

TECHNIKA LOTNICZA

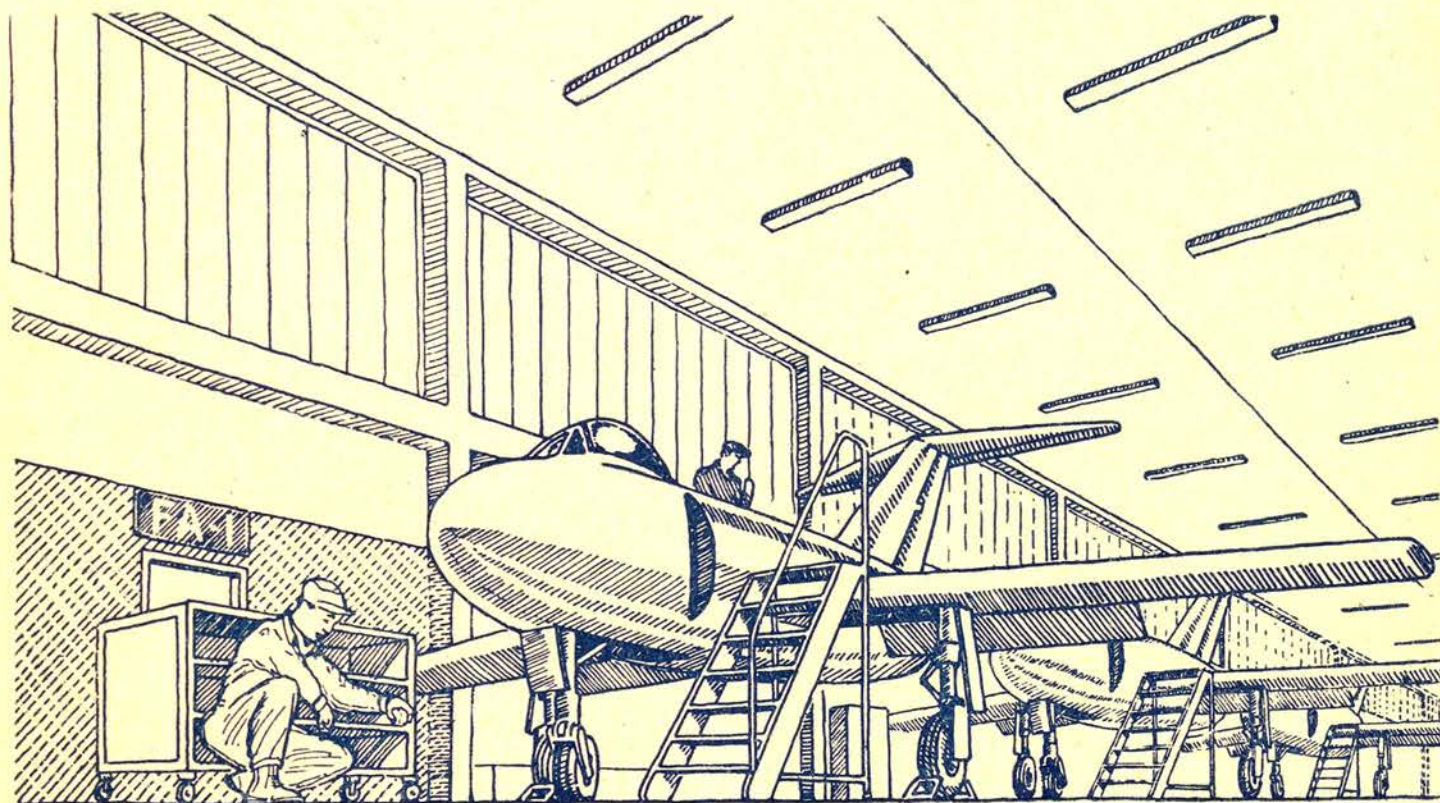
STYCZEŃ-LUTY

1

1954 R.

ROK IX

DWUMIESIĘCZNIK ZWIĄZKU POLSKICH INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW LOTNICZYCH
(SEKCJA LOTNICZA SIMP)



TREŚĆ ZESZYTU

Pewne zagadnienia gospodarki rolnej i leśnej a lotnictwo
Produkcja — J. Tuszyński: Planowanie produkcji seryjnej
samolotów

T. Soltyk: Z zagadnień technologiczności sa-
molotu

J. Luboiński, W. Szczepiński: Metody wy-
cinania blachy na prasach stosowane
w przemyśle płatowcowym

Przy rysownicy — B. Krajewski: Obliczanie charaktery-
styki wielostopniowej sprężarki osiowej

Notatnik użytkownika — Uwagi o pracach ratowniczych
i transportowych uszkodzonych samolotów

1	Lotnicze słownictwo techniczne — B. Zurkowski: Słow- nictwo śmigłowcowe	23
2	Skrzynka techniczna	27
7	Nowości techniczne	28
	Przeglądamy usprawnienia — S. M.	29
12	Na półkach księgarskich	30
17	Pomoce konstruktorskie T. L. — R. Berkowski: Wybór	
21	stali stosowanych w konstrukcjach lotniczych, cz. I okładki.	

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

POMOCE KONSTRUKTORSKIE „TECHNIKI LOTNICZEJ”

WYBÓR STALI STOSOWANYCH W KONSTRUKCJACH LOTNICZYCH, CZ. I.

Tabela 1. Skala plastyczności i spawalności

Skala	Znak	Charakterystyka	Przykład typowy:	
			Stali	Stopów Al, Mg, Cu
Bardzo wysoka	b.w.	Nadaje się do bardzo głębokiego tłoczenia na zimno	stal nierdzewna typu 18 Cr 8 Ni	Al wysokiej czystości i mosiądże.
Wysoka	w.	Nadaje się do głębokiego tłoczenia na zimno	żelazo-armko	stop Al-Mn Miedź i stopy Cu-Ni
Umiarkowana	u.	Nadaje się do tłoczenia na zimno w stopniu dostatecznym	stale węglowe o niskim i średnim % węgla	Stopy Al-Mg
Niska	n.	Nadaje się tylko do kucia, kucia w matrycach i walcowania na gorąco	stale wysokowęglowe $C \geq 0,45$	Elektron
Bardzo niska	b.n.	Nie nadaje się do przeróbki plastycznej ani na zimno, ani na gorąco	Żeliwo	stopy lekkie odlewnicze i brązy cynowe.
Bardzo wysoka	b.w.	Znakomita spawalność wszystkimi sposobami. Rr spoiny $\geq 0,9$ Rr		Al-czyste stop Al-Mn
Wysoka	w.	Dobra spawalność. Plastyczność spoiny zadowalająca. Rr spoiny $\geq 0,75$ Rr	stal niskowęglowa stal Cr-Mo stal 2 OHGSA	stopy Al-Mg
Umiarkowana	u.	Należy stosować specjalne sposoby spawania, aby otrzymać zadowalającą spoinę. Plastyczność spoiny obniżona.	stal średniowęglowa i niskowęglowa stal Cr-Ni	Dural Mosiądże stopy Ni-Cr.
Niska	n.	Spawalność utrudniona. Wytrzymałość i plastyczność spoiny niska	stal wysokowęglowa. stal stopowa z dod. Al i Cr.	Siluminy stopy Cu wysoko krzemowe
Bardzo niska	b.n.	Praktycznie nie daje się spawać. Bardzo niska jakość spoiny.	Znaczna ilość rodzajów żeliwa. Stopy o wysokiej zawartości Si.	

Do skonstruowania samolotu potrzebny jest pewien asortyment materiałów i to dość różnorodny. W konstrukcjach lotniczych decydują nie tylko względy wytrzymałościowe, lecz i inne, jak: lekkość konstrukcji, sztywność, własności materiałów przy niskich i wysokich temperaturach i wiele innych czynników. Zebranie danych możliwie wyczerpujących o pełnym zespole materiałów, wystarczającym dla potrzeb konstruktora lotniczego, jest celem niniejszego cyklu „Pomocy Konstruktorskich”. Będą to dane o stalach, stopach metali kolorowych i lekkich, aż do cellonów, lakierów, rozcieńczalników i paliw lotniczych włącznie.

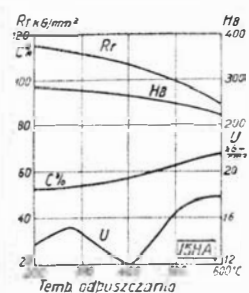
Zebranie tak obszernego materiału w formie skondensowanej jest zadaniem trudnym, toteż należy uwzględnić, że zespół zbierający dane materiałowe może niektóre i to cenne dla konstruktora własności pominąć.

Zwracamy się z apelem, aby Czytelnicy, posiadający uzupełniające dane odnośnie materiałów już zamieszczonych, względnie pominiętych, lecz stosowanych w konstrukcjach lotniczych, zechcieli je nadesłać do Redakcji i tą drogą uzupełnić.

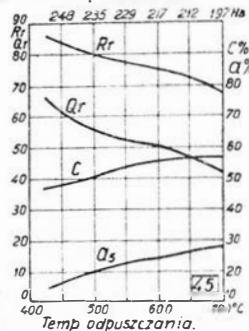
Na okładce niniejszego zeszytu zamieszczamy tabele, zawierające dane o stalach węglowych, sprężynowych i stopowych do nawęglania. W następnym zeszycie podamy dane o stalach stopowych do ulepszenia cieplnego, do azotowania i o stalach specjalnych.

W zestawieniu tym uwzględniono nowe opracowania P. N. z nowymi oznaczeniami, uzgodnionymi z normami GOST. Celem lepszego zorientowania w nowych oznaczeniach podano na str. 31 tekstu tabelę 3, zawierającą dane porównawcze oznaczeń składników stopowych. Pozostałe tabele (1 i 2) zawierają omówienie stosowanych w tabelach 4 i 5 skrótów. Poza tym podano kilka wykresów własności mechanicznych typowych stali w zależności od temperatury odpuszczania.

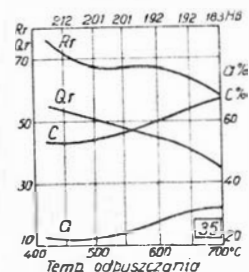
Zebral mgr inż. R. Berkowski



Rys. 1. Własności mechaniczne stali 35 hart. w temp. 835-855°C w wodzie w zależności od temp. odpuszczania.



Rys. 2. Własności mechaniczne stali 45 hartowanej w temp. 810-830°C w zależności od temp. odpuszczania.



