne uwagi. Dotyczą one zakresu przedmiotu ujmowanego w normie. Na przykład Autorzy „Uwag”, jak to wynika z ich wypowiedzi, są zwolennikami takiej normy, która obejmowałaby wszystko to, co dotyczy wykonania jednej tarczy przyrządu. Jako uzasadnienie podają punkt widzenia wykonawstwa i sprawdzania przy użyciu tylko jednej normy. Każde z tych rozwiązań może wydawać się dobre w zależności od tego, z którego punktu widzenia zagadnienie to będzie rozpatrywane, a wobec tego za najwłaściwsze należy uznać takie rozwiązanie, w którym uwzględnione będą różne punkty widzenia.

Moim zdaniem, podział na większą liczbę norm jest słuszniejszy z uwagi na elastyczność w zastosowaniu. Nadmierne rozszerzanie przedmiotu normy może okazać się niebezpieczne i przykre w następstwach w momencie zmiany lub nowelizacji normy. Sądzę, że ten wzgląd posiada zasadnicze znaczenie i nie należy pomijać go dla osiągnięcia pozornie łatwiejszego posługiwania się jedną normą przez wykonawcę lub kontrolera tarczy przyrządu. Norma, jako dokument, służy konstruktorowi za podstawę do sporządzenia rysunku przedmiotu zgodnie z przyjętymi wymaganiami, a kontrolerowi do sprawdzenia wykonanego przedmiotu pod względem prawidłowości, natomiast nie powinna zastępować rysunku warsztatowego dla wykonawcy.



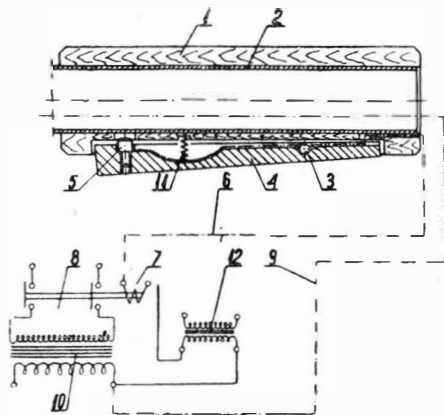
PRZEGLĄDAMY USPRAWNIENIA

Sposób eliminowania biegu jałowego łukowej spawarki transformatorowej

(Kl. 21 h; nr OU-1072; Z. nr 38) Stanisław Nachorny

Łukowe spawarki transformatorowe nie posiadają na ogół urządzeń do odłączania transformatora od napięcia podczas krótkich przerw w pracy spawacza. Ma to tę wadę, że przez długie stosunkowo okresy transformator spawarki pracuje jałowo przy małym współczynniku mocy ($\cos \varphi$), pogarszając ogólny współczynnik mocy zakładu.

Udoskonalenie ma na celu eliminowanie jałowego biegu transformatora spawarki nawet podczas krótkich przerw w spawaniu. Uzyskuje się to przez wbudowanie przycisku sterowniczego do rączki uchwytu do elektrod, dzięki czemu spawacz może w dogodny sposób w każdej chwili za pośrednictwem stycznika włączyć (lub wyłączyć) na napięcie sieci uzwojenie pierwotne transformatora.



Na rysunku przedstawiono przekrój podłużny rączki uchwytu do elektrod według udoskonalenia oraz układ połączeń. Do drewnianej rączki 1 uchwytu 2 elektrod wbudowano, osadzony przechylnie na sworzniu 3, podłużny bakelitowy przycisk 4, zaopatrzonego w miedziany styk 5, połączony przewodem sterowniczym 6 z cewką napędową 7 stycznika 8. Przycisk 4 posiada długość równą około 3/4 długości rączki, dzięki czemu nie istnieje potrzeba wyszukiwania go podczas pracy.

Przewód sterowniczy 6 jest poprowadzony wspólnie z opornym przewodem roboczym 9, dołączonym do uchwytu 2 oraz do jednego z zacisków wtórnego uzwojenia transformatora spawalniczego 10.

Włączenie uzwojenia pierwotnego tego transformatora na napięcie sieci dokonuje się przez naciśnięcie przycisku 4, odpychanego sprężyną śrubową 11, wówczas bowiem na skutek zetknięcia się styku 5 z metalowym uchwytem 2 cewka napędowa 7 stycznika otrzymuje napięcie z wtórnego uzwojenia, stale włączonego do sieci transformatora 12 (220/24 V).

Dzięki istnieniu sprężyny śrubowej 11 następuje odłączenie transformatora spawarki od sieci przy umyślnym zwolnieniu przez spawacza nacisku na przycisk 4 lub przy odłożeniu uchwytu.

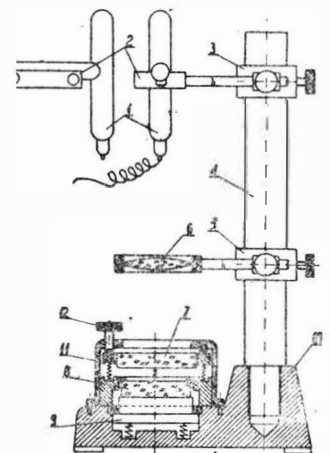
Przyrząd do sprawdzania płaskich szklanych płytek interferencyjnych

(Kl. 42 h; nr OU-1080; Z. nr 38) Zofia Krzemińska

Dotychczasowe sprawdzanie płaskich szklanych płytek interferencyjnych w zakładach produkcji metalowej i elektrotechnicznej metodą „trzech płytek” jest mało dokładne i pracochłonne. Niepłaskie powierzchnie szklane płytek interferencyjnych można wyznaczać na interferometrze. Jednak pomiar ten jest także mało dokładny dla szkła o większych średnicach, ponieważ pole widzenia interferometru nie obejmuje całej badanej powierzchni.

W myśl udoskonalenia wprowadzono przyrząd dostosowany do sprawdzania płaskich szkła interferencyjnych o większych średnicach. Załączony rysunek przedstawia schematycznie przyrząd. Jego konstrukcja opiera się na zasadzie zwykłego klina interferencyjnego. Przyrząd składa się z lampy 1 zamocowanej na pręcie 4 za pomocą zacisku 3, gniazda 2 dla lampy ze szczeliną i z soczewki skupiającej 6 zamocowanych na pręcie 4 za pomocą zacisku 5 oraz z płytki szklanej 7, tłoka 9 i podstawy 10.

Wiązka światła lampy widmowej 1, po przejściu przez szczelinę 2 i soczewkę 6 pada w postaci wiązki równoległej



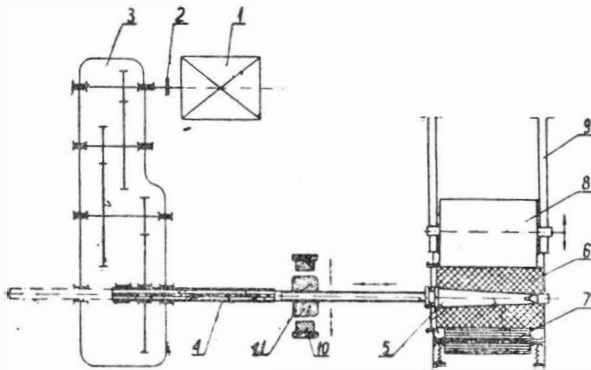
na szklaną płytkę 7, umieszczoną w obsadzie 11 nastawnie za pomocą dwóch śrub 12. Od spodu płytkę 7 jest nachylona, dla tego część promieni odbija się od tej powierzchni, a druga część pada na powierzchnię badanej płytki 8. Za pomocą dwóch śrub nastawczych 12 dokonuje się nastawianie klina interferencyjnego. Badaną płytkę 8 ustawia się za pomocą tłoka sprężynującego 9, co umożliwi bezpośrednio otrzymanie prążków interferencyjnych bez każdorazowego tworzenia klina interferencyjnego.

Odchylenie prążków od prostoliniowego kształtu świadczy, że badana powierzchnia nie jest płaska.

Urządzenie do pakietowania wiórów stalowych przez zwijanie i nawijanie ich na trzpień

(Kl. 81 a; nr OU-1086; Z. nr 38) inż. Jan Suflński, Jan Raś i Kazimierz Świętochowski

Urządzenie do pakietowania wiórów według udoskonalenia służy do zwijania stalowych wiórów spiralnych i skłębionych w pakiety dodawane do materiałów wsadowych pieców martenowskich. Umożliwia ono stosowanie nowej zasady pakietowania wiórów przez nawijanie ich na trzpień. Urządzenie składa się, jak uwidoczniło na rysunku, z wału głównego 4, trzpienia stożkowego 5, dolnego walca 7 i walca zgniatającego 8. Jest ono napędzane silnikiem elektrycznym 1 za pośrednictwem sprzęgła 2 i trzech przekładni zębatych 3.



Urządzenie działa w sposób następujący. Po włączeniu silnika 1 wióry doprowadza się do przestrzeni między walcem rowkowanym 7 i ciężkim walcem zgniatającym 8, przy czym walec 7 jest dociskany sprężynami w kierunku walca 8, który jest ułożyskowany w prowadnicach pionowych 9. Walec 8 w czasie ugniatania obraca się wskutek tarcia przy zetknięciu się z obracającym się pakietem wiórów 6 i rozgniata klęby wiórów na równą warstwę na trzpieniu 5. Część wiórów bardziej kruchych ulega w czasie pakietowania pokruszeniu i opada przed urządzeniem. Po powrotnym wsypaniu ich do urządzenia zostają wciśnięte w zwijany pakiet wiórów długich.

Wał 4 wykonany jest częściowo jako wał wieloklinowy i częściowo jest nagwintowany. Na części nagwintowanej jest osadzona nakrętka 11, obracająca się wraz z walcem między klockami hamulcowymi 10. W czasie zwijania wiórów nakrętka 11 obraca się swobodnie wraz z wałem 4, a po zwinięciu wiórów klocki hamulcowe 10 dociska się do nakrętki 11. Wówczas wał 4 z trzpieniem 5 jest wysuwany mechanicznie z pakietu wiórów, a sam pakiet 6 naciskany z góry walcem 8 opada na dół i zsuwa się po pochyłości kadłuba urządzenia. Po zmianie kierunku obrotów silnika wał ustawia się z powrotem w położenie wyjściowe.

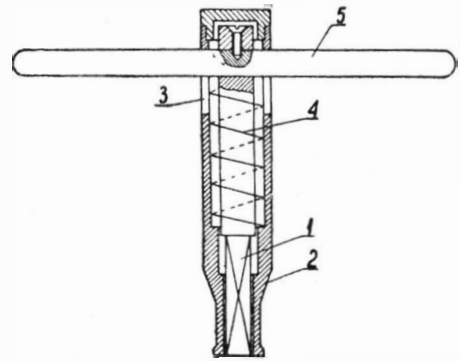
Spakietowane wióry w kształcie walca posiadają średnicę około 500 mm i długość 700 mm oraz ważą 50 — 100 kG. Nadają się one dobrze do transportu kolejowego i do ładowania do pieca.