Rys. 3. Własności mechaniczne stali 15HA hart. w temp. 900°C w oleju w zależności od temp. odpuszczania.

Содержание

Авиация в обслуживании лесного хозяйства	1
Производство — J. Tuszyński: Планирование серийного производства самолетов	1
T. Soltyk: Некоторые проблемы технологии производства самолета	2
J. Luboński, W. Szczepiński: Методы вырезывания металлических частей самолета, применяемые в авиационной промышленности	7
За чертежной доской — B. Krajewski: Расчет характеристики многоступенчатого аксиального компрессора	12
Заметки по технической эксплуатации — Работы при спасении и транспортировке поврежденных самолетов	17
Авиационный технический словарь — B. Żurkowski: Технический почтовый ящик	21
Терминология вертолетов	23
Технические новости	27
Обзор новаторских предложений S. M.	28
На книжных полках	29
Конструкторские пособия „T. L.” — R. Berkowski: Сорта стали, применяемые в авиационных конструкциях	30

о́бёртки

CONTENTS:

Aviation aspects of some agricultural and forestry management problems	1
Production — J. Tuszyński: Planning of serial aircraft production	1
T. Soltyk: Some production aspects in aircraft design	2
J. Luboński, W. Szczepiński: Methods of blanking sheet metal parts used in aircraft industry	7
At the Drawing Board — B. Krajewski: Calculation of characteristics of multistage axial compressors	12
The User's Note-Book — Some remarks on rescue and transport of damaged aircraft	17
Aeronautical Technical Glossary — B. Żurkowski: Helicopter glossary	21
Technical Letter Box	23
Technical News	27
Review of Rationalisation Projects — S. M.	28
On Booksellers Shelves	29
Designer's Data Sheets — R. Berkowski: Steels used in aircraft production (Part. I)	30

on cover

TECHNIKA LOTNICZA — Dwumiesięcznik Związku Polskich Inżynierów i Techników Lotniczych (Sekcja Lotnicza SIMP) Wydawnictwo NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

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

Adres Redakcji: Warszawa I, Nowowiejska 24.

Redaktor Naczelny przyjmuje we wtorki i piątki godz. 18—19.

Adres Administracji: Administracja Czasopism Technicznych NOT. Warszawa, Mickiewicza 18, tel. 6-11-51 i 6-08-66.

Prenumeratę normalną przyjmują wyłącznie urzędy pocztowe oraz listonosze.

Cena pojedynczego zeszytu 9.— zł.

Prenumerata roczna 54.— zł.

Półroczna 27.— zł.

TECHNIKA LOTNICZA

DWUMIESIĘCZNIK ZWIĄZKU POLSKICH INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW LOTNICZYCH
(SEKCJA LOTNICZA SIMP)

ROK IX

STYCZEŃ – LUTY 1954 R.

ZESZYT 1 (25)

Pewne zagadnienia gospodarki rolnej i leśnej a lotnictwo

IX Plenum KC PZPR uchwaliło tezy do ogólnopolskiej dyskusji przed II Zjazdem Partii. Tezy te, mówiące o zadaniach i środkach do szybszego podniesienia stopy życiowej mas pracujących, są ogólnie znane. Pragniemy na tym miejscu, przyłączając się do ogólnonarodowej dyskusji, sformułować nasz pogląd na udział lotnictwa w niektórych zagadnieniach gospodarki rolnej i leśnej.

Podniesienie produkcji rolniczej wymaga przede wszystkim intensywnego poprawienia metod uprawy roli oraz ulepszenia narzędzi pracy. W obu tych zadaniach lotnictwo może i powinno w dużym stopniu pomóc rozwijającej się technice rolniczej. Zagadnienie pierwsze — unowocześnienie metod uprawy jest nam już bliżej znane. Wiemy, że samolot może dziś być nowoczesną maszyną rolniczą. Wiemy, że Związek Radziecki wykorzystuje na wielką skalę samoloty do prac rolniczo-leśnych. W kraju opracowano dość szczegółowo metody zastosowania samolotów w gospodarce leśnej (akcja zwalczania osnuji gwiazdzistej, próby walki z pożarami leśnymi) i gospodarce rolnej (próby zasiewów z samolotów, niszczenie ognisk stonki ziemniaczanej). Nie należy jednak sądzić, że praca w tej dziedzinie jest zakończona. Przeciwnie — praca nasza na tym odcinku jest raczej w powijakach, pomimo imponujących wyników niektórych akcji.

W zakresie zastosowania samolotów do celów rolnictwa i leśnictwa wydaje się słuszne: 1) Opracowanie lepszych urządzeń technicznych na samolotach użytkowanych obecnie do walki ze szkodnikami leśnymi, nawożenia gleby z samolotu i tym podobnych prac; 2) Skonstruowanie w przyszłości specjalnego typu samolotu do tych celów; 3) Rozszerzenie zakresu zastosowania samolotów w rolnictwie, w szczególności w dziedzinie nawożenia gleby i walki z chwastami, gdzie samolot, według danych radzieckich, jest szczególnie przydatny*). 4) Zorganizowanie prób zastosowania śmigłowców do celów gospodarki rolniczo-leśnej. 5) Lepsze wykorzystanie transportu lotniczego do przewozu łatwo psujących się produktów rolnych bądź przy przesyłkach takich, gdzie z innych względów pośpiech jest konieczny, bądź wreszcie tam, gdzie inny transport szkodliwie działa na przewożony towar.

W związku z wyżej podanym wnioskiem nr 1 uważamy za celowe wszczęcie na łamach naszego czasopisma oraz pokrewnego nam czasopisma „Skrzydła Polska” dyskusji na temat warunków technicznych na samolot przeznaczony do prac rolniczo-leśnych. Sądzimy, że głos w tej sprawie powinni zabrać zarówno przedstawiciele użytkowników z Instytutem Mechanizacji Rolnictwa na czele, jak piloci i obsługa naziemna, którzy

brali udział w wymienionych akcjach. Powinni oni konstruktorom lotniczym wytyczyć cel, do którego należy dążyć, projektując tego rodzaju sprzęt**).

Ogromna rola w dziedzinie upowszechnienia zastosowania samolotów do prac rolniczych przypada naszemu lotnictwu sportowemu, którego ambicją powinno być takie wyszkolenie swoich pilotów, aby mogli oni masowo brać udział w trudnych i odpowiedzialnych akcjach współpracy z rolnictwem. Takie opanowanie sztuki latania da naszym pilotom dodatkowe zadowolenie — świadomość przynoszenia swoimi umiejętnościami ogromnej korzyści ogółowi społeczeństwa. Piloci Związku Radzieckiego, którzy w ramach swego programu szkolenia i treningu wykonują szereg poważnych prac społecznych powinni być w tej sprawie właściwym przykładem.

W związku ze sprawą drugą — ulepszenia narzędzi rolniczych — stoją przed naszym przemysłem lotniczym nowe zadania. Jak wiadomo, maszyny rolnicze były u nas dotychczas wytwarzane na ogół w małych seriach, sposobem niekiedy prawie chałupniczym. Obecnie, w związku z uruchamianiem masowej produkcji wysokosprawnego sprzętu rolniczego, jak kombajny zbożowe, sropowiązalki, siewniki, nowego rodzaju ciągniki itp., zachodzi potrzeba szybkiej modyfikacji naszego przemysłu maszyn rolniczych. Jedną z dróg ku temu jest sprawne przeszczepienie do przemysłu maszyn rolniczych doświadczeń innych przemysłów, między innymi przemysłu lotniczego, który jest najbardziej zmodernizowany i posiada zarówno aparaturę nowoczesną, jak i duże doświadczenie, osiągnięte dzięki opanowaniu szeregu nowoczesnych metod produkcji i kontroli. Tak na przykład liczne procesy technologiczne, jak: nowoczesne metody odlewnicze, nowoczesne procesy obróbcze — przeciąganie, obróbka elektroiskrowa itp., nowoczesne metody obróbki cieplnej i łączenia przy wykorzystaniu grzania indukcyjnego oraz nowoczesne, pośpieszne metody analiz materiałowych powinny być jak najszybciej przeszczepione na grunt przemysłu maszyn rolniczych i jego kooperantów. Do czasu uruchomienia odpowiedniej aparatury i nabycia doświadczenia pewne prace powinny być, naszym zdaniem, wykonywane w przemysłach bardziej unowocześnionych, to jest między innymi w przemyśle lotniczym. W chwili obecnej największą trudność dla przemysłu maszyn rolniczych stanowią: tłoczenie blach o dużych rozmiarach, wykonanie przyrządów, sprawdzianów i dokładne pomiary, opanowanie spawania cienkich blach i inne.

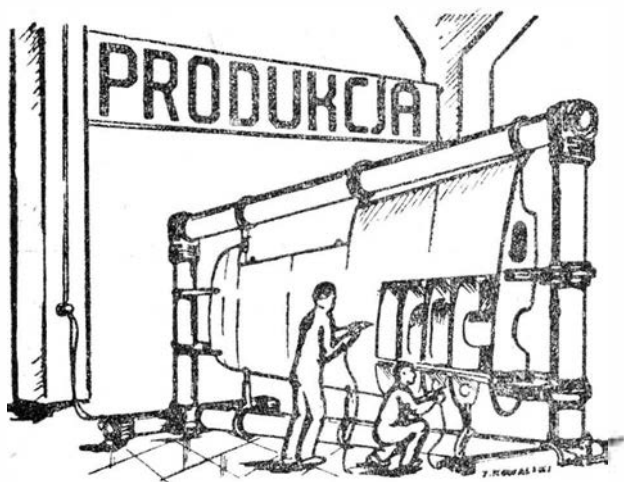
Należałoby też przeanalizować możliwość wykorzystania odpadków przemysłu lotniczego do potrzeb produkcji rolniczej.

*) Zainteresowanych odsyłamy do książek mgr inż. S. Minorskiego: „Lotnictwo na usługach rolnictwa” i „Samolot — nowoczesna maszyna rolnicza”.

**) W związku z powyższym zamieścimy w następnym zeszycie „Techniki Lotniczej” artykuł inż. leśnika mgr M. Muszki o opylaniu lasów i wynikających z doświadczeń użytkownika wymaganiach co do urządzeń opylających.

Mgr inż. JAN TUSZYŃSKI

629.13.658.51



WSTĘP

W ogólnych zarysach planowanie produkcji seryjnej samolotów nie różni się od planowania w innych dziedzinach produkcji maszyn. Zagadnienie to rozważamy z dwóch punktów widzenia: w pierwszym rzędzie dbamy o to, aby rozpatrywany zakład rozporządzał potrzebną przepustowością, po wtóre zaś — dążymy do skoordynowania produkcji wielu tysięcy elementów, wchodzących w skład samolotu. Ta koordynacja jest szczególnie ważna, częste są bowiem przypadki, gdy zakład rozporządzający dostateczną przepustowością napotyka mimo to na trudności przy wykonywaniu planów.

PLANOWANIE PRZEPUSTOWOŚCI

W praktyce spotykamy dwa przypadki:

- projektujemy zakład, rozporządzający potrzebną przepustowością (zdolnością produkcyjną),
- dostosowujemy zadanie produkcyjne do przepustowości istniejącego zakładu.

Mimo, że w pierwszym przypadku mamy przede wszystkim do czynienia z projektowaniem nowych zakładów, do tej samej kategorii zaliczamy rozbudowę zakładów istniejących, gdy staje się to konieczne dla osiągnięcia zwiększonej zdolności produkcyjnej.

Przystępując do rozwiązania któregośkolwiek z tych przypadków, powinniśmy znać roboczogodziny, potrzebne do wykonania jednego samolotu z podziałem ich na grupy poszczególnych operacji produkcyjnych. Może to być podział mniej lub więcej szczegółowy, na przykład we wstępnej fazie planowania można zadowolić się stwierdzeniem, że całość (100%) godzin, przypadających na jeden samolot, przewiduje m. in. około 25% godzin, zużywanych na obróbkę mechaniczną elementów samolotu. Informacja taka pozwoli na przybliżoną ocenę wielkości wymaganego warsztatu mechanicznego, gdy dojdzie natomiast do szczegółowego zaprojektowania takiego warsztatu bądź też do sprawdzenia przydatności warsztatu istniejącego, informację tę trzeba będzie uzupełnić rozbiorem rozpatrywanych godzin na godziny obróbki tokarskiej, frezarskiej, szlifierskiej i in.

Sposób ustalenia szukanej liczby roboczogodzin, przypadającej na jeden samolot, zależy od tego, czy rozporządzamy peł-

Planowanie produkcji seryjnej samolotów

W artykule rozważono zagadnienia występujące przy planowaniu produkcji seryjnej samolotów, wskazano zasady planowania koordynacji oraz opracowania planów miesięcznych.

na dokumentacją produkcyjną, a w szczególności całością czasów produkcyjnych (norm czasowych), czy też zajmujemy się uruchomieniem produkcji samolotu nowego typu. W przypadku pierwszym sprawa jest stosunkowo prosta, w drugim natomiast powstaje z reguły konieczność opracowania pierwszych planów jeszcze zanim zostanie przygotowana dokumentacja produkcyjna i ustalone czasy. W drugim przypadku ustalamy roboczogodziny na jeden samolot, biorąc pod uwagę znane godziny samolotu zbliżonego typu i wprowadzając poprawki, uwzględniające różnice ciężaru i konstrukcyjno-technologicznych charakterystyk obu samolotów.

Ustalając szukaną liczbę roboczogodzin, musimy wreszcie pamiętać o tym, że przy produkcji seryjnej liczba ta wykazuje stałą tendencję malejącą dzięki stopniowemu opanowywaniu produkcji przez zakład. Jak wykazało doświadczenie, zdobyte w czasie ostatniej wojny, każdemu podwojeniu liczby samolotów, wykonanych od chwili rozpoczęcia produkcji seryjnej pewnego typu, odpowiada stały procentowy spadek roboczogodzin na samolot. Zależność tę można wyrazić następującymi wzorami:

$$S_n = S_1 \cdot y \cdot \dots \cdot (1) \quad y = k^x, \text{ gdzie } x = \frac{\lg n}{\lg 2} \quad (2)$$

We wzorach tych S oznacza liczbę roboczogodzin, przewidzianych na jeden samolot (pierwszy lub n -ty), zależnie od użytego wskaźnika), zaś k jest współczynnikiem, ustalonym przez praktykę. Przyjmując za przykładem przemysłu amerykańskiego i angielskiego $k = 0,8$, otrzymamy wzór następujący:

$$\lg y = 0,3219 \lg n \quad (3)$$

i oparty na nim wykres rys. 1, sporządzony dla $S_1 = 100\,000$ roboczogodzin.

Omówiona zależność komplikuje zadanie, stojące przed wydziałem planowania produkcji samolotów, który powinien uwzględniać nie tylko istnienie pewnego cyklu produkcyjnego, ale i stale zmieniające się czasy na jeden samolot. Uwzględnienie cyklu produkcyjnego sprowadza się, jak wiadomo, do założenia pewnego odstępu czasu pomiędzy uruchomieniem poszczególnych zleceń, z których składa się produkcja samolotu, a terminem dostawy samolotu (serii samolotów). W pewnym konkretnym przypadku oparto się na następującym cyklu:

Uruchomiana czynność	Wyprzedzenie w stosunku do terminu dostawy
Montaż ostateczny	2 miesiące
Montaż zespołów głównych	4 miesiące
Montaż podzespołów	6—7 miesięcy
Produkcja elementów	9—10 miesięcy

Dane te w połączeniu z założonymi godzinami produkcyjnymi, malejącymi według wyżej podanego prawa, posłużyły do ułożenia tabeli I.

TABELA I
Plan roboczogodzin i zatrudnienia

Miesiąc	Produkcja sztuk		Roboczogodziny	Potrzebna liczba robotników				
	w miesiącu	od początku		Elementy	Podzespoły	Zespoły	Montaż	Razem
1	2	3	4	5	6	7	8	9
III				30				30
IV				45				45
V				60				60
VI				88	30			118
VII				100	100			200
VIII				105	104	75		284
IX				116	152	150		418
X				128	175	180	30	513
XI				146	186	303	40	675
XII				160	19	323	56	736
I	1	1	100 000	160	220	348	82	810
II	1	2	80 000	160	252	360	95	867
III	2	4	134 200	160	278	368	102	908
IV	2	6	115 800	160	278	388	106	932
V	3	9	154 000	160	278	427	117	982
VI	3	12	138 800	160	278	445	136	1019
VII	4	16	169 400	160	278	445	149	1032
VIII	5	21	194 300	160	278	445	149	1032
IX	6	27	214 000	160	278	445	149	1032
X	7	34	230 000	160	278	445	149	1032

Liczby podane w tabeli I w kolumnie „Roboczogodziny” oznaczają liczbę roboczogodzin, potrzebnych do wykonania samolotów, których ukończenie jest przewidziane w danym miesiącu. Są one oparte na wzorach (1) i (3), a sposób otrzymania ich wynika z tabeli II.

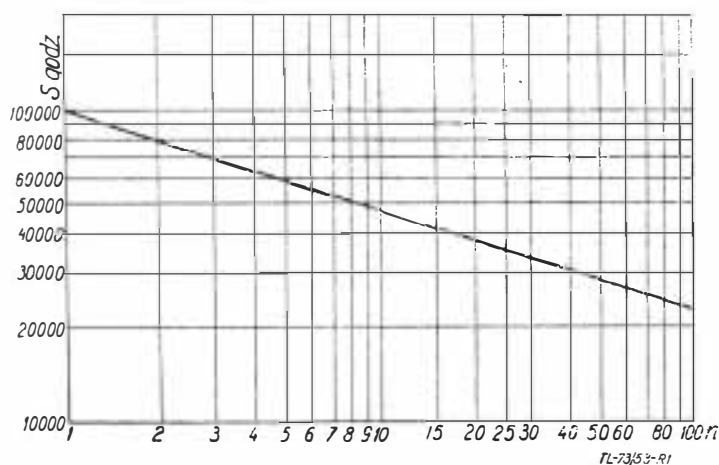
TABELA II
Obliczenie roboczogodzin w kolumnie 4 tabeli I

Nr kolejny samolotu	Roboczogodzin na samolot	Roboczogodzin na partię samolotów
1	103 000	103 000
2	80 000	80 000
3	70 200	
4	64 000	134 200
5	59 600	
6	56 200	115 800
7	53 500	
8	51 200	
9	49 300	154 000
10	47 700	
11	46 200	
12	44 900	138 800
13	43 800	
14	42 800	
15	41 800	
16	41 000	169 400

Jak widać z tabeli I, w początkowym okresie uruchomienia produkcji całkowity stan zatrudnienia rośnie dość szybko, co się tłumaczy następującymi okolicznościami:

- następuje kolejne włączanie do produkcji czterech głównych grup produkcyjnych (tabela I, kolumny 5, 6, 7 i 8),
- poszczególne grupy produkcyjne osiągają stopniowo planowaną zdolność produkcyjną.

W końcowych miesiącach okresu, ujętego tabelą I, zakład zatrudnia stałą liczbę robotników, nie oznacza to jednak bynajmniej, że miesięczna produkcja samolotów utrzyma się od tej chwili na stałym poziomie. Z tejże tabeli wynika zresztą, że rośnie ona z miesiąca na miesiąc, co tłumaczy się oczywiście stałym spadkiem roboczogodzin, przypadających na jeden samolot.



Rys. 1 — Krzywa spadku czasu produkcyjnego, przypadającego na jeden samolot

W warunkach stale malejącej liczby roboczogodzin trudno oczywiście mówić o wprowadzaniu, a zwłaszcza o usztywnianiu obowiązujących norm czasowych. Z tego względu przyjmuje się obecnie, że normy te podlegają stabilizacji od 50 samolotu. W rozpatrywanym przypadku (Tabela I i rys. 1) byłyby one ustabilizowane na poziomie około 28300 godzin na jeden samolot.

PLANOWANIE KOORDYNACJI

Już tabela I wskazuje na konieczność koordynacji przy uruchomieniu produkcji samolotów, wynikającą z niej bowiem następujące podstawowe zasady:

- złożony cykl produkcyjny wymaga przesunięcia w fazie między poszczególnymi czynnościami produkcyjnymi; przesunięcie to pozwala na stworzenie zapasów międzyoperacyjnych, bez których nie byłaby możliwa ciągłość prowadzenia czynności o charakterze montażowym (patrz tabela I, kolumny 6, 7 i 8),
- plan uruchamiania produkcji kolejnych elementów, pod-

zespołów i zespołów wiąże się ściśle z planem produkcji samolotów, do których wyroby*) te są przeznaczone.