Klucz z samoprzesuwającym rdzeniem do szczękowych uchwytów tokarskich

(Kl. 87 a; nr OU-1090; Z. nr 38) Czesław Banasiak

Wadą dotychczas stosowanych kluczy do przesuwania szczęk uchwytów tokarskich jest to, że przed uruchomieniem tokarki klucz musi być zawsze wyjęty z gniazda uchwytu. Jednak często się zdarza, że wskutek nieuwagi tokarza klucz pozostaje w gnieździe, co może spowodować poważny wypadek.

Aby uniemożliwić pozostawienie klucza w uchwycie zastosowano w myśl udoskonalenia przedstawiony na rysunku klucz z samoprzesuwającym rdzeniem. Posiada on rdzeń 1 zakończony kwadratem dostosowanym do wymiarów gniazda



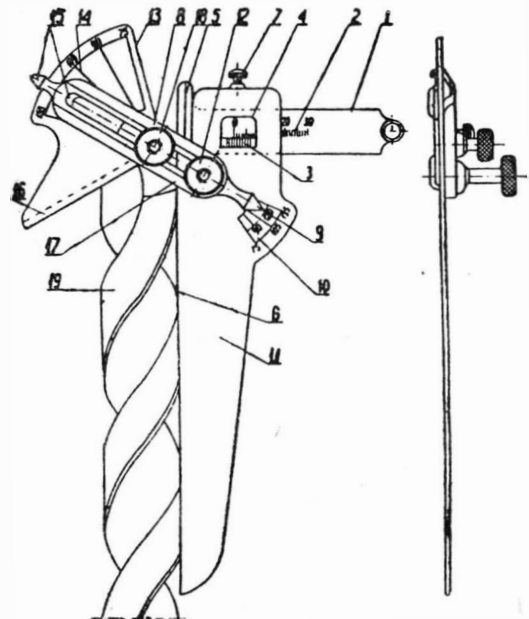
uchwyty. Rdzeń jest osadzony przesuwnie w tulejce 2, posiadającej podłużne otwory 3, w których osadzona jest rączka 5. W tulejce 2 znajduje się sprężyna śrubowa 4. Wskutek nacisku sprężyny opierającej się jednym końcem o podtoczenie tulejki, a drugim o rączkę 5 przechodzącą przez górną część rdzenia 1, rdzeń jest wciągany do tulejki. Podczas wkładania klucza do gniazda uchwytu, w celu przesunięcia jego szczęk, tulejkę opiera się o brzozy gniazda uchwytu, a kwadrat rdzenia pod naciskiem rąk, pokonującym opór sprężyny 4 wchodzi w gniazdo. Zmniejszenie nacisku na rdzeń klucza powoduje natychmiastowe wyrzucenie klucza z gniazda uchwytu.

Zaletą klucza jest polepszenie warunków bezpieczeństwa pracy.

Kątomierz do sprawdzania kątów wierzchołkowych wiertel

(Kl. 42 b; nr OU-1100; Z. nr 39) Ryszard Różański

Dotychczas kąty wierzchołkowe wiertel sprawdzano za pomocą stosowanych sprawdzianów stałych. Gdy jednak zachodzi konieczność sprawdzania większej liczby wiertel o różnych wymiarach średnic i kątów wierzchołkowych, wówczas wykonanie potrzebnej liczby sprawdzianów stałych do tego celu, staje się kłopotliwe i kosztowne.



W celu rozwiązania tego zagadnienia zastosowano w myśl udoskonalenia przedstawiony na rysunku kątomierz do sprawdzania kątów wierzchołkowych szlifowanych wiertel. Za pomocą kątomierza można sprawdzać wiertła o średnicach od 6 do 60 mm o kątach wierzchołkowych od 15 do 135°.

Przed przystąpieniem do sprawdzania kątów zaszlifowania wiertel, kątomierz ustawia się na żądany kąt wierzchołkowy w zależności od średnicy wiertła. Znając średnicę

sprawdzanego wiertła wysuwa się suwak 1 z kadłuba kątomierza o połowę średnicy tego wiertła, a odpowiedni odczyt dokonuje się dokładnie na podziałce 2 z noniusem 3 w okienku 4, przy czym wykonaną na suwaku prostopadłe do jego osi kreskę 5 ustawia się równoległe do krawędzi 6 kadłuba kątomierza w odległości od niej równej połowie średnicy danego wiertła. Po takim nastawieniu suwaka unieruchamia się go śrubą 7.

Następnie ustawia się wskazówkę 9 ramienia 8 na odpowiedniej kresce podziałki 10 na kadłubie 11, odpowiadającej wielkości danego kąta wierzchołkowego wiertła, po czym ramię 8 unieruchamia się za pomocą nakrętki 12. Segment 13 ustawia się na ramieniu 8 w ten sposób, aby kreska podziałki kątowej 14 na tym segmencie, oznaczająca wielkość kąta wierzchołkowego, pokryła się z kreską 15 na ramieniu 8, a punkt przecięcia się krawędzi 16 segmentu 13 z krawędzią 17 ramienia znalazł się na kresce 5, będącej dwusieczną kąta i leżącej na osi symetrii wiertła. Po odpowiednim ustawieniu i unieruchomieniu segmentu 13 na ramieniu 8, przez dokręcenie nakrętki 18, luzuje się śrubę 7 i przesuwa suwak w prawo aż do oparcia w celu usunięcia go z pola pomiaru wiertła. Po wykonaniu powyższych czynności kątomierz zostaje ustawiony na dany kąt wierzchołkowy dla danej średnicy wiertła. Ujmując w jedną rękę kątomierz, a w drugą wiertło 19 przykładają się wspólnie kątomierz krawędzią 6 do powierzchni wiertła i obserwuje pod światło przyleganie krawędzi tnących wiertła do krawędzi 16 i 17 kątomierza, tworzących dany kąt wierzchołkowy szlifowanego wiertła.

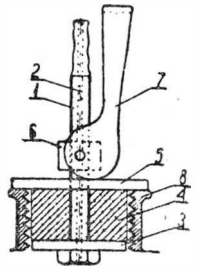
Korek gumowy do prób na szczelność instalacji gazowej, wodociągowej i centralnego ogrzewania

(Kl. 47 f; nr OU-1106; Z. nr 39) Kazimierz Mitan

Przy próbach na szczelność instalacji gazowej, wodociągowej i centralnego ogrzewania zwykle zamykano otwory w poszczególnych elementach wkręcanymi korkami, które po dokonaniu próby wykręcano. Powyższy sposób zamykania otworów korkami wkręcanymi jest jednak bardzo pracochłonny. W myśl udoskonalenia zastosowano korki przedstawione na rysunku.

Korek posiada sworzeń 1, zaopatrzony w nagwintowanie zewnętrzne oraz w wydrążenie osiowe 2 służące do prowadzenia sprężonego powietrza przy badaniu szczelności zamknięcia. Na sworzniu jest osadzony gumowy krążek 4 pomiędzy podkładką 3 i krążkiem oporowym 5, który opiera się na zamykanej kształtce lub innej rurze. Na sworzniu osadzona jest nakrętka 6 zaopatrzona w dwa czopy do zamocowania dźwigni mimośrodowej 7. Średnica krążka gumowego 4 jest dostosowana do luźnego wkładania w zamykany otwór rury lub kształtki 8.

Zamykanie otworu w rurze lub kształtce odbywa się przez włożenie gumowego krążka wraz z trzpieniem w zamykany otwór i dociśnięcie go dźwignią mimośrodową 7, przy czym sprężony krążek zwiększając swoją średnicę, szczelnie przylega do ścianek otworu lub wypełnia przestrzeń między zwojami gwintu. Z chwilą zwolnienia docisku gumowy krążek wraca do poprzednich wymiarów i korek może być łatwo wyjęty.

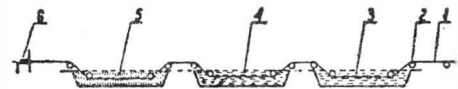


Sposób przygotowania drutu do cynowania

(Kl. 48 b; nr 0-3095; Z. nr 39) Gerhard Lux (NRD)

Przy dotychczasowym sposobie cynowania drutu okazało się często konieczne kilkakrotne przepuszczenie go przez kąpiel cynową, o ile drut był częściowo zanieczyszczony tłuszczem lub nieznacznie zardzewiał. Stosowane znane kąpiele do czyszczenia drutu nie dały zadowalających wyników.

W myśl usprawnienia, do znanej kąpeli oczyszczającej, np. kąpeli kwasu solnego, dodano ostrego piasku kwarcowego (o wielkości ziarn około 2 mm) w takiej ilości, aby warstwa kwasu przykrywała warstwę piasku na wysokości 1–2 mm. Jak uwidacznia rysunek, oczyszczany drut 1 pro-



wadzony krążkami lub prętami 2, przeciąga się przez kąpiel 3 przygotowaną w opisany sposób, następnie przez drugą kąpiel 4 stanowiącą płyn lutowniczy oraz przez roztopioną cynę 5 i wreszcie przez oczyszczacz 6. W kąpeli 3 drut zostaje oczyszczony nie tylko chemicznie, lecz również i mechanicznie. Świadczy o tym zanieczyszczenie po krótkiej eksploatacji kąpeli piaskowo-kwasowej ilem, który łatwo można usunąć. Usprawnienie pozwala na wyeliminowanie powtórnego kosztownego cynowania oraz polepsza jakość cynowania drutu.



Errata do zeszytu nr 1/59

Poniżej zamieszczamy erratę do zeszytu nr 1/1959 r., która obejmuje tylko główne błędów.

×

W spisie treści zeszytu w języku polskim na stronie pierwszej okładki oraz w języku rosyjskim i angielskim na stronie drugiej okładki opuszczono tytuł artykułu wstępnego, poświęconego pamięci zmarłego profesora Czesława Bieńka. Pomimo starań zespołu redakcyjnego uchybienie to nie zostało doraźnie poprawione. Przepraszamy za nie Rodzinę Zmarłego oraz Czytelników „Techniki Lotniczej”.

×

Od mgra inż. Kwiryna Zuchowicza, autora artykułu pt. „Prądnie prądu zmiennego stosowane na samolotach” otrzymaliśmy następujące poprawki jakie należy wprowadzić do tekstu.

Na str. 2 w prawej szpalce w wierszu 23, od dołu zamiast „360/440 Hz” należy napisać „360—440 Hz”, w podpisie zaś pod rys. 1 zamiast „ $n = 5400 + 6600 \text{ obr/min}$, $f = 360 + 440 \text{ Hz}$ ” ma być „ $n = 5400 - 6600 \text{ obr/min}$, $f = 360 - 440 \text{ Hz}$ ”.

Na str. 3 w podpisie pod rys. 3 zamiast „ $n = 400 + 8000 \text{ obr/min}$, $400 + 800 \text{ Hz}$ ” ma być „ $n = 4000 - 8000 \text{ obr/min}$, $f = 400 - 800 \text{ Hz}$ ”.

Na str. 4 w szpalce prawej w wierszu 7 od dołu zamiast „C₅” ma być „C₁”.