Wytyczne, które daje nam tabela I co do zasady drugiej, są oczywiście niedostateczne, nie podobna bowiem zorientować się na jej podstawie, czy np. wszystkie elementy, potrzebne do pewnego samolotu, są zamawiane tego samego dnia, czy też poszczególne zlecenia są przysyłane do warsztatu na przestrzeni pewnego okresu czasu, o długości którego tabela I nic nam nie mówi.

W przeszłości system planowania szczegółowego ograniczał się do wspomnianego wyżej podziału samolotu na elementy, podzespoły i zespoły. Bezładna praca takiego systemu wymagała w pierwszym rzędzie obszernych pomieszczeń na magazyny przejściowe, po wtóre zaś wczesnej dostawy potrzebnych materiałów. Wszystkie elementy były zamawiane na ten sam termin, w związku z czym elementy, potrzebne dopiero w końcowym okresie montażu, były wykonywane jednocześnie z elementami, przewidzianymi do początkowych czynności montażowych. Wady takiego systemu są oczywiste, w związku z czym nowoczesne planowanie powinno ustalać dla poszczególnych wyrobów terminy ukończenia, dostosowane do czasu, w którym będą one rzeczywiście potrzebne. Tego rodzaju system będzie opisany w dalszym ciągu.

a. Podział samolotu na pozycje montażowe

Pierwszym krokiem, od którego rozpoczynamy planowanie produkcji nowego samolotu, jest podzielenie go na pozycje montażowe, odpowiadające kolejności montażu. Takimi pozycjami montażowymi mogą być np. montaż ściany ogniowej i łoża silnikowego, montaż podwozia, montaż urządzeń sterowniczych, montaż zbiorników paliwowych i inne. W tej samej pozycji montażowej mogą się znaleźć czynności nie związane ze sobą, jak np. montaż silników i sterów, pod warunkiem, że przeprowadzający je robotnicy nie będą sobie nawzajem przeszkadzali.

TABELA III
Zestawienie czasów montażowych

Czynność montażowa	Roboczogodzin	Czas wykonania	R a z e m	
			Roboczogodzin	Czas wykonania
Pozycja 1				
Pokrycie kadłuba po obu stronach	57,15	14,25		
Pokrycie spodu kadłuba	48,52	17,04		
Montaż skrzydła środkowego	682,55	66,57		
			789,02	98,26
Pozycja 2				
Wierzech kabiny	142,45	32,29		
Wierzech ogona	22,40	9,45		
Spód ogona	201,25	36,40		
Przód kadłuba	66,37	17,05		
Wierzech kabiny pilota	83,25	35,25		
Kadłub	182,15	18,45 ¹⁾	699,07	18,45 ¹⁾
			1488,09	117,11
Pozycja 2A	89,25	21,15		
Pozycja 3	116,25	26,05		
Pozycja 4	217,50	65,10		
Pozycja 5	147,00	21,20		
Pozycja 6	153,35	29,45		
Pozycja 7	125,00	29,20		
Pozycja 8	408,15	158,40		
Pozycja 9	214,50	96,20		
Pozycja 10	384,50	141,45		
Pozycja 11	550,30	108,20		
Pozycja 12	287,45	58,35	2695,25	756,35
			4183,34	873,46
Pozycja 12A	267,40	64,55 ²⁾		
Roboty malarskie	102,20	70,50		
Roboty tapierskie	27,05	23,35		
Przygotowanie silnika	143,55	63,20	541,00	64,55 ²⁾
			4724,34	938,41

1) Jako czas wykonania brany jest pod uwagę jedynie czas zużycy na montaż kadłuba w przyrządzie, gdyż pozostałe czynności mogą być wykonane w czasie, gdy samolot pozostaje w przyrządzie do montażu skrzydła środkowego.

2) Pozycja 12A zamyka się w tym czasie wykonania, gdyż pozostałe czynności są objęte czasami wykonania, dotyczącymi wcześniejszych pozycji.

Przy podziale całokształtu czynności montażowych na pozycje montażowe należy przestrzegać następujących zasad:

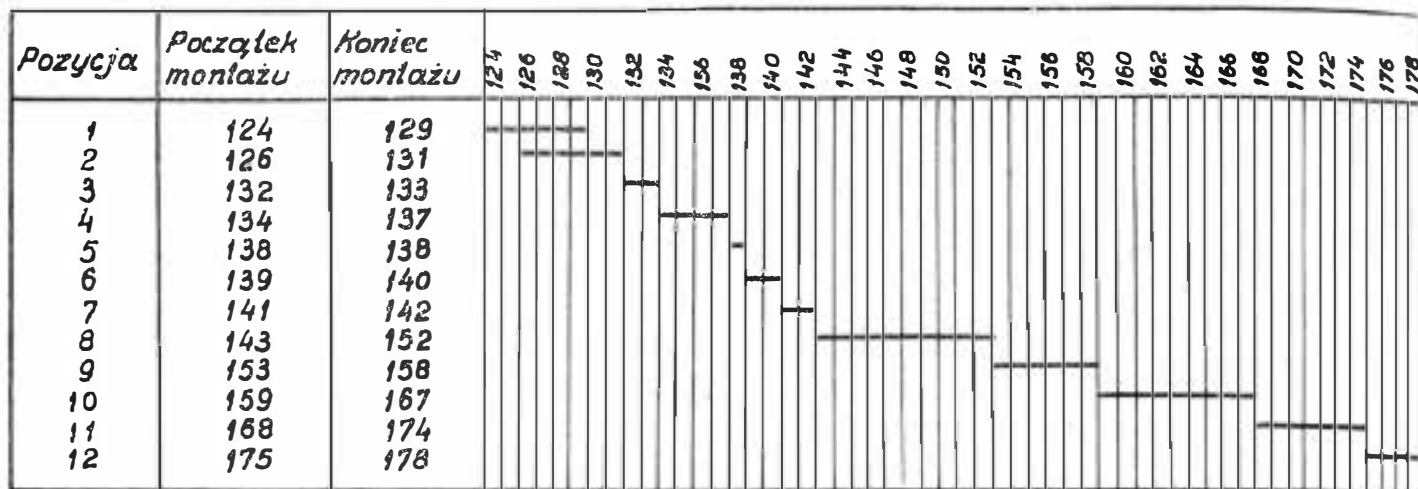
- kolejność pozycji powinna być tak obmyślona, aby montaż poszczególnych wyrobów był jak najłatwiejszy; tak na przykład montowany na ścianie ogniowej zbiornik oleju powinien być zaliczony do wcześniejszej pozycji montażowej, aniżeli silnik, którego obecność utrudniałaby bardzo montaż zbiornika,
- pracochłonność czynności, przewidzianych w poszcze-

*) Pod nazwą tą będziemy rozumieli w dalszym ciągu całość elementów, podzespołów i zespołów, wchodzących w skład samolotu.

gólnych pozycjach, powinna zapewnić pełne zatrudnienie ekipy montażowej.

To ostatnie wymaganie należy bliżej zanalizować. W tym celu rozpoczniemy od rozróżnienia pojęć czasu kalkulacyjnego

lona na serie, dla których wyroby są zamawiane oddzielnie. Jeżeli więc zamówienie na 200 samolotów zostanie podzielone na 10 serii po 20 samolotów, to potrzebne do montażu wyroby będą zamówione w 10 partiach, przy czym każda partia będzie



Rys. 2 — Plan montażu serii samolotów systemem małoseryjnym (terminy oparto na danych tabeli III)

TL-73/53-R2

i czasu wykonania. Pod pierwszym pojęciem rozumiemy liczbę roboczogodzin, której wymaga wykonanie pewnej czynności montażowej, czas wykonania zaś jest to czas, który upłynie od chwili przystąpienia do danej czynności do chwili jej zakończenia. Jeżeli wykonanie pewnej czynności, jak np. montaż przedniej części kadłuba, wymaga 68 roboczogodzin, to liczba godzin zużyta na to przez jednego robotnika wyrazi się oczywiście tą samą liczbą, przy dwóch robotnikach czas wykonania będzie dwukrotnie mniejszy, przy czterech zaś czas ten spadnie do 17 godzin. Czas ten nie może być oczywiście dowolnie skracać, dla każdej roboty istnieje bowiem pewna maksymalna liczba robotników, po przekroczeniu której pełne zatrudnienie całej grupy stanie się niemożliwe (brak miejsca przy montażu).

Znajomość czasów wykonania, odpowiadających całokształtowi czynności, na które został podzielony montaż samolotu, nie pozwala jeszcze na ustalenie czasu wykonania, odpowiadającego montażowi całego samolotu. Czas ten nie równa się oczywiście sumie składowych czasów wykonania, a jest od tej sumy krótszy, gdyż istnieje cały szereg czynności montażowych, które mogą być wykonywane jednocześnie. Możliwości w tej dziedzinie zależą m. in. od liczebności załogi montażowej, od wielkości samolotu i od tego, w jakiej mierze może być uruchamiana zasada jednoczesnego przeprowadzania czynności montażowych.

Przykład planu montażu samolotu podaje tabela III. W tabeli tej podano bliższą analizę czasów dla pozycji montażowych 1 i 2, dla następnych grup zaś podano wyniki końcowe, otrzymane w podobny sposób. Tego rodzaju tabela, którą należy opracować dla każdego samolotu, jest podstawowym materiałem dla planującego, pozwalającym na opracowanie planu montażu serii samolotów. Na tej podstawie możemy między innymi stwierdzić, w jakich odstępach czasu będzie rozpoczynany montaż w poszczególnych pozycjach montażowych.

b. Opracowanie planu montażu

Samoloty są z reguły montowane w seriach. Oznacza to, że cała liczba samolotów, objętych zamówieniem, zostaje podzie-

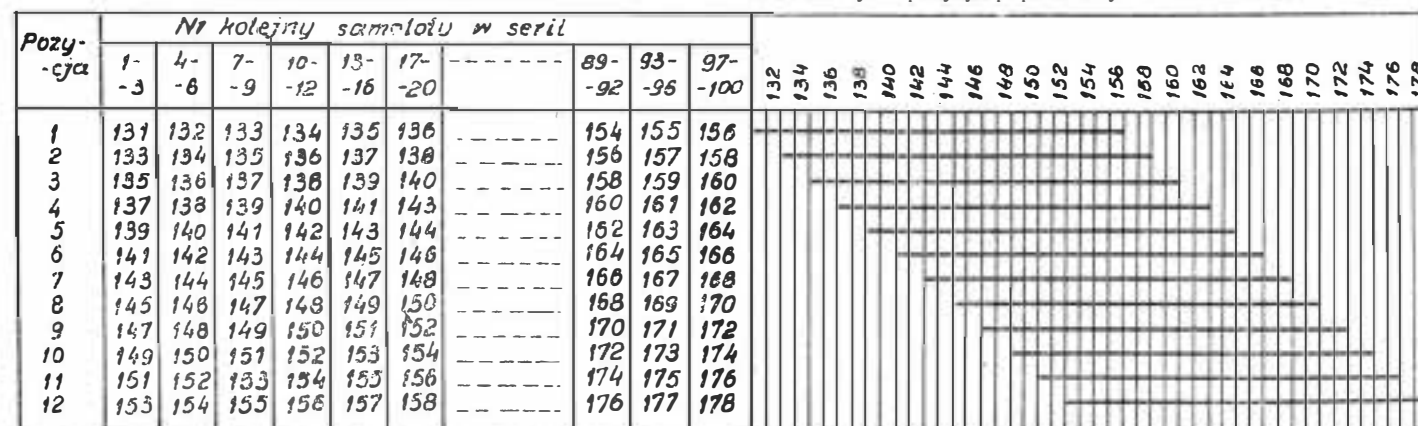
obejmowała wyroby, potrzebne do wykonania 20 samolotów. Nie dotyczy to oczywiście elementów o niewielkiej pracochłonności i wymagających stosunkowo długiego czasu na ustawienie obrabiarki, w stosunku do których opłaca się zamawianie partii większych.