Na str. 5 w szpalce lewej w wierszu 1 od góry zamiast „C₄” ma być „C”.

Na str. 9 należy skreślić w lewej szpalce wiersze 5 i 6 od góry. W tabeli 1 wartości podane w rubryce „Akumulatory”, „Pojemność Ah” rozumieją się w odniesieniu do całkowitej liczby sztuk akumulatorów.

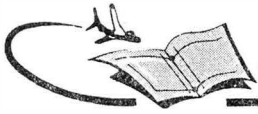
×

W artykule mgra Antoniego Rogulskiego pt. „O przewodności cieplnej niektórych materiałów stosowanych w przemyśle lotniczym” w Tabeli I na str. 14 i w Tabeli II na str. 15 zamiast nazwy rubryki „Nazwa stali” ma być „Nazwa stopu”. W tabeli II ponadto nazwy stopów podane w wierszach 6, 2 i 1 od dołu powinny mieć odpowiednio postać: „EI 713(18)”, „EI-572”, „EI-257”.

Na str. 17 w wierszu 8 od góry w lewej szpalce po słowie „zastąpić” należy dopisać słowa: „przez stałą wartość”. W odnośniku umieszczonym pod lewą szpalcą na str. 17 w mianowniku brak litery greckiej σ (sigma).

×

W dziale „Przeglądamy usprawnienia” na str. 27 w prawej szpalce wiersz 20 od dołu powinien mieć następującą postać: „nie 500 cz. cięż. spirytus denaturowany . 100 cz. cięż.” S. M.



na półkach księgarskich

Aerodynamika tiał wrasczienia, N. F. Krasnow, Oborongiz, 1958 r., stron 560.

W książce przedstawione są zagadnienia związane z aerodynamiką ciał obrotowych przy prędkościach naddźwiękowych, teorią i obliczaniem opływu stożka przy prędkościach naddźwiękowych, metodą charakterystyk i jej zastosowaniem w przypadku badania przepływów około ciał obrotowych dowolnego kształtu. W dalszych rozdziałach przedstawione są problemy aerodynamiki cienkich ciał obrotowych przy bardzo dużych liczbach Macha, oporów czołowych oraz siły nośnej cienkich ciał obrotowych w strumieniu naddźwiękowym z uwzględnieniem oddziaływania między ciałem obrotowym, a ustawionym na nim skrzydłem. W ostatnim rozdziale omówione są zagadnienia charakterystyk aerodynamicznych ciał obrotowych przy prędkościach naddźwiękowych oraz opływu ciał stożkowych ze spływającą falą uderzeniową. Podane są też wiadomości z aerodynamiki ciał obrotowych przy prędkościach poddźwiękowych i okołodźwiękowych. Książka przeznaczona jest dla studentów wyższych szkół technicznych, może być również wykorzystana przez wykładowców, inżynierów biur konstrukcyjnych oraz pracowników instytutów technicznych.

Zaroproczytnie metaliczskie materiały, Dokłady proczitannye na 58-oj jeżegodnoj konferencii Amierikanskowo obščestwa po ispytanijam materialow, Izdatielstwo Inostrannoj Literatury, 1958 r., stron 284.

Jest to zbiór referatów wygłoszonych na konferencji amerykańskiego stowarzyszenia badania materiałów ognioodpornych, która odbyła się 30.VI.1958 r. w Atlantic City. Tłumaczenia z angielskiego dokonał Ja. M. Stierlin. Zbiór ten zawiera szereg referatów omawiających zagadnienia metalowych materiałów ognioodpornych stosowanych w nowoczesnej budowie turbin gazowych i technice odrzutowej. Wśród czterestu referatów omówiono materiały łopatkowe turbin gazowych, wpływ boru na własności blach ze stopu S-816 o podstawie kobaltowej, wpływ obróbki cieplnej na zjawisko pelznia stopów nimonie w wyższych temperaturach, długotrwała wytrzymałość stopu inconel 700, chromoniklowe stopy pracujące w wysokich temperaturach, wpływ dodatku ziem rzadkich na żaroodporność stopów kobaltowych, pelznienie i długotrwała wytrzymałość stopu S-816 przy wyższych temperaturach oraz statycznych i zmęczeniowych naprężeniach, elementy z węgla tytanu i badania różnego typu stopów żaroodpornych. Książka przeznaczona jest dla inżynierów metalurgów i pracowników instytutów.

Rieaktywnyje samoloty, E. Bajew, Izdatielstwo DOSAAF, 1958 r., stron 224.

Książka daje w popularnej, lecz pełnej technicznie formie opis nowoczesnych samolotów odrzutowych oraz krótki ich rozwój historyczny. Szczegółowo przedstawiono zagadnienia walki o prędkość lotu, silników odrzutowych i ich klasyfikacji oraz głównych wskaźników charakteryzujących silniki odrzutowe, dano opis silników rakietowych na paliwo ciekłe, silników odrzutowych przelotowych, silników odrzutowych sprężarkowych i silników odrzutowych turbośmigłowych. W dalszych rozdziałach opisano kombinowane iotnicze grupy napędowe, lot z prędkościami naddźwiękowymi, zagadnienie bariery cieplnej, zagadnienia konstrukcji i wyposażenia samolotów odrzutowych, współczesne samoloty odrzutowe, lot na samolocie odrzutowym, śmigłowce z silnikami odrzutowymi, zmiennołoty i pierścienioploty z silnikami odrzutowymi oraz samoloty odrzutowe bez załogi. Książka przeznaczona jest dla czytelników interesujących się postępem techniki lotniczej.

O strukturie i swojstwach priessowannych i szampowannych izdielej iz aluminium spławow, red. S. M. Woronow, Oborongiz, 1958 r., stron 248.

Jest to zeszyt 34 z serii prac Moskiewskiego Technologicznego Instytutu Lotniczego. W pracy tej rozpatrzone są niektóre własności struktury prasowanych i tłoczonych przedmiotów wykonanych ze stopów aluminium, podane są również wyniki badań makrostruktury, mikrostruktury i badań rentgenowskich. W zeszycie tym zawarte są dwie prace: Woronowa i Jelagina: Badanie zjawisk efektu prasowania w stopach aluminium, oraz Woronowa i Dobatkina: Łupkowa struktura przelomu w stopach aluminium. W pracy pierwszej omówiono zjawisko efektu prasowania w stopach aluminium typu duralu D 16, awial AW i AK 5 oraz stopu W 95, wpływ czynników technologicznych oraz zjawisko efektu prasowania w stopach podwójnych i potrójnych. W drugiej pracy podano krótki przegląd prac nad zagadnieniem przelomu łupkowego oraz opisano zagadnienie struktury łupkowej przelomu w tłoczonych i prasowanych stopach typu awial AW, wpływ temperatury, obróbki cieplnej i składu chemicznego. Książka przeznaczona jest dla metalurgów i pracowników instytutów.

K miechanikie fotonnych rakiet, Je. Zengier, Izdatielstwo Inostrannoj Literatury, 1958 r., stron 144.

Jest to tłumaczenie pracy E. Sängera wydanej w języku niemieckim w roku 1956; tłumaczył W. M. Packiewicz. Książka zawiera podstawy mechaniki rakiet napędzanych reakcją strumienia fotonów, wyrzucanych z rakiety, podaje opis napędu fotonowo-rakietowego i napędu fotonowo-reakcyjnego przelotowego, zasad ogólnej mechaniki względności napędu reakcyjnego, względnego pojęcia masy w odniesieniu do załogi, oraz w odniesieniu do obserwatora zewnętrznego, względnego oddziaływania mas w odniesieniu do załogi, adiabaticznego przyspieszenia mas względem załogi, diabatycznego przyspieszenia mas, względnego oddziaływania mas w odniesieniu do obserwatora zewnętrznego, kinematyki napędu z punktu widzenia załogi oraz dynamiki napędu. Rozpatrzone też zagadnienia kinematyki i dynamiki napędu oraz procesy wprowadzenia w ruch z punktu widzenia obserwatora zewnętrznego. Książka przeznaczona jest dla inżynierów i pracowników naukowych zajmujących się napędem reakcyjnym i lotami kosmicznymi.

Iniercialnaja nawigacija, W. Ringle, R. Wudbieri i D. Goworka, Izdatielstwo Inostrannoj Literatury, 1958 r., stron 86.

Jest to tłumaczenie pracy amerykańskich autorów W. Wrigleya, R. Woodbury i J. Hovorka. Tłumaczył na język rosyjski M. D. Potapow. W pracy tej rozpatrzone są podstawowe zagadnienia najnowszych metod nawigacji inercyjnej. Autorzy podają analizę po-

równawczą różnych metod samodzielnego wyznaczenia własnego miejsca położenia obiektów latających oraz podstawy teoretyczne nawigacji inercyjnej, która stosuje dla wyznaczenia położenia obiektu charakterystykę grawitacyjnego pola ziemi. Podane są również zasady wyboru układu współrzędnych, rozpatrzone możliwe schematy układów inercyjnych i ich elementy, przyczyny możliwych błędów oraz sposoby ich zmniejszenia i kompensacji. Podane są też w treści liczne schematy układów, rysunki, wykresy i tabele, na końcu zaś książki obszernie zestawienie literatury. Z książki mogą korzystać liczni specjaliści zajmujący się zagadnieniami nawigacji samolotów i rakiet.

Rezerwy i puti powyszenia proizwoditelnosti truda w priborostrojenii, A. N. Gawriłow i B. H. Mjuir Maszgiż, 1958 r., str. 642.

Autorzy postawili przed sobą trudne zadania przedstawienia całego kompleksu zagadnień technologicznych, w możliwie wziętej — nieraz zbyt krótkiej — formie, równocześnie starając się omawiane zagadnienia przedstawić w sposób odpowiadający współczesnej technice. W rozdziale I i II opisano sposoby zmniejszenia czasów roboczych przez właściwą organizację miejsca pracy, zakładu produkcyjnego itp. Rozdział III należy uznać za najbardziej interesujący polskiego czytelnika a specjalnie konstruktora lotniczych przyrządów pokładowych. Opisano w nim i zilustrowano rysunkami przykłady technologiczności konstrukcji. Nierzadko bardzo proste zmiany w geometrii materiału lub jego własności są przyczyną znacznego uproszczenia procesu technologicznego, wykrojnika, przyrządu, narzędzia itp. Na końcu rozdziału umieszczono ciekawą tabelę, w której sklasyfikowano czynności zmierzające do podwyższenia technologiczności konstrukcji. W rozdziale IV omówiono sposoby zmniejszenia czasu jednostkowego w produkcji seryjnej poprzez wprowadzenie techniki metod, jak stosowanie ultradźwięków, frezowania chemicznego itp. urządzeń opartych na zasadzie efektu elektrohydrodynamicznego, elektromagnetycznych pił do cięcia itp. W pozostałych rozdziałach (V—X) omówiono sposoby podwyższenia wydajności pracy w poszczególnych dyscyplinach technologicznych takich jak: odlewnictwo, obróbka plastyczna, wykonywanie elementów z mas plastycznych, wykonywanie przez obróbkę skrawaniem, pokrywanie na drodze galwanicznej oraz podwyższenie wydajności i jakości montażu. W rozdziale jedenastym przeanalizowano możliwości pełnej mechanizacji i automatyzacji w procesach produkcyjnych przemysłu precyzyjnego. Autorzy książki podkreślają, że w chwili obecnego rozwoju technologii, w wielu przypadkach praktycznie opanowane procesy technologiczne nie mają dostatecznego wyjaśnienia teoretycznego. Stąd wypływa przyjęty układ książki, w którym starano się przedstawić teoretyczne podstawy opisanych procesów technologicznych. Takie ujęcie tematu uatrakcyjnia książkę, która w ten sposób staje się pożyteczna dla tych pracowników inżynieryjno-technicznych, którzy przez długi okres pracy w produkcji, nabierają praktycznego spojrzenia na proces technologiczny, co chociaż wzmacnia ich aktywność, praktycznie po dłuższym okresie czasu ogranicza jednak ich horyzont techniczny. Ci pracownicy znajdujący w książce oprócz znanych im dobrze rozwiązań technicznych przystępne teoretyczne ujęcie niektórych zjawisk fizycznych, będących podstawą procesów technologicznych. Książka zawiera 570 rysunków, wykaz literatury obejmuje 49 pozycji.

Einführung in die Mechanik des Fluges (Wstęp do mechaniki lotu), Prof. dr Wilhelm Mueller, Fachbuchverlag Leipzig, 1958 r., str. 228.

Podręcznik przewidziany dla studentów szkół inżynierskich oraz techników omawia zagadnienia mechaniki lotu. Po przedstawieniu podstawowych pojęć z aerodynamiki Autor zajmuje się najpierw ruchem ustalonym samolotu, podając metody obliczania osiągow samolotów. Następnie omówiony jest nieustalony ruch, przy czym przedstawiono metody obliczania lotu nurkowego oraz startu i lądowania. Dużo miejsca poświęcono sprawom stateczności podłużnej statycznej i dynamicznej oraz dynamicznej stateczności bocznej. Dla wprowadzenia czytelnika w zagadnienia współczesnego lotnictwa przewidziany jest rozdział traktujący o zjawiskach związanych ze ściśniętością powietrza; omówione są zagadnienia lotu z prędkościami przy- i naddźwiękowymi. Ostatni rozdział jest poświęcony mechaniczemu lotu śmigłowców. Przedstawiono metody obliczania osiągow, a także i własności lotnych. Ten rozdział bardzo podnosi wartość książki, gdyż na ogół dość rzadko te zagadnienia są omawiane w przystępny sposób w podręcznikach mechaniki lotu. Książka jest starannie ilustrowana i opracowana graficznie, zawiera 156 rysunków. W sumie czytelnik otrzymuje interesującą pozycję wydawniczą, z serii wydawnictw lotniczych, które w ostatnim czasie coraz częściej ukazują się w NRD. Polecamy ją naszym inżynierom i technikom lotniczym.

Radartechnik (Funkmesstechnik), Grundlagen und Anwendung (Technika radiolokacyjna), Dipl. Fiz. Hans Joachim Fischer, Fachbuchverlag Leipzig, 1958 r., str. 503.

Książka zawiera omówienie podstaw naukowych oraz szczegółów rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń radiolokacyjnych, podane w postaci ciekawej a jednocześnie ściślej pod względem naukowym i technicznym. Treść podzielona na osiem głównych rozdziałów zawiera wprowadzenie, opis działania podstawowych urządzeń i zespołów, omówienie szczegółowe rozwiązań konstrukcyjnych podzespołów (generatorów impulsów, nadajników, układów anten kierunkowych, odbiorników itp.), opis szeregu istniejących urządzeń stosowanych w lotnictwie i marynarce. W dalszym ciągu wskazano możliwości rozwojowe zastosowania urządzeń radarowych w meteorologii i astronomii oraz jako zabezpieczenia nawigacji. W dodatku zebrano szereg danych technicznych odnoszących się do urządzeń radarowych i ich elementów. Wykaz literatury technicznej zawiera 80 pozycji książek oraz 388 artykułów z czasopism. Na zakończenie podano skorowidz alfabetyczny, który ułatwia odszukanie interesujących czytelnika tematów. Książka jest bogato ilustrowana, przejrzystymi schematami, w łącznej liczbie 583 rysunków. Książka jest przeznaczona dla techników i inżynierów specjalizujących się w dziedzinie urządzeń radiolokacyjnych oraz dla technicznego personelu lotnictwa i marynarki. Czytelnik polski znajdzie w książce szereg przydatnych informacji, zwłaszcza zaś pomocna może być w pracy zawodowej obfita zawartość wykazu literatury światowej z dziedziny radiolokacji.

PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY LOTNICTWA

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODEK DOKUMENTACJI I WYDAWNICTW INSTYTUTU LOTNICTWA

DODATEK DO DWUMIESIĘCZNIKA „TECHNIKA LOTNICZA”

ROCZNIK IX

WARSZAWA, MAJ – CZERWIEC 1959 r.

Z E S Z Y T 3

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

HYDROAEROMECHANIKA

31* 533.697.22 ILot
Bikbułatow, Sz. Ch.: Postrojenie profili dla swierchzwekowych skorostej. Kształtowanie palisad profili dla prędkości naddźwiękowych. Izw. Wys. Uczeb. Zaw. M. W. O. SSSR, sierja Awiac. Tiechn., 1958, nr 2, s. 86–92, rys. 4.

W pracy niniejszej podano metodę obliczenia współrzędnych linii prądu i rozkładu prędkości wzdłuż tych linii dla płaskiego, niewrotowego przepływu naddźwiękowego cieczy nielepkiej. Przeprowadzono analizę i podano kryteria zbieżności szeregów określających współrzędne linii prądu i rozkład prędkości wzdłuż tych linii. W celu zobrazowania metody podano wyniki obliczenia współrzędnych linii prądu i rozkładu prędkości wzdłuż tych linii dla płaskiego wiru kołowego i dla przepływu Prandtl-Mayera, wreszcie omówiono sposób postępowania w przypadku obliczenia przepływu naddźwiękowego przez płaską palisadę profili. S. Gołoś

32* 533.691.152:533.6.071 ILot
Williams I.: British research on boundary — layer control for high lift by blowing. Brytyjskie badania nad zwiększeniem wyporu na drodze sterowania warstwy przyściennej przy pomocy wydmuchiwania powietrza. Z. Flugwissenschaften, 1958, nr 5, A4, s. 143–150, rys. 20, poz. bibl. 14.

Omówienie wyników angielskich badań nad sterowaniem warstwy przyściennej przez wydmuchiwanie powietrza w okolicy noska klapy styczni do jej obręsu.

Badania prowadzono w tunelach aerodynamicznych na modelach skrzydeł i na modelach samolotów Sea Venom i Scimitar oraz w locie na tych samych samolotach i na specjalnie do tego celu przystosowanym samolocie Hunter. Doświadczenia ze sterowaniem warstwy przyściennej w okolicy klapy wykazują, że krytyczną kąta natarcia ulega wówczas zmniejszeniu, co z kolei powoduje zmniejszenie efektywności urządzenia. Prócz tego niezbędna ilość ruchu wydmuchiwanego powietrza dla zapobieżenia oderwaniu strug rośnie szybko ze wzrostem kąta natarcia. Tym niekorzystnym zjawiskiem można przeciwdziałać przy pomocy jednoczesnego wydmuchiwania powietrza w okolicy klapy przedniej (noskowej). J. Sandauer

33* 533.697.4:621.454 ILot
Pearson H., Holliday J. B.: Smith S. F.: A theory of the cylindrical ejector supersonic propelling nozzle. Teoria cylindrycznej ejektorowej dyszy naddźwiękowej. J. of the Royal Aeronautical Society, paźdź. 1958, t. 62, nr 574, str. 746–751, rys. 7.

Artykuł podaje teorię cylindrycznej dyszy ejektorowej, w której strumień pierwotny o wyższym ciśnieniu jest naddźwiękowy, a jego ciśnienie całkowite na wylocie z dyszy jest większe niż otoczenia. Teoria wyprowadzona została w oparciu o równanie stanu, ciągłości, ilości ruchu oraz warunek, aby wydatek powietrza wtórnego przy określonym ciśnieniu całkowitym tego strumienia był maksymalny. Teoria pozwala określić niezbędną wartość stosunku ciśnienia całkowitego strumienia pierwotnego do wtórnego oraz wtórnego wydatku masowego do pierwotnego — dla zadanego stopnia rozprężania strumienia pierwotnego, celem uzyskania określonego ciągu. Wyniki teoretyczne i doświadczalne porównane na wykresach wykazują zadowalającą zgodność, co potwierdza słusność założeń teoretycznych. A. Kowalewicz

34* 533.697.4:621.45 ILot
Pearson, N.: Exhaust nozzles for supersonic aircraft. Dysze wylotowe naddźwiękowych samolotów. J. Royal Aeronaut. Soc., wrzes. 1958, t. 62, nr 573, s. 658–662, rys. 13.

W pracy podano korzyści płynące z zastosowania dyszy naddźwiękowej zamiast zwykłej dyszy zbieżnej w przypadku, gdy stosunek ciśnień przed i za dyszą jest większy niż krytyczny. Dla zmiennych prędkości lotu uzasadniono ponadto konieczność zastosowania dysz regulowanych bądź to w sposób mechaniczny, bądź dysz ejektorowych. Podano wykresy przyrostu ciągu wskutek zastosowania tych dysz w stosunku do ciągu w przypadku dyszy zbieżnej, oraz omówiono ich cechy charakterystyczne. Przedstawiono także schemat instalacji dyszy ejektorowej i fotografię doświadczalnej dyszy regulowanej mechanicznie. A. Kowalewicz

MECHANIKA LOTU

35* 629.135.15:533.6.013.67 ILot
Klemperer W. B.: A review of the theory of dynamic soaring. Przegląd teorii dynamicznego lotu żaglowego. Aero-Rev. Suisse 1958, nr 9, A4, s. 498–500.

Dynamiczny lot żaglowy uzyskuje się przez wykonywanie takich manewrów, przy pomocy których np. ptak, ew. szybowiec może czerpać energię ze zmian prędkości wiatru. Zagadnienia wyszczególnione przez autora jako podstawowe dla lotu dynamicznego to: wykorzystywanie zmiany prędkości wiatru z wysokością (gradient pionowy) w locie prostym i w krążeniu, wykorzystywaniu poziomego gradientu wiatru przy pomocy krążenia, wykorzystywanie ruchów falowych i rotorów o osi poziomej lub pionowej, oraz teoretyczne możliwości wykorzystywania podmuchów. Wypróbowanie i sprawdzenie manewrów lotu dynamicznego na szybowcu jest zagadnieniem bardzo trudnym, a możliwości ich zastosowania w szymbownictwie nie zostały jeszcze praktycznie wykazane. Również perspektywy opracowania urządzeń do automatycznego wykorzystywania zmian prędkości wiatru nie są zachęcające. J. Sandauer

36* 551.510:629.19.001.2 ILot
Peterson G. N.: Aerophysical problems of flight at extreme altitudes and speeds. Aerofizyczne zagadnienia lotu przy dużych prędkościach i na wielkich wysokościach. Canad. Aeronaut. J. 1958, t. 4, nr 1, A4, s. 3–10; nr 2, s. 39–47; nr 3, s. 79–85, tabl. 1, rys. 24, poz. bibl. 98.