TABELA IV
Numeracja dni roboczych

Miesiąc	Dzień tygodnia	Numeracja dnia	
		według kalendarza	według planu produkcyjnego
Kwiecień	wtorek	15	89
	środa	16	90
	...	...	...
	sobota	19	93
	niedziela	20	...
	poniedziałek	21	94
Maj	...	...	...
	środa	30	102
	czwartek	1	...
	piątek	2	103
Czerwiec	...	...	...
	...	...	...
Lipiec	wtorek	1	153
	...	...	...
	czwartek	31	178

Zależnie od wielkości serii i przyjętej organizacji produkcji spotykamy się z jedną z następujących organizacji montażu:

a) montaż małoseryjny, przy którym wielkość serii jest niewielka, a wszystkie samoloty, wchodzące w jej skład, są montowane jednocześnie; w takim przypadku jedna i ta sama ekipa przeprowadza kolejno wszystkie czynności montażowe, przy czym czynność montażowa następnej pozycji jest rozpoczynana dopiero po zakończeniu na wszystkich samolotach czynności montażowych pozycji poprzedniej,



Rys. 3 — Plan montażu serii samolotów systemem wielkoseryjnym

TL-73/53-R3

Zależnie od kategorii, do której dany wyrób został zaliczony i od pozycji montażowej, otrzymuje on odpowiednie oznaczenie literowo-cyfrowe. Oznaczenie to, a więc np. A-7 lub C-3, zostaje wpisane na dokumentację produkcyjną, związaną z zamówieniem poszczególnych wyrobów. W związku z tym należy zaznaczyć, że obok dokumentów, oznaczonych literami A, B lub C (z liczbami odpowiadającymi numerom pozycji montażowych), opisywany przeze mnie system przewidywał wypuszczenie na warsztat dokumentów z literą D. Oznaczenia takie widniały na zleceniach, dotyczących właściwego montażu samolotów.

Rys. 4 przedstawia przebieg produkcji wyrobów, zharmonizowanej z przebiegiem montażu według rys. 2. Analiza tego rysunku wskazuje na bardzo ważną zasadę planowania, nie uwzględnianą w dostatecznym stopniu przez wielu planistów, spełniających swoje czynności bez należytego przygotowania. Widzimy więc z rysunku, że terminy zamawiania poszczególnych wyrobów zależą nie tylko od terminu, w którym będą one potrzebne na montaż, ale i od czasu, potrzebnego na ich wykonanie. W związku z tym, cały szereg pozornie mniej pilnych wyrobów jest zamawiany wcześniej, niż wyroby, których montaż przewidziany jest w terminie wcześniejszym. Taką sytuację obserwujemy na rys. 4 w przypadku grupy C-5, którą wystarczy zamówić później od A-7, A-8, B-6, B-7 i kilku innych, mimo że należące do niej wyroby będą montowane na samolocie wcześniej od wyrobów grup A-7 i innych.

Pozycja	Kategoria			
	A	B	C	D
1	89	101	107	124
2	91	103	109	125
3	97	109	115	132
4	99	111	117	134
5	103	115	121	138
6	104	116	122	139
7	106	118	124	141
8	108	120	128	143
9	118	130	136	153
10	124	136	142	159
11	133	145	151	168
12	140	152	158	175

TL-73/53-R6

Pozycja	Kategoria			
	A	B	C	D
1	106	118	118	129
2	108	120	120	131
3	114	126	126	133
4	116	128	128	137
5	120	132	132	138
6	121	133	133	140
7	123	135	135	142
8	125	137	137	152
9	135	147	147	158
10	141	153	153	167
11	150	162	162	174
12	157	169	169	178

TL-73/53-127

Rys. 5 — Plan uruchomienia produkcji wyrobów należących do poszczególnych grup, dostosowany do planu rys. 2

Rys. 7 — Plan terminów zakończenia produkcji wyrobów, należących do poszczególnych grup

Wykonanie wykresów podobnych do przedstawionego na rys. 4 nie jest bynajmniej konieczne, w praktyce wystarczy bowiem posługiwanie się planami i zestawieniami typu przedstawionego na rys. 5, 6 i 7. Pierwszy z nich zawiera daty zamawiania wyrobów, należących do poszczególnych grup, drugi zaś podaje, które grupy powinny być zamawiane w kolejnych dniach rozpatrywanego okresu czasu. Jest oczywiste, że daty, w których przesyłane są poszczególne zamówienia, nie ograniczała się bynajmniej do dat, uwidoczniowych na rysunkach. Wskazane jest, aby zamówienia takie schodziły codziennie i aby podane daty były jedynie traktowane jako ostateczne terminy wysyłania końcowych zamówień danej grupy.

Nr dnia	Data	Symbol grupy	Nr dnia	Data	Symbol grupy
89	15.4	A-1	126	29.5	D-2, C-8
91	17.4	A-2	130	3.6	B-9
97	24.4	A-3	132	5.6	D-3
99	25.4	A-4	133	6.6	A-11
101	29.4	B-1	134	7.6	D-4
103	2.5	B-2, A-5	136	10.6	C-9, B-10
104	3.5	A-6	138	13.6	D-5
106	6.5	A-7	139	14.6	D-6
107	7.5	C-1	140	16.6	A-12
108	8.5	A-8	141	17.6	D-7
109	9.5	C-2, B-3	142	18.6	C-10
111	12.5	B-4	143	19.6	D-8
115	16.5	C-3, B-5	145	21.6	B-11
116	17.5	B-5	151	28.6	C-11
117	18.5	C-4	152	30.6	B-12
118	20.5	B-7, A-9	153	1.7	D-9
120	22.5	B-8	159	7.7	C-12
121	23.5	C-5	159	8.7	D-10
122	24.5	C-6	168	18.7	D-11
124	27.5	B-7, C-7, A-10	175	28.7	D-12

TL-73/53-R6

Rys. 6 — Zestawienie grup w kolejności uruchomienia ich produkcji

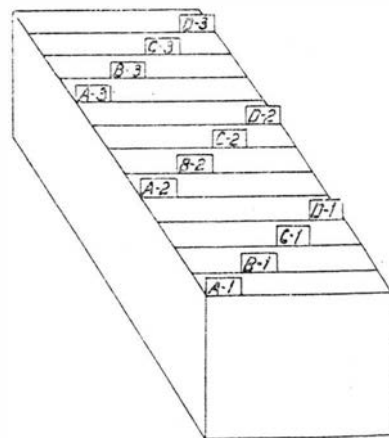
Na rys. 7 widzimy plan terminów zakończenia części, należących do poszczególnych grup i uruchomionych w terminach według rys. 5. Zarówno ten plan, jak i poprzednie, został oparty o numerację dni roboczych według zasady podanej w tabeli IV.

Opisany sposób podziału wyrobów na kategorie A, B i C i okresy czasu, przewidziane na ich produkcję, mają oczywiście tylko charakter przykładowy. W praktyce większych zakładów należy się liczyć z bardziej złożoną klasyfikacją i z dłuższymi okresami czasu, koniecznymi dla wykonania poszczególnych grup. Mimo to zasada postępowania będzie zawsze jednakowa.

d. Rozwiązania organizacyjne

Po opracowaniu i zatwierdzeniu planu terminów zamówień, przchodzi kolej na ich wysyłkę. Czynnością tą zajmuje się tzw. dział planowania operatywnego, przygotowujący całość dokumentacji, wymaganej dla uruchomienia produkcji poszczególnych wyrobów. Zależnie od organizacji zakładu dokumentacja ta jest wpisywana ręcznie, na maszynie do pisania, lub wreszcie odbijana na powielaczu spirytusowym systemu Ormieg. Wszystkie te systemy wymagają opracowania dokumentacji podstawowej, na wszystkie wyroby, wchodzące w skład samolotu, dzięki czemu czynność sporządzania dokumentacji, przeznaczonej dla warsztatu, może być powierzona personelowi niewykwalifikowanemu, którego rola sprowadza się do wniesienia na tę dokumentację danych z dokumentacji podstawowej.

Wspomniana dokumentacja podstawowa może mieć postać tzw. kart głównych, których zawartość jest następnie przepisywana na karty obiegowe (przewodniki warsztatowe), karty pracy i inne, bądź też postać matryc, służących do odbijania dokumentacji na powielaczu spirytusowym. Matryce takie są przechowywane w specjalnych kopertach. Niezależnie od przyjętego rozwiązania dokumentacja podstawowa powinna być przechowywana w przeznaczonych na ten cel skrzynkach (szufladach), przy czym układ dokumentacji powinien ułatwiać pracę personelowi, przygotowującemu dokumentację. Cel ten zostanie osiągnięty przy stosowaniu układu przedstawionego na rys. 8. Układ taki pozwala personelowi, zatrudnionemu przygotowaniem dokumentacji, na szybkie odnalezienie dokumentacji głównej, której wypuszczenie na warsztat jest planowane w pewnym okresie czasu. Tak więc możemy stwierdzić na podstawie planu według rys. 6, że w dniu 112 (13 maja), a więc nazajutrz po wypuszczeniu całości dokumentacji, należące do grupy B-4, zostaną wyjęte do opracowania pliki dokumentacji podstawowej, tworzące grupy C-3 i B-5.