Praca omawia własności aerofizyczne rozrzedzonej atmosfery na wielkich wysokościach, sposoby przeprowadzenia badań i pomiarów. Podane są niektóre problemy lotu związane z własnościami aerofiz. atmosfery. Z. Brodzki

37* 629.135.15:533.6.015.7:551.558 ILot
Woodward B.: A theory of thermal soaring. Teoria termicznych lotów żaglowych. Aero-Rev. Suisse, 1958, nr 6, A4, s. 321–324, rys. 6, poz. bibl. 2.

Dotychczasowa znajomość termicznych prądów wznoszących ogranicza się do wyników pomiarów prędkości wznoszenia, średnic „kominów” oraz różnic temperatur między „kominem” i otaczającą go atmosferą. Do chwili obecnej brak jest danych odnośnie wewnętrznej struktury prądu wznoszącego oraz otaczającego go obszaru. Artykuł relacjonuje niektóre wyniki prac laboratoryjnych prowadzonych w Anglii nad strukturą prądu wznoszącego izolowanego tzn. oderwanego od podłoża. Oporając się na charakterystyce osiągnięte w krążeniu szybowca Olympia oraz na wynikach doświadczeń laboratoryjnych nad izolowanym prądem wznoszącym, przeprowadza autor ciekawe obliczenie wznoszenia szybowca w funkcji czasu. J. Sandauer

38* 533.6.015.1/2:533.6.05.52 ILot
Kettle D. J.: Ground performance at take-off and landing. Rozbieg i dobieg podczas startu i lądowania. Aircr. Engng. 1958, t. 30, nr 347, s. 2–4, poz. bibl. 3.

Artykuł omawia metodę obliczenia teoretycznego długości rozbiegu i dobiegu podczas startu i lądowania po zrobieniu kilku uproszczających założeń. Założono m. in. stałość kąta natarcia płata podczas rozbiegu i dobiegu, co w przypadku samolotów z podwoziem konwencjonalnym z kółkami ogonowym ujemnie wpływa na dokładność otrzymanego wyniku obliczeń. Zaletą artykułu jest podanie interesującego wykresu, przy pomocy którego można wyznaczyć długość startu (rozbiegu) i dobiegu po lądowaniu. Rozważania dotyczą wyłącznie ruchu samolotu na ziemi a więc nie ujmują całego przebiegu startu i lądowania. B. Kitzman

ZAGADNIENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE W KONSTRUKCJACH LOTNICZYCH

39* 620.178.3:629.13.012.2 ILot
Morcock D. S.: Hydrostatic fuselage pressure fatigue test program Lockheed C-130A Hercules. Program badań zmęczeniowych kadłuba samolotu Lockheed C-130A Hercules na ciśnienie hydrostatyczne. Canad. Aeronaut. J. 1958, t. 4, nr 6, A4, s. 180–184, rys. 10.

Po przeprowadzeniu programu prób statycznych mających na celu sprawdzenie wytrzymałości doraźnej, kabina ciśnieniowa amerykańskiego samolotu transportowego C-130 A Hercules została poddana próbie zmęczeniowej w zbiorniku wodnym. Jeden cykl, obejmujący obciążenie ciśnieniem wewnętrznym 0,53 kg/cm² oraz siłami masowymi występującymi podczas przyspieszenia normalnego o wielkości 1,7 g odpowiadał trzygodzinnemu lotowi na wysokości przelotowej. W czasie 13 000 cykli zrealizowanych do stycznia 1958 r. wykryto szereg fragmentów konstrukcji posiadających niedostateczną wytrzymałość zmęczeniową. Stwierdzono, że rozrzut wytrzymałości zmęczeniowej analogicznych elementów nie przekracza 2,5; przy czym badania laboratoryjne tych elementów dawały rozrzut większy i wykazywały znacznie wyższe wartości wytrzymałości zmęczeniowej. W wyniku prób przeprowadzonych na samolocie Hercules oraz wprowadzonych zmian przewiduje się, że okres międzyprawy samolotu będzie wynosił 30 000 godzin. J. Sandauer

40* 539.431.1:629.13.012 ILot
Gerard, G.: The crippling strength of compression elements. Wytrzymałość elementów ściskanych. J. of the Aeronaut. Science, 1958, t. 25, nr 1, s. 37–52, rys. 23, tabl. 6, poz. bibl. 26.

W pracy tej omówiono metody obliczeniowe elementów ściskanych pracujących w temperaturze normalnej i podwyższonej. Przeprowadzono badania i wyprowadzono wzory dla różnych profili lotniczych, które na skutek ściskania doznają wyboczenia lokalnego. Rozpatrzono trzy przypadki wyboczenia lokalnego: wyboczenie giętno-skrętne przekroju, wyboczenie przekroju przez skręcanie oraz wyboczenie płyt usztywnionych, gdzie usztywnienie wybacza się przez skręcanie przekroju a płyta przez ugięcie. Z. Łapiński

41* 533.6.013.42:539.433 ILot
Rogers M.: Aerothermoelasticity. Aerothermoelastyczność. Aero. Space Engng., paźdź. 1958, t. 17, nr 10, s. 34–43, rys. 8, poz. bibl. 9.

Aerothermoelastyczność określa zakres zagadnień dotyczących konstrukcji statku powietrznego przy współdziałaniu sił elastyczności, aerodynamicznych i bezwładności w warunkach lotu hyperszybkiego, gdy działa „grzanie aerodynamiczne”. Powstają wtedy znaczne zmiany w konstrukcji statku, które muszą być zbadane doświadczalnie. Praca omawia zakresy powstającego flatteru oraz powstających odkształceń konstrukcji oraz możliwości badań. Z. Brodzki

42* 533.69 ILot
Harpur N. F.: Fail-safe structural design. Projektowanie konstrukcji bezpiecznej przy złamaniu. J. Royal Aeronaut. Soc., 1958, t. 62, nr 569, s. 363–376, tabl. 1, rys. 34, poz. bibl. 23.

Przez konstrukcję bezpieczną przy złamaniu (fail-safe) rozumie się taką konstrukcję, która po pęknięciu dowolnego pojedynczego elementu nośnego nie ulega zniszczeniu i posiada jeszcze pokaźny zapas wytrzymałości. Ten typ konstrukcji jest coraz szerzej uznawany za najwłaściwszy dla samolotów komunikacyjnych, ponieważ w dużym stopniu wyklucza możliwość katastrofy spowodowanej zniszczeniem jakiegokolwiek elementu nośnego na skutek zmęczenia materiału, urwania się wirującego elementu silnika lub każdej innej trudnej do przewidzenia przyczyny. Zapas wytrzymałości konstrukcji po pęknięciu elementu nośnego winien zapewnić bezpieczeństwo użytkownika przez okres czasu potrzebny do wykrycia i usunięcia awarii. Dużą rolę w tych zagadnieniach odgrywa szybkość rozprzestrzenienia się pęknięcia. Kilka firm lotniczych prowadzi próby statyczne i zmęczeniowe mające na celu zbadanie tego zagadnienia na płaskich płytach i na walcach. Wyniki prób, opracowane w postaci wykresów, przedstawiają materiał doświadczalny o dużej wartości. J. Sandauer

AERODYNY

43* Sandauer J.: Obciążenia szybowca w burzliwej atmosferze — w świetle polskich przepisów wytrzymałościowych. Techn. Lotn., 1958, r. 13, nr 5, A4, s. 134—138, rys. 6, poz. bibl. 4.

W artykule uzasadniono wymagania polskich szybowcowych przepisów wytrzymałościowych odnośnie obciążeń szybowców w burzliwej atmosferze.

Omówiono zarówno obciążenia skrzydła, jak i usterzeń. Wymagania przepisów polskich porównano z wymaganiami przepisów angielskich i niemieckich przez obliczenie równoważnych prędkości podmuchów „ostrzych”. Praca była przedstawiona na VII Kongresie OSTIV, Leszno — 1958 r.

44* Douglas L.: The development of the tandem helicopter. Rozwój śmigłowców układu podłużnego. J. Amer. Helicopter Soc., 1958, t. 3, nr 1, A4, s. 8—26, rys. 23.

Trzęsawie omówienie właściwości śmigłowców układu podłużnego dokonane w oparciu o doświadczenia f-my Vertol (USA). Na wstępie dokonane jest porównanie pod względem bilansu mocy, sterowności i zwrotności układu podłużnego — z układem klasycznym jednowirnikowym ze śmigłem ogonowym. Następnie na przykładzie kilku śmigłowców Vertol rozpatrzone są poszczególne cechy układu podłużnego: stateczność podłużna, boczna i kierunkowa, drgania i ich źródła, osiągi, hałaśliwość oraz możliwość usatecznienia. Artykuł zawiera dużą ilość interesujących informacji w postaci wykresów.

R. Witkowski

45* Russel A. B.: Some recent aids to aircraft design. Niektóre nowoczesne urządzenia pomocnicze w projektowaniu samolotów. Canad. Aeronaut. J., 1958, t. 4, nr 8, s. 265—277, rys. 14.

Zaprojektowanie nowoczesnego samolotu w stosunkowo krótkim czasie, wymagającym przez szybki rozwój techniki lotniczej, przy jednoczesnej konieczności maksymalnego ograniczenia ryzyka nowych koncepcji aerodynamicznych i konstrukcyjnych, jest nie do wykonania bez szerokiego zastosowania nowoczesnych urządzeń pomocniczych dla obliczeniowej i doświadczalnej analizy założeń i rozwiązań opracowywanego projektu. Artykuł omawia podstawowe rodzaje maszyn liczących używanych do rozwiązywania zagadnień lotniczych oraz zagadnienia będące obecnie przedmiotem najintensywniejszych badań doświadczalnych, tzn. flatter i zagadnienia rozkładu naprężeń przy różnych rodzajach obciążeń mechanicznych i cieplnych. Dla zapisu oraz analizy wyników badań doświadczalnych, zarówno aerodynamicznych jak i wytrzymałościowych, staje się coraz konieczniejsze korzystanie z elektronicznych metod zapisu i przeliczania, umożliwiających znaczne skrócenie czasu opracowywania wyników.

J. Sandauer

46* Kaniwska I.: Polskie wymagania wytrzymałościowe dotyczące budowy szybowców — w świetle przepisów szybowcowych innych krajów. Techn. Lotn., 1958, r. 13, nr 6(54), s. 173—178, rys. 7, tabl. 7.