TL-73/53-R8

Rys. 8 — Sposób przechowywania dokumentacji podstawowej

Obok kart obiegowych i kart pracy warsztat otrzymuje również karty materiałowe, dostosowane do rodzaju używanych materiałów. Materiały te dzielimy na dwie kategorie, a więc ra materiały pobierane z magazynu głównego (materiały wprowadzane z zewnątrz) i materiały (wyroby) wykonane w fabryce i przechowywane w magazynach przejściowych, pozostających w zarządzie działu produkcji. Magazyn główny wydaje materiały na podstawie znanych dobrze kwitów materiałowych, jeżeli natomiast chodzi o pobieranie materiałów z magazynów przejściowych, to używać należy do tego celu kwitów specjalnych. W przeciwieństwie do normalnych kwitów materiałowych, kwity specjalne mogą grupować razem większą liczbę zespołów lub elementów.

Należy podkreślić wielką rolę, jaką odgrywają kwity specjalne w opisywanym systemie. Nie przewiduje on wystawiania wspólnych zleceń, w których spotykają się zarówno elementy, wchodzące w skład zamawianego zespołu, jak i czynności montażowe, związane z jego wykonaniem. W związku z tym zachodzi konieczność wprowadzenia innego czynnika organizacyjnego, łączącego w jedną całość elementy, należące do tego samego zespołu. Czynnikiem takim są wspomniane specjalne kwity materiałowe, przesyłane do rozdzielni jednocześnie ze zleceniem na montaż odpowiedniego zespołu i pozwalające rozdzielcy na szybkie zgrupowanie, a w razie potrzeby na przyspieszenie wykonania elementów, należących do zespołu.

OPRACOWANIE PLANÓW MIESIĘCZNYCH

Mimo że plany miesięczne powinny obejmować produkcję wszystkich elementów i zespołów, które warsztat ma dostarczyć wydziałowi montażowemu, trudno oczywiście wymagać, aby plany te wyszczególniały wszystkie te wyroby i dotyczące ich terminy uruchomienia i zakończenia produkcji. Trudność ta odpada dzięki omówionemu wyżej systemowi klasyfikacji wyrobów na grupy.

Przy oparciu się na tym systemie, podstawowym składnikiem planów miesięcznych nie będą indywidualne wyroby samolotu, a ich grupy, oznaczone znanymi nam symbolami literowo-cyfrowymi. Każdej z takich grup odpowiada szczegółowa specyfikacja wyrobów i odpowiadających im roboczogodzin, dzięki czemu planowanie ma możliwość traktowania takich grup podobnie, jak byliby traktowane pojedyncze wyroby, reprezentujące ilość roboczogodzin, równą sumie roboczogodzin wyrobów, wchodzących w skład grup.

Przy porządkowaniu planów miesięcznych należy oczywiście brać pod uwagę, obok produkcji gotowej, również i produkcję w toku. W przypadku długich cykli produkcyjnych, produkcja taka staje się regułą, rzadkie bowiem są wówczas przypadki grup, których uruchomienie i zakończenie jest przewidziane w tym samym miesiącu. Przy obliczaniu liczby roboczogodzin, przewidzianych na produkcję w toku, należy ustalić, jaka część okresu czasu, związanego z produkcją poszczególnych grup, przypada na dany miesiąc. Z rys. 4 wynika np., że grupa B-8 będzie wykonana w 50% w maju, w pozostałych 50% zaś — w czerwcu. Stwierdzone wartości procentowe pozwalają przejść na roboczogodziny w oparciu o znaną liczbę roboczogodzin, odpowiadającą rozpatrywanej grupie.

Wykres przedstawiony na rys. 4 nie dostarcza całokształtu informacji potrzebnych do opracowania planu miesięcznego, ogranicza się bowiem do pojedynczej serii samolotów. Tak więc należy przypuszczać, że po zakończeniu grupy B-6 zostanie rozpoczęta w tym samym miesiącu produkcja elementów tej samej grupy, przeznaczonych do następnej serii samolotów. Nawiasem mówiąc, przed rozpoczęciem produkcji wyrobów, należących do następnej serii, powinien być przewidziany okres czasu, niezbędny dla sprawdzenia oprzyrządowania i ewentualnego przeprowadzenia potrzebnych napraw.

UWAGI KOŃCOWE

Opisany system planowania powinien być oczywiście stosowany w połączeniu z ogólnie znanymi zasadami planowania

i sprawozdawczości, stosowanymi wspólnie w warsztatach produkcyjnych. W szczególności duże znaczenie należy przypisać okresowemu kontrolowaniu obciążenia obrabiarek i rytmiczności splywu wyrobów.

Kontrola obciążenia obrabiarek polega na okresowym zestawianiu roboczogodzin, elementów, oczekujących na wykonanie na poszczególnych operacjach lub grupach operacji. Podzielenie tych roboczogodzin przez przepustowość, którą zakład rozporządza na danej operacji, pozwala na ustalenie czasu, potrzebnego do wykonania robót w toku produkcji. Tego rodzaju analiza pozwala na wykrycie wąskich przekrojów i na szybkie przedsięwzięcie kroków zaradczych.

Idealną rytmiczność splywu elementów otrzymamy w tym przypadku, gdy dziennie przerabiane roboczogodziny będą równe roboczogodzinom, stanowiącym równowartość elementów, zdanych danego dnia do magazynu montażu. W praktyce jest to oczywiście niemożliwe, mimo to jednak należy dążyć do takiego stanu rzeczy i nie dopuszczać do stałego wzrostu produkcji będącej w toku (niezakończonych). Pewien nieznaczny wzrost tej produkcji jest oczywiście dopuszczalny, a nawet konieczny w zakładzie, którego zdolność produkcyjna wykazuje tendencję zwyżkową.

Opisywany system powinien być wreszcie uzupełniony systemem przydziału robót do poszczególnych robotników i obrabiarek. Jest to konieczne ze względu na zapewnienie terminowości wykonywania poszczególnych zamówień i stałego zatrudnienia robotników i obrabiarek, jak i z uwagi na doprowadzenie planu do stanowisk roboczych i pełne włączenie załogi do walki o wykonanie i przekraczanie planów produkcyjnych. Pod tym względem omawiany system nie wprowadza nic nowego w stosunku do innych systemów planowania.

Jak wykazało osobiste doświadczenie autora, omawiany system wprowadza nie tylko radykalną poprawę w dziedzinie terminowości wykonania planów produkcyjnych, ale i daje korzyść uboczną pod postacią znacznego skrócenia czasów produkcyjnych. W oparciu o omawiany system pewne zadanie produkcyjne zostało wykonane w ściśle z góry określonym terminie przy zaoszczędzeniu ok. 40% roboczogodzin w stosunku do produkcji poprzedniej. Godny podkreślenia był całkowity niemal brak trudności, związanych z wprowadzeniem nowego systemu na warsztacie, mimo że poziom personelu był niewątpliwie niższy od poziomu, napotykanego w naszym przemyśle.

Artykuł wpłynął dnia 18 sierpnia 1953 r.

Mgr inż. TADEUSZ SOŁTYK

629.135.002

Z zagadnień technologiczności samolotu

Autor omawia różnorodne możliwości produkowania samolotów, uzależnione przede wszystkim od wyposażenia zakładu i kwalifikacji personelu. Przedstawione są kolejno najtańsze metody wykonania części, zespołów i grup montażowych — przy czym o wyborze metody decyduje również liczba produkowanych samolotów. Z kolei Autor omawia podziały technologiczne i ich wpływ na możliwości i czas montażu, treść uzupełniają przykłady porównawczo-kalkulacyjne. Celem artykułu jest również wywołanie dyskusji w sprawach aktualnych zagadnień technologicznych.

Technologicznością nazywam taką właściwość konstrukcji samolotu, która pozwala na wyprodukowanie go w krótkim czasie i małym nakładem godzin pracy. W tym rozumieniu, samolot powinien być projektowany tak, aby był jak najbardziej technologiczny. Technologiczność samolotu nie jest jednak jakąś bezwzględną miarą. Zależy ona od wielkości serii, jaką się projektuje, od wyposażenia zakładu produkcyjnego i od umiejętności personelu konstruktorskiego, przygotowującego produkcję i personelu produkcyjnego.

W dążeniu do osiągnięcia technologiczności samolotu należy spełnić dwa postulaty:

Po pierwsze zaprojektować wszystkie części tak, aby dały się wykonać jak najtaniej, a potem tak przygotować produkcję, aby zostały użyte tanie metody produkcji, umożliwiające konstrukcję. Po wtóre samolot należy tak podzielić na podzespoły, a te z kolei na elementy, ażeby jak najłatwiej i najszybciej wypadło łączenie elementów w podzespoły, jak najwięcej czynności można było wykonać w podzespołach i jak najmniej pracochłonne było łączenie podzespołów w całość.

Z najtańszych metod wykonania części samolotu należy wymienić następujące:

- 1) odlew
- 2) tłoczenie
- 3) odkucie
- 4) wyciskanie.

Szczególne korzystne jest użycie odlewów do wykonania części samolotów.

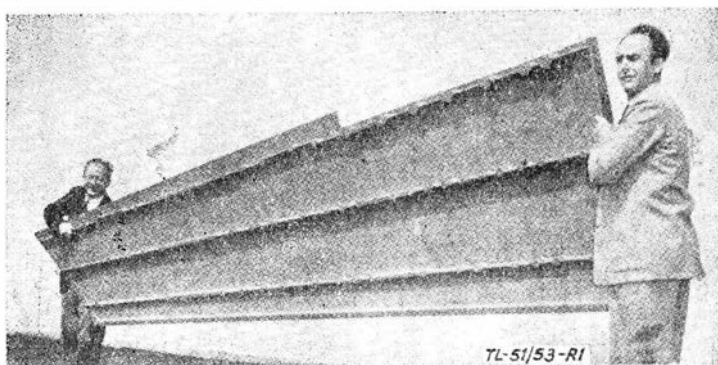
Gdyby wykonać skrzydło odlane z dwu części — górnej i dolnej — kadłub z dwóch połówek, podobnie usterzenia, po obróbce zaś powierzchni złączenia części te wyposażyc w sprzęt, który do nich ma być zamocowany i połówki złożyć, łącząc na śruby, to można by kilkakrotnie zmniejszyć koszt produkcji płatowca (nie licząc kosztu silnika i wyposażenia).