Omówione w niniejszym referacie wymagania wytrzymałościowe polskich przepisów budowy szybowców są próbą uzupełnienia unowocześnienia i ujednoczenia przepisów szybowcowych. Powstały one częściowo na bazie fragmentarycznych przepisów różnych krajów oraz — w decydującym stopniu — na podstawie doświadczeń zdobytych w polskich biurach projektowych, zakładach budowy sprzętu lotniczego i w Instytucie Lotnictwa, jak również w wyniku kilkunastoletniej eksploatacji szybowców własnej konstrukcji. Ostatnio w Instytucie Lotnictwa zakończone zostały prace przy opracowywaniu pozostałych działów przepisów dotyczących wymaganych własności lotnych szybowca oraz wymagań konstrukcyjnych w budowie szybowców. Oba te projekty są obecnie w trakcie ankietowania. Praca była przedstawiona na VII Kongresie OSTIV, Leszno 1958 r. (a)

WYPOSAŻENIE AERODYN

47* Fox E. C.: Synchronizing wing flap cylinders. Synchronizacja siłowników klap skrzydłowych samolotu. Appl. Hydraul. Pneumat., 1958, t. 11, nr 10, s. 116—118, rys. 4.

Opis układu synchronizacji klap średnioplatu, w którym zastosowano mechaniczne sprzężenie klap z zaworami regulacji przepływu do siłowników hydraulicznych. Układ odznacza się dużą dokładnością pracy.

W. Błocki

48* Toth M. C.: Hydraulic turbopump... power in a small package. Turbo-pompa hydrauliczna — źródło mocy o małych wymiarach. Appl. Hydraul. Pneumat., 1958, t. 11, nr 10, s. 114—115, rys. 4.

Opis źródła mocy instalacji hydraulicznej składającego się z pompy napędzanej przez turbinę powietrzną oraz urządzenia automatycznej regulacji ciśnienia cieczy i obrotów turbinki napędowej w zależności od zapotrzebowania mocy. Układ odznacza się zwartością budowy i małym ciężarem.

W. Błocki

SILNIKI LOTNICZE

49* Schnitzer, H. C.: Turbojet — engine mechanical design for high Mach number flight. Silnik turbinowo-odrzutowy na wysokie prędkości lotu. Aero/Space Engng., 1958, t. 17, nr 9, s. 35—39, rys. 7.

W artykule omówiono ogólnie zasadnicze zagadnienia związane z projektowaniem silników turbinowo-odrzutowych na wysokie prędkości naddźwiękowe. W szczególności zwrócono uwagę na zagadnienie wysokich temperatur i związanych z nimi trudności konstrukcyjnych, z uwagi na fakt, że największy ciąg z jednostki powierzchni poprzecznego przekroju silnika jest praktycznie ograniczony wartością temperatury gazu przed turbiną. Wysokie temperatury powietrza powstałe wskutek śpiętrzenia i dużych sprężów stwarzają również złe warunki pracy układu łopatkowego sprężarek osiowych. Nie mniejsza trudność konstrukcyjna związana jest z dużą rozbieżną (naddźwiękową) o regulowanych polach przekroju krytycznego i wylotowego, pracującą w wysokiej temperaturze, zwłaszcza w przypadku zastosowania dopalacza.

A. Kowalewicz

50* Matton G.: Influence du blocage de la veine par les acceroche — flammes sur les limites d'extinction. Wpływ wyhamowania strumienia przez stabilizatory na stateczność płomienia. Recherche Aeronautique, 1958, nr 63, A4, s. 3—11, tabl. 2, rys. 16, poz. bibl. 11.

W artykule omówiono wpływ stopnia przekrycia strumienia na stopień „k” przystołu prędkości strumienia za przeszkodą i współczynnik oporu aerodynamicznego Cz stabilizatorów płomienia. Na podstawie systematycznych pomiarów za przeszkodę zostały ustalone metody wprowadzania poprawek i uwzględniania wpływu wyhamowania strumienia na współczynnik K i Cz w przypadku przeszkód cylindrycznych o dowolnym wydłużeniu i przeszkód pierścieniowych. Podana została również, dla różnych rodzajów przeszkód zależność funkcjonalna między statecznością płomienia a procentową zawartością paliwa w strumieniu.

M. Rabenda

51* Mestre, A.: Résultats d'essais en soufflerie de statoréacteurs. Wyniki przedmuchania komór spalania silników strumieniowych. Recherche Aeronautique, lip. sierp. 1958, nr 65, s. 11—17, rys. 14.

Artykuł zawiera opis konstrukcyjny komór spalania, w jakie były wyposażone modele doświadczalnych silników strumieniowych. Podaje on także kilka wyników prób, mających na celu określenie

spadku ciśnienia w silniku w zależności od stopnia zasłonięcia $\frac{S_c}{S}$ (ouverture du col) przekroju poprzecznego dyszy wylotowej, określającej sprawność spalania i zakres stateczności pracy silnika.

M. Rabenda

52* Morley A. W.: Boost system for helicopters gas turbines. Metody uzyskiwania krótkotrwałego wzrostu mocy w śmigłowcowych silnikach turbinowych. J. Helicopter Ass. Great Britain, 1958, t. 12, nr 2, s. 66—84, A5, rys. 6.

Analiza możliwości teoretycznych metod uzyskiwania wzrostu mocy w śmigłowcach w celu zapobieżenia następstwom defektu silnika lub dla poprawienia osiągnięć w locie pionowym (start, lądowanie). Rozpatrzone są następujące metody: a) rakiety na końcach łopat (na paliwo płynne), b) dopalanie w dyszach wylotowych przy ciśnieniowym napędzie wirnika, c) krótkotrwały wzrost momentu turbiny przy mechanicznym napędzie wirnika, d) uruchamianie dodatkowego silnika turbinowego. W wyniku analizy wykazuje autor zalety systemu rakietowego, takiego jaki został zastosowany dla wspomagania startów i lądowań śmigłowca Saro Skeeter.

System ten stosuje beźplomieniowy („zimny”) rozkład perhydrolu w obecności katalizatora na parę wodną i tlen wg reakcji: $H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2 + 13 \text{ kcal}$.

R. Witkowski

PRODUKCJA LOTNICZA

53* Ricard G.: Flugwerke in Honigwaben Bauweise. Płatowce o konstrukcji przekładkowej z wypełniaczem ulowym. Luftfahrttechnik, 1958, t. 4, nr 5, A4, s. 131—135, rys. 9.

Francuska firma Brequet zastosowała w lekkim samolocie myśliwskim Taon po raz pierwszy na szeroką skalę konstrukcję przekładkową z metalowym wypełniaczem ulowym. Zastosowanie tego typu konstrukcji w odpowiedzialnych elementach nośnych samolotu zostało poprzedzone licznymi próbami wytrzymałościowymi statecznymi i zmęczeniowymi oraz próbami technologicznymi. Kadłub samolotu Taon nie różni się ciężarem od kadłuba o konstrukcji zwyczajnej, natomiast skrzydło wykazuje ciężar znacznie mniejszy od przeciętnego. Klejenie okładzin i wypełniacza odbywa się w piecu o temperaturze 140—170°C, a docisk jest realizowany za pomocą prasowania w formach lub metodą próżniową.

J. Sandauer

54* Edwards R. D.: Forming integral panels. Wykonywanie integralnych konstrukcji metodą gięcia na specjalnej prasie. Aircr. Prod., 1958, t. 20, nr 7, s. 255—263, rys. 7.

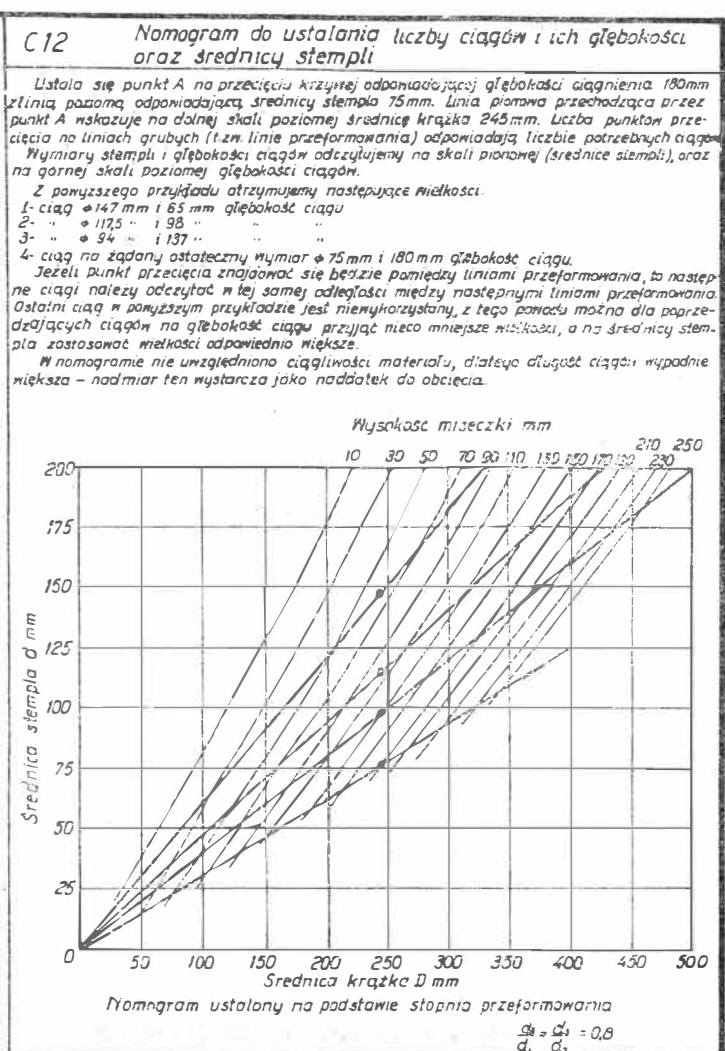
W artykule opisano nowy sposób wykonania elementów integralnych płatowca. Zamiast stosować pełne bloki materiału i z nich frezować żądany kształt na frezarko-kopiarce, w nowej metodzie zastosowano profilowaną odkuwkę, którą w specjalnej prasie (fotografia 1) kształtuje się wg żądanej krzywizny. Wadą metody jest konieczność wykonania odkuwki foremnikowej, co jednak mimo nakładu kosztów na foremnik opłaca się w porównaniu z frezowaniem na kopiarce, tym bardziej że do mocowania elementu w czasie frezowania koniecznych jest około 50 kosztownych przyrządów próżniowych. Konstrukcja prasy składa się z 9 stempli, których skok sterowany jest wymienną krzywką. Każdy stempel rozwija siłę do 10 ton. Do wykrawania otworów wiernikowych służy osobny stempel.

T. Vorbrodt

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 prenumeratę 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 prenumeracie ok. 20 gr. CIDNT wykonuje (za zwrotem kosztów) fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych zarówno Przeglądem Dokumentacyjnym, jak i kartami dokumentacyjnymi.

C 9 Ciąg daisy z okładki II

Kształt przedmiotu	Srednica krążka
	$\sqrt{d_1^2 + 2,28r \cdot d_2 - 0,56r^2}$ lub $\sqrt{d_1^2 + 6,28rd_2 + 3r^2 \cdot d_2^2}$
	$\sqrt{d_1^2 + 4d_2(0,57r \cdot h) - 0,56r^2}$ lub $\sqrt{d_1^2 + 6,28rd_2 - 8r^2 \cdot 4d_2h + d_2^2 \cdot d_2^2}$
	$\sqrt{d_1^2 + 6,28rd_2 + 8r^2 \cdot 2(d_2 \cdot d_2)}$ lub $\sqrt{d_1^2 + 2,28rd_2 + 2(d_2 \cdot d_2) - 0,56r^2}$
	$\sqrt{d_1^2 + 6,28rd_2 + 8r^2 \cdot 4d_2h - 2(d_2 \cdot d_2)}$ lub $\sqrt{d_1^2 + 4d_2(0,57r \cdot h) + 2d_2^2 - 0,56r^2}$
	$\sqrt{d_1^2 + 2nd_2r + 4(n-2)r^2}$
	$\sqrt{d_1^2 + 2nd_2r + 8r^2 - 2nd_2r - 4(n-2)r^2}$ przy $r = \frac{1}{2} \sqrt{d_1^2 + 2nr(d_2 + d_2) + n^2}$
	$\sqrt{d_1^2 + 2nr_2d_2 + 8r_2^2 + 4d_2h + 2nr_2d_2 + 4(n-2)r_2^2}$ przy $r_2 = \frac{1}{2} \sqrt{d_1^2 + 4d_2h + 2nr_2(d_2 + d_2) + nr_2^2}$
	$\sqrt{d_1^2 + 2nr_2d_2 + 8r_2^2 + 4d_2h + 2nr_2d_2 + 4(n-2)r_2^2 + d_2^2 \cdot d_2^2}$ przy $r_2 = \frac{1}{2} \sqrt{d_1^2 + 4d_2h + 2nr_2(d_2 + d_2) + nr_2^2 + d_2^2 \cdot d_2^2}$



C 10 Obliczanie wielkości powierzchni wytłaczanej

Kształt powierzchni	F - powierzchnia	Kształt powierzchni	F - powierzchnia
	$F = \frac{\pi(d^2 - d_1^2)}{4}$		$F = 2\pi r^2 + \frac{\pi d^2}{2}$
	$F = 2\pi r \cdot h$ lub $F = \pi(\frac{d^2}{4} - \frac{d_1^2}{4} + h^2)$		$F = \frac{\pi^2 d^2}{2} - 2\pi r^2$
	$F = \pi(\frac{d^2}{4} + h^2)$ $h = r - \sqrt{r^2 - \frac{d_1^2}{4}}$		$F = \pi(ds - 2rh)$
	$F = 2\pi r^2$		$F = \pi(ds - 2rh)$
	$F = 2\pi rh$		$F = \pi[ds - 2r(h-s)]$
	$F = \pi dh$		$F = \pi[ds - 2r(r-h)]$
	$F = \pi f(\frac{d_1 + d}{2})$ $f = \sqrt{h^2 + (\frac{d-d_1}{2})^2}$		$F = \pi^2 rd$
	$F = 2\pi rh$		$F = \pi^2 rd$

$x = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$ gdzie $F = F_a + F_b + F_c + \dots$

Tak obliczona wielkość należy powiększyć o 1,5-3% (nadatek na obcięcie brzegów) a wtedy średnica rzeczywista krążka wyniesie $x = x + 1,5 + 3\% x$

Obliczenia ułatwia, w dużym stopniu wzory zestawione w tabeli.

C 13 Właściwości mechaniczne i fizyczne stopów lekkich

Oznaczenie	Skład chemiczny %				Właściwości wytrzymałościowe			
	C	Si	Mn	P+S	Granica wytrzymałościowa $\sigma_{0,2}$ (MPa)	Granica wytrzymałościowa $\sigma_{0,01}$ (MPa)	Wzrost $\sigma_{0,01}$ (MPa)	Wzrost $\sigma_{0,2}$ (MPa)
Błacha cienka do tłoczenia								
I-WP	<0,03	ślady	0,10-0,35	<0,14	16	28-42	25	25
I-WT	<0,1	ślady	0,10-0,35	<0,11	16	28-42	27	28
I-W6	<0,1	0,03-0,15	0,2-0,4	<0,09	16	28-42	27	28
I-WB	<0,1	0,03-0,15	0,2-0,4	<0,09	16	28-40	28	29

Uwagi: Błacha I-WP - płytkoloczna, stosowana jako blacha pokrywa
Błacha I-WT - tłoczna, stosowana na elementy o prostych kształtach
Błacha I-W6 - głęboko tłoczna, na elementy przy głębokim ciągnięciu
Błacha I-WB - bardzo głęboko tłoczna, nośnikiem przy głębokim ciągnięciu

C 11 Zastosowanie materiałów na tłoczniaki do głębokich ciągów

Materiał formowany	Rodzaj tłoczniaka	Materiał na tłoczniak	
		Pręśń ciagowy	Stempel
Stal miękka Błacha stal głębokoloczna	wszystkie	Powyżej 100mm średnicy - zeliwo;	Powyżej 100mm średnicy - zeliwo;
Metalie nieżelazne Błacha aluminiowa Stopy magnezu przy 200-300°C Błacha miedziana Błacha mosiężna Błacha cynkowa	wszystkie	poniżej 100mm średnicy stal węglowa (0,5% C)	poniżej stal węglowa.
Niemetale: Prezpon Guma twarda podgrzana	Tłoczenie z przytrzymałością w uprzednim podgrzaniem do 120°C	Stal węglowa o zawartości 0,5% C	

Zastosowanie materiałów na tłoczniaki do prasowania

Materiał formowany	Rodzaj tłoczniaka	Materiał na narzędzie: matryca (stempel)
1 Ogólnie	a) Tłoczenie b) Tłoczenie z grzechem (obciążona silnie matryca) Tłoczenie białke Tłoczniaki do prasowania	Materiał na narzędzie: matryca (stempel) Stal węglowa (1-1,2% C) z dodatkiem Cr, W lub Si albo stal chromokobaltowa (Q3-0,5% C, 0,8-1,2% Cr; 3-5% Ni) Stale stopowe do hartowania (~1,2% C, ~0,5% Cr) lub stal chromowa (1% C, 1,2% Cr) Stal węglowa z wyższą zawartością Mn Stal węglowa o wyższej zawartości Mn lub stal chromowa (~2% C, ~1,3% Cr)
2 Stal Stal miękka Błacha transformatorowa Tępa stalowa	wszystkie Tłoczenie ze zginaniem przy zakręcaniu kłosa	Stale stopowe do hartowania 1% C, 0,1% Ni, 0,3% Mn, 0,2% Si Stal wolframowa (1,3% C, 5% W) Stal chromowa samohartująca się (1,2% C, 12-13% Cr, 0,25-0,3% Mn, 0,25-0,3% Si)
3 Metalie nieżelazne. Błacha aluminiowa ... miedziana ... mosiężna ... cynkowa	wszystkie Tłoczenie z podgrzaniem do 150°C	Stale stopowe do hartowania (1% C, 0,1% Ni, 0,3% Mn, 0,2% Si)
4 Niemetale: Prezpon Guma twarda (podgrzana)	Tłoczenie z podgrzaniem do 120°C	Stal węglowa do hartowania (0,5% C)

C 14 Właściwości głębokotłocznych blach ze stopów lekkich

Materiał	Skład chemiczny % (pozostała ilość - aluminium)				Właściwości wytrzymałościowe w stanie:				
	Mg	Mn	Cu	Si	oziębionym	ulepszonym	oziębionym	ulepszonym	
Al-Mg-Cu	1,0	1,0	3,5-5,5	15,0	35,7	22,2	30,0	46,0	18,5
	0,9	0,3	3,5-5,5	15,1	32,6	21,0	29,8	42,0	19,5
	0,5	0,5	3,5-5,5	12,3	27,1	20,2	23,8	35,6	19,5
	0,9	0,6	3,5-5,5	-	32,2	21,2	27,3	44,8	20,0
Al-Mg-Si	0,8-2,0	0,4-1,4	0,5-1,0	14,1	-	-	20,5	34,3	13,6
Al-Mg-Si	0,8-2,0	0,4-1,4	0,5-1,0	7,1	12,9	30,0	24,7	25,6	6,8
Al-Mn	-	1,5	-	6,5	10,8	33,7	17,1	15,1	7,3
Al-Mg-Mn	1,0-2,0	1,0-2,0	0,3	10,1	23,7	18,5	28,7	31,4	7,1
Al-Mg	3,0	-	-	14,6	25,9	19,1	20,6	26,3	11,8
	9,0	-	-	16,8	36,7	21,6	34,0	40,5	9,9
Czyste Al	Si+Fe+Cu+Zn ≤ 0,5%	-	-	2,0	7-9	20-38	10,6	11,5	13,6

Uwagi: Al-Mg-Cu, tłoczyć najlepiej bezpośrednio po oziębieniu lub wyjarzaniu zmiekkającym.
Al-Mg-Si należy tłoczyć w stanie zmiekkającym lub oziębionym, możliwie najszybciej po oziębieniu.
Al-Mn, daje się nieco gorzej ciągnąć od czystego Al.
Al-Mg, lepsze właściwości ciągnięcia posiadają stopy z większą zawartością Mg.
Czyste Al, daje się łatwo obrabiać, jak również bezwzględnie przy obróbce można stosować głębokie ciągi.

C15 Ciecze do trawienia i odfuszczenia blach

Material	Ciecz do trawienia i odfuszczenia
1 Ogólne.	a) Ciecz do oczyszczania P-3 i 5-7 z 100 litrow wody przy 90°C do odfuszczenia. b) Ciecz do oczyszczania Tri (trójortoaktylen) do odfuszczenia. c) Ciecz do oczyszczania Per (perchloroetylen) w szczególności do odfuszczenia części ze stopów lekkich.
2 Aluminium	10% roztwór (wagowy) tlenku siarki w temp 50°C, czas 1 minuta. Wyplukac w czystej wodzie, potem w roztworze kwasu siarkowego (1:1 + 1:5).
3 Blaz, mosiaz	Skoncentrowany kwas azotowy lub z dodatkiem 1% soli kuchennej
4 Miedz	Roztwor kwasu siarkowego 1:10
5 Nowe srebro	Rozcieńczony roztwór mieszaniny (5%) kwasow siarkowego i azotowego w temp 50°C
6 Nikiel	Kwas azotowy 1:50 temperatura ~80°C
7 Blacha stal nierdzewna	Kwas solny 1:1 i 3%-owy kwas azotowy, temperatura 50°C
8 Blacha do tłoczenia	Kwas solny lub siarkowy 1:2 - 1:5, w wyższej temperaturze szybsze działanie
9 Cynk	Kwas siarkowy 1:20

Uwagi: a) Powierzchnie elementów tłoczonych w celu oddania do dalszych operacji powinny być odfuszczone. Należy również usunąć zagalienne pozostałości przy wywarzeniu.
b) Odfuszczenie cieczą P-3 winno być przeprowadzone przed wytrawianiem.
c) Przy przygotowaniu cieczy do wytrawiania najpierw napełnia się wodę a potem kwas.
d) Przy wznosach stosować wyciągi z uwagi na szkodliwość ulatniających się par gazow.
e) Wszystkie odfuszczone i wytrawione części należy dobrze płukać w gorącej wodzie (części stalowe w 5% roztworze sody) i następnie szybko wysuszyć (w strumieniu gorącego powietrza).