Odlew pozwala przy tym na ogromnie bogaty wybór kształtów uzębrowania, daje gładką powierzchnię, nie zniekształconą nitowaniem, sztywną, odporną na miejscowe obciążenia dzięki użyciu metalu lekkiego o stosunkowo grubej ścianie.

Trzeba wziąć jednak pod uwagę trudności z tym związane. Aby utrzymać się w ciężarze normalnej konstrukcji duralowej, przy odlewach z elektronu, który najbardziej się tu nadaje, trzeba by opanować technikę odlewów cienkościennych o rozpiętościach wielu metrów, a grubościami ścianek rzędu kilku milimetrów. Elektron jest metalem dość trudnoplennym i, jak na razie, odlewy tego rodzaju sprawiają duże trudności. Pomimo tego pewne próby wykorzystania tej techniki są robione w zastosowaniu do pocisków latających.

Na razie nie można więc mówić o szerszym zastosowaniu tego sposobu wytwarzania tak dużych części. Ale pomijając zbyt daleko idące zastosowanie odlewów, z wielkich powodzeniem można je stosować do części mniejszych, jak części podwozia,

szkielety oszklenia pomieszczeń załogi, dźwignie mechanizmów sterowych, kola. Są to części o mniejszych wymiarach i grubszych ściankach (jak części podwozia), lub mniej odpowiedzialne (jak szkielety oszklenia).

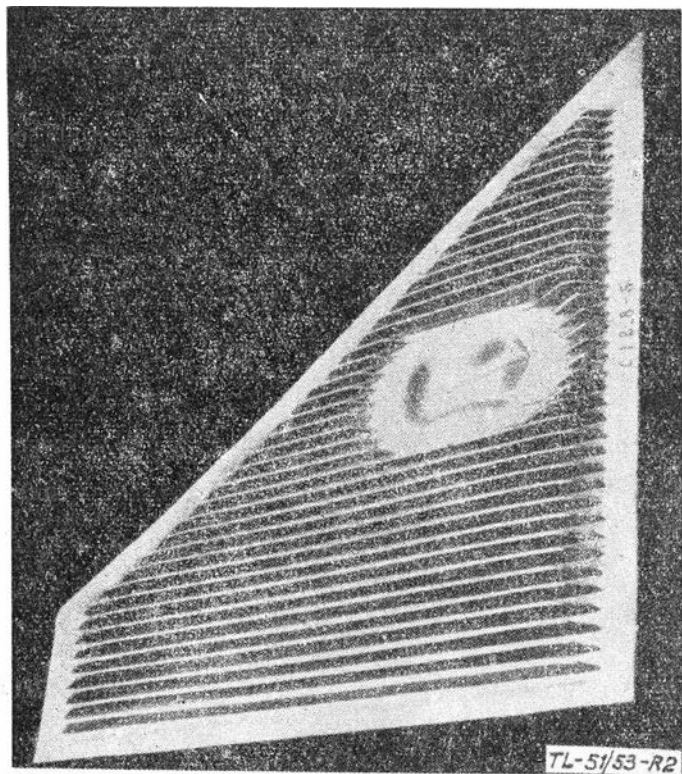


Rys. 1 — Skrzydło lane w całości ze stopu magnezowego

Zwykle wytwórnie płatowców współpracują z odlewniami, które są w stanie dostarczyć takie odlewy. Z tym rzadko bywają kłopoty. Gdyby jednak odlewnia nie była w stanie wykonać zamówienia we właściwym terminie, gdyby okazały się trudności w opanowaniu odlewu, może się okazać, że właśnie konstrukcja używająca tych na ogół pożądaných lanych części, jest niedogodna do produkcji, jest nietechnologiczna w danym zbiegu warunków i inne rozwiązanie może okazać się lepsze.

Drugą, równie korzystną metodą otrzymywania części samolotów, jest tłoczenie. Przedstawia ono ogromne bogactwo możliwości, zależne od posiadanego wyposażenia technicznego zakładu.

Przez tłoczenie możemy, podobnie jak z odlewu, otrzymać z matrycy całe gotowe powłoki skrzydeł, kadłubów czy ustereń, od razu z całym skomplikowanym systemem usztywnień wewnętrznych. Tłoczone powłoki są szczególnie gładkie, co odpowiada dzisiejszym wymaganiom, związanym z wielkimi prędkościami. Tłoczone powłoki przedstawiają też duże korzyści wytrzymałościowe.

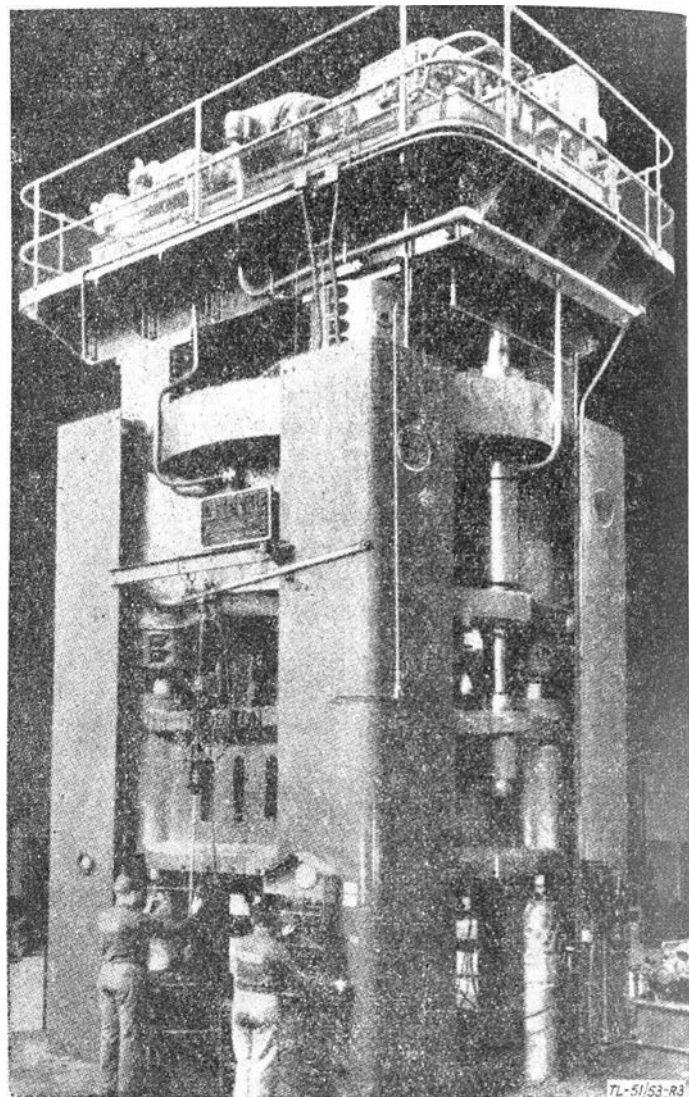


Rys. 2 — Powłoka prasowana łącznie z usztywnieniami grub. 2,5 mm, wys. 25 mm, prasa 18 000 ton

Oszczędność ilości części, a co za tym idzie i robocizny jest tu ogromna. Nie należy jednak zapominać o niedogodnościach tej metody.

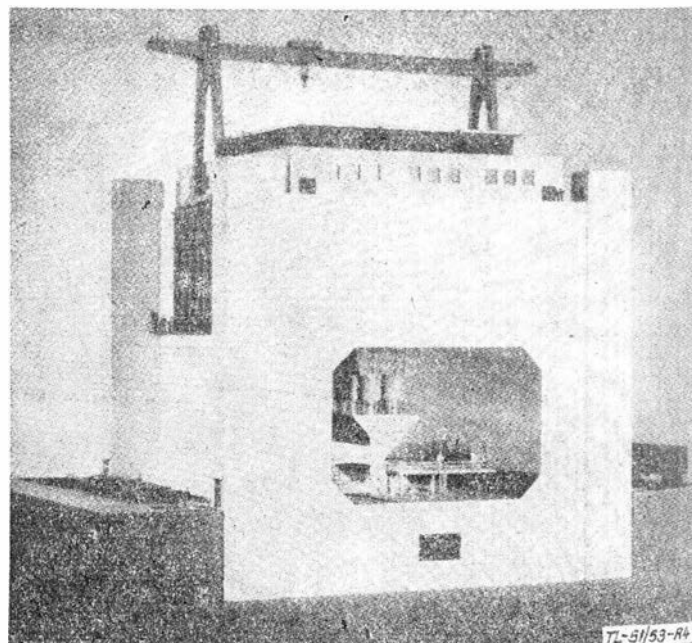
Wykonanie wylotek na całe powłoki skrzydła wymaga wykonania matryc ogromnych i bardzo kosztownych. Koszt ich dodany do kosztu samego wytłoczenia jest mniejszy od kosztu konstrukcji klasycznej (tj. nitowanej z blach) dopiero przy większej produkcji, za to przy przekroczeniu pewnej granicy ilości

produkcji sławałaby się ona coraz tańsza i bezkonkurencyjnie szybka. Należy też wziąć pod uwagę, że potrzebne są do tego niesłychanie wielkie prasy. Dla wytłoczenia powłoki skrzydła o powierzchni zaledwie 10 m² potrzebna byłaby prasa o nacisku



Rys. 3 — Prasa 6 000 ton

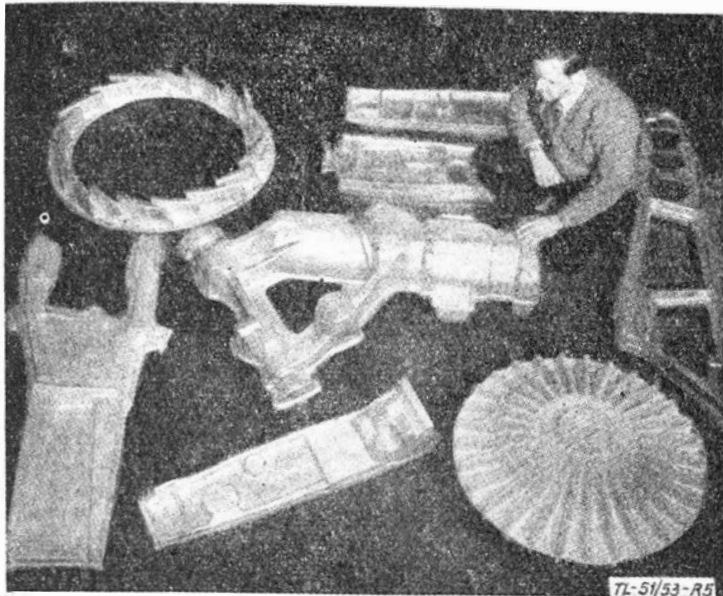
500 tysięcy ton. Na razie największa zapewne prasa świata daje nacisk 75 tysięcy ton. Nawet więc przy użyciu tej prasy wymienione skrzydło musiałoby być złożone z kilku części, łączonych śrubami czy nitami. Ale nawet i to opłaciłoby się sowa-



Rys. 4 — Prasa 75 000 ton. Rama prasy z przepiężonego żelbetu

cie, gdyby wytwórnia taką prasą rozporządzała (i gdyby zamówienie obejmowało odpowiednią ilość sztuk).