C16 Wybór środka smarnego podczas tłoczenia lub ciągnięcia

Rodzaj pracy i materiał	Środek smarny
1 Łatwe operacje ciągnięcia: Ms, Cu, stal	Olej rzepakowy
2 Trudne operacje ciągnięcia: Ms, Cu	Mydło rozpuszczone w gorącej wodzie z tą samą ilością oleju rzepakowego, albo gęstej oleju maszynowego
3 Trudne ciągnięcie części stalowych	Olej rzepakowy i biel ołowiana smarowane grubą warstwą. Olej maszynowy lub talk i grafit
4 Ogólne, ciągnięcie elementów	Mieszanka oleju rzepakowego z kredą, mieszanka oleju rzepakowego z grafitem
5 Aluminium	Wazelina; nafta z dodatkiem sprężonego grafitu
6 Stopy aluminium	Olej maszynowy z grafitem, olej mineralny, ciecz do chłodzenia
7 Blaz, miedz, mosiaz	Olej maszynowy z grafitem, olej mineralny
8 Stal	Ciecz do chłodzenia
9 Przeważa	Talk

D Formowanie blach gumy

Formowanie blach gumy w przemyśle lotniczym jest od dawna stosowane. Zależą jest możliwość użycia jednostronnych narzędzi. Gumę zastępuje stempel. Z biegiem czasu powstało wiele nowych metod formowania gumy: przepona gumowa. Powstały one w większym stopniu w przemyśle lotniczym. Jako maszyny do formowania gumy, używano pras hydraulicznych, pras cieniowych, młotów spadowych, pras kółkowych mechanicznych. Do ostatnio stosowanych metod tłoczenia gumy za pomocą przemieszczających się specjalnych maszyn lub narzędzi. Foremki wykonuje się z utwardzonego drewna, ze stali cynkowej, żelazne, stalowe (barozajzy ukladne części) ostatnio z żywic sztucznych. Koszty wykonania narzędzi są znacznie mniejsze, niż wynosiła o 30% mniej od kosztów narzędzi konwencjonalnych. Woda jest dość szybko zużywana się gumy oraz potrzeba stosowania dużych naciskow podczas kształtowania.

Podczas formowania gumy istnieje możliwość cięcia, tłoczenia, zaginania, rozciągania i użycia innych metod obróbki plastycznej blach stopniowych podczas formowania blach na zimno.

D1 Podział na metody formowania gumy

Lp	Szkic	Oznaczenie metody	Maszyny i urządzenia stosowane	Nacisk w kN/cm²	Procesy formowania					
					Wielkość obrabiana	Przebieg formowania	Przebieg formowania	Przebieg formowania	Przebieg formowania	Przebieg formowania
1		Metoda bez płyty podścielającej (obecnie nie stosowana)	Prasy hydrauliczne	100	Stalo	Ruchome	Ruchome	Staly	Staly	Staly
2		Metoda Guillema (Opadnie używana)	Duże prasy hydrauliczne. Prasy cienne. Młoty spadowe. Prasy mechaniczne.	200	Ruchome	Ruchome	Ruchome	Staly	Staly	Staly
3		Metoda Marform	Prasy hydrauliczne specjalne, lub dokonstruowane urządzenia na prasach konwencjonalnych	400	Ruchome	Ruchome	Ruchome	Staly	Ruchome	Ruchome
4		Metoda Hicrow	Prasy hydrauliczne specjalne, lub dokonstruowane urządzenia	400	Ruchome	Ruchome	Ruchome	Ruchome	Ruchome	Ruchome
5		Metoda Hydratom	Specjalna prasa z przeponą gumowa, nacisk zapomocą cieczy	1000	Stalo	Stalo	Stalo	Ruchome	Staly	Staly
6		Metoda Wheelant	Specjalne narzędzie do zamocowania na konwencjonalnych prasach. Metoda Saab	525	Stalo	Stalo	Ruchome	Staly	Staly	Staly

D2 Amerykańskie prasy tunelowe

Typ	Stal		Ciśnienie robocze kN/cm²	Nacisk nominalny Ton
	Szerokość mm	Długość mm		
Wielkośćowa	305	1015	350	1200
2500R - 20 - 50	317	1217	350	2500
10 800R - 36 - 96	765	2440	525	10800
10 800R - 36 - 120	915	3050	350	10800
10 960R - 36 - 144	915	3660	350	12960
19 440R - 36 - 144	915	3660	525	19440
15 000R - 50 - 120	1270	3050	350	15000
19 500R - 50 - 120	1270	3050	455	19500
21 000R - 50 - 168	1270	4270	350	21000

D3 Prasy tunelowe polskiej konstrukcji

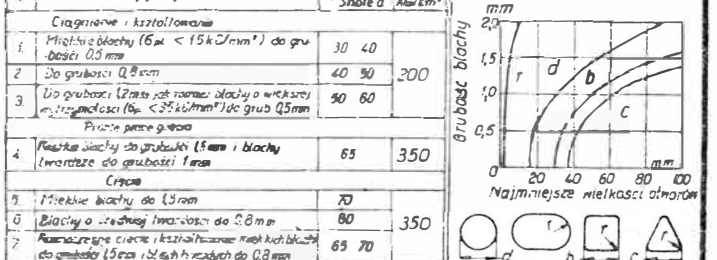
Typ	Siła		Ciśnienie robocze kN/cm²	Nacisk nominalny Ton
	Szerokość mm	Długość mm		
PT-25	500	1450	350	2500
PT-10	1240	2500	350	10800
PT-10-A	2240	2500	500	15500

D4 Foremki do kształtowania gumy

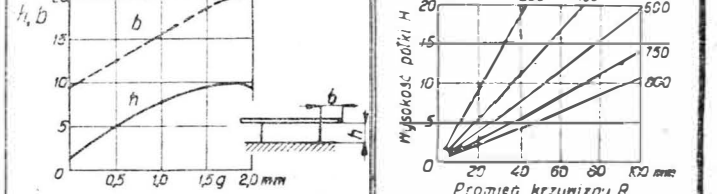
Rodzaj obróbki	Materiały użyte na matryce	Balenie	Stopy aluminiowe w cyn kowe		Stal		Tworzywa sztuczne		Zymka A6
			100000	100000	nieograniczone	100000	100000	100000	
Cięcie	Liczba sztuk	powyżej 50000	powyżej 100000	nieograniczone	powyżej 10000	od 1000 do 5000	powyżej 5000	od 1000 do 5000	5000 i więcej
		od 5000 do 10000 (miejsc)	od 20000 do 100000 (miejsc)	powyżej 50000	od 2000 do 5000	od 100 do 2000	od 100 do 2000	od 30 do 1000	od 30 do 1000
Tłoczenie		powyżej 50000	powyżej 100000	nieograniczone	powyżej 10000	od 1000 do 5000	powyżej 5000	od 1000 do 5000	5000 i więcej

D5 Twardość gumy Shore'a i nacisk jednostkowy, stosowany przy pracach gumy

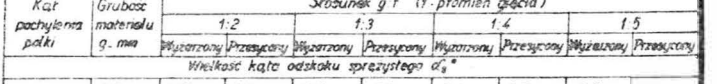
Najmniejsze wielkości otworów w zależności od grubości blachy przy wykonywaniu gumy



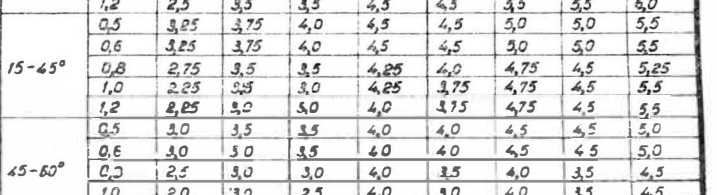
D6 Najmniejsze wielkości otworów w zależności od grubości blachy przy wykonywaniu gumy



D7 Wielkości waleń obrzeża blachy b i wysokości h szablonu podczas cięcia gumy w zależności od grubości blachy



D8 Wykres granicznych wysokości polek wybijanych (kontury niekłałej) Stopy magnnezowe (formowane na gorąco)



D9 Wielkości kąta odskoku sprężystego w zależności od kąta pochylecia półki, grubości blachy, stanu materiału i promienia wygięcia

Kąt pochylecia półki	Grubość materiału g. mm	Stosunek g/r (r - promień gięcia)							
		1:2		1:3		1:4		1:5	
		Wyznaczony	Przeznaczony	Wyznaczony	Przeznaczony	Wyznaczony	Przeznaczony	Wyznaczony	Przeznaczony
Wielkość kąta odskoku sprężystego α ₀ °									
0-15°	0,5	3,5	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	6,0
	0,6	3,5	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	6,0
	0,8	3,0	4,0	4,0	4,5	4,5	5,5	5,5	6,0
	1,0	2,5	4,0	3,5	4,5	4,5	5,5	5,5	6,0
15-45°	1,2	2,5	3,5	3,5	4,5	4,5	5,5	5,5	6,0
	0,5	3,25	3,75	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,5
	0,6	3,25	3,75	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,5
	0,8	2,75	3,5	3,5	4,25	4,0	4,75	4,5	5,25
45-60°	1,0	2,25	3,25	3,0	4,25	3,75	4,75	4,5	5,5
	1,2	2,25	3,0	3,0	4,0	3,75	4,75	4,5	5,5
	0,5	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0
	0,6	3,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0
0-15°	0,3	2,5	3,0	3,0	4,0	3,5	4,0	3,5	4,5
	1,2	2,0	3,0	2,5	4,0	3,0	4,0	3,5	4,5
	0,5	3,5	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	6,0
	0,8	3,5	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	6,0
15-30°	1,0	2,5	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0
	1,2	2,5	3,5	4,0	5,0	5,0	6,0	7,0	7,0
	0,5	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0
	0,6	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0
0-15°	0,8	3,0	3,5	4,0	5,0	5,5	6,0	7,0	7,5
	1,0	3,0	3,5	4,0	5,0	5,5	6,0	7,0	7,5
	1,2	3,0	3,5	4,0	5,0	5,5	6,5	8,0	8,0
	1,0	3,0	3,5	4,0	5,0	5,5	6,5	8,0	8,0

α₀ - kąt zbieżności foremnika
α₁ - kąt odskoku sprężystego
Material: stopy aluminiowe
Nacisk mechaniczny ~ 180 kN/cm²

D10 Najmniejsze wielkości % przy różnych naciskach dla materiałów o różnych własnościach wytrzymałościowych

Material	Typowa wartość R ₀ kN/cm²	(r/g)min dla p = 300 kN/cm²	(r/g)min dla p = 70 kN/cm²
—	2100	6	30
—	3500	10	50
—	4200	12	60
1H18N9T w stanie wyczerpanym	5250	15	75