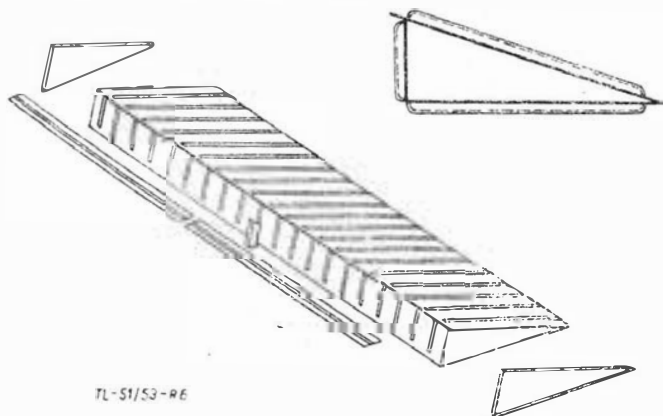
O ile wytłaczanie całych powłok rzadko tylko może być stosowane w praktyce, to bardzo często stosuje się wypraski na części: mniejsze jak: elementy podwozia, łożysłnikowych, oku-



Rys. 5 — Różnorodne części samolotu ze stopu lekkiego, wykonane na prasach

i wielu innych części, do otrzymania których potrzeba znacznie częściej spotykanych pras o naciskach rzędu 2 do 5 tysięcy ton.

Znacznie mniejsze prasy, o naciskach rzędu tysiąca ton wystarczają do wytłaczania również interesujących powłok, uformowanych jako blachy usztywnione za pomocą fal, rozrzeszczo-



Rys. 6 — Szczegóły skrzydła samolotu Sea Bee: lotka składa się z elementów tłoczonych. Powłoka z blachy falowanej na prasie. Czas wykonania 18 min. Konsekwentne przeprowadzenie tej zasady do całego samolotu dało następujące wyniki:

	Rozwiązanie klasyczne	Rozwiązanie uproszczone
Pasażerów	3	4
Moc silnika	175 KM	215 KM
Pow. nośna	16 m ²	18 m ²
Ciężar w locie	1300 kG	1400 kG
Ciężar pustego	970	980
Ilość elementów płatowca	1800	450
Czas wykonania płatowca (godz.)	2500	200
Koszt oprzyrządowania na 5000 szt. rocznie	100%	23%

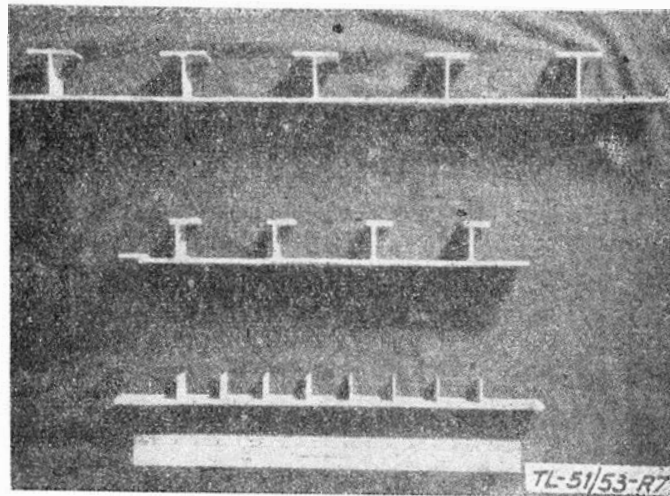
nych w pewnych odstępach, a zastępujących żeberka. Metodą tą zaoszczędzono dużą ilość detali i znacznie zmniejszono robociznę.

Prasy o naciskach rzędu setek ton pozwalają na wykonanie wielu ważnych, mocno obniżających robociznę, prac. Można na nich wytłaczać maski silnika, ramy kadłuba, żebra, zakończenia skrzydeł i wiele innych.

Z powyższego widzimy, że rozmiar projektowanych części musi być dostosowany do posiadanych pras.

Projektując konstrukcje tłoczone, konstruktor musi zwracać uwagę na to, że bardzo łatwo jest utrudnić lub nawet wręcz uniemożliwić ich wykonanie. Tak na przykład ramy kadłuba mogą mieć przekrój ceowy lub zetowy niemal bez wpływu na kon-

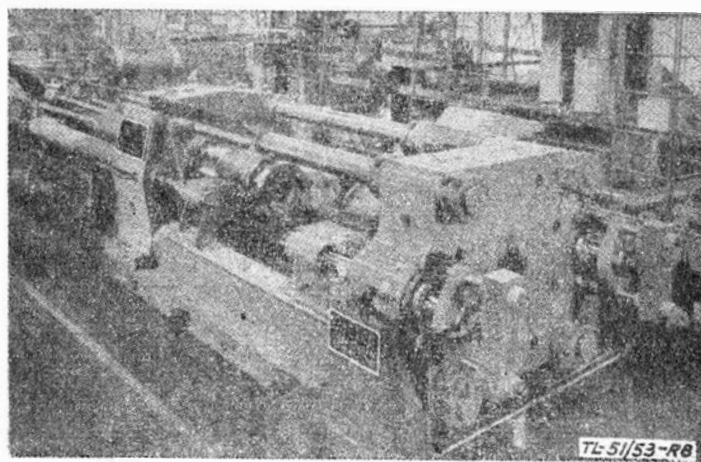
strukcję. Nie jest to jednak bez różnicy dla wykonania. Przekroje ceowe wytłacza się łatwo na gumie, dla przekrojów zetowych potrzebne są wytłoczki bardziej złożone. Ceowniki muszą być odgięte półkami tak, żeby były rozwarne, półki zbieżne nie pozwalają na wyjęcie wytłoczki.



Rys. 7 — Płyty na powłoki kesonów, wyciskane prasą 14000 ton. Szerokość 650 do 850 mm

Mówiąc o tłoczeniu nie można pominąć pokrewnego tłoczeniu wyciskania pod wielkim ciśnieniem przez oczko profilów ze stopów lekkich. Polega ono na tym, że do cylindra wkłada się blok metalu (dural, aluminium lub tp.) i pod wielkim ciśnieniem wyciska się go przez profilowy otwór w dnie cylindra. Dural jest podgrzewany i chłodzony tak, aby wypływ odbywał się w jak najwyższej temperaturze, ponieważ wówczas potrzebne jest najniższe ciśnienie, ale żeby przy tym ostateczne przybieranie kształtu w oczku zakończyło się poniżej 500°C, co warunkuje prawidłową strukturę metalograficzną.

Metoda ta pozwala na otrzymanie szybko i tanio profiliów pryzmatycznych o dowolnych, nawet bardzo skomplikowanych przekrojach. Można w ten sposób otrzymywać płyty pokrywowe, zaopatrzone od razu w usztywnienia wzdłużne. Potrzebne są do tego specjalne prasy, które należy obliczać na nacisk rzędu 50 kG/mm² przekroju bloku, z którego następuje wyciskanie. Wykonanie płyty pokrywowej szerokości 1 m, łącznie z żeberkami usztywniającymi, wymaga użycia do wyciskania bloku duralu o średnicy 600 mm, zakładając otrzymanie z prasy płyty w stanie złożonym we dwoje, jak się to zwykle stosuje (potem płytę się prostuje i wygina na kształt profilu skrzydła).



Rys. 8 — Prasa 18000 ton do wyciskania profiliów

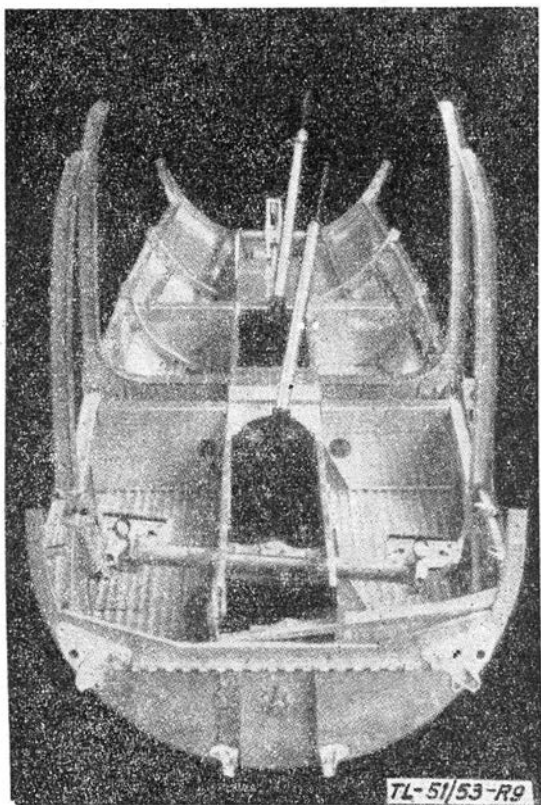
Prasa musi mieć wówczas nacisk 14 tysięcy ton. Czas potrzebny na wyciśnięcie takiej wytłoczki, czynności przygotowawcze i prostowanie, wynosi około 8 godzin, w porównaniu z około 50 godzinami, potrzebnymi na zaniżowanie podobnej płyty, wykonanej metodą ortodoksijną, w której trzeba byłoby zaniżować około 2000 nitów.

Zakład wyposażony w mniejsze prasy, rzędu tysiąca ton, może wyciskać profile o mniejszych przekrojach: na pasy dźwigarowe, kątowniki różnego rodzaju, profile na usztywnienia itp.

Duże oszczędności osiąga się przez stosowanie odkuwek. Z zasady tylko niewielkie części winno być obrabianych z preta (głównie te, które dadzą się obrabiać na automatach lub re-

wolwerówkach). Niewiele tylko części może być wykonanych z pręta bez skrawania dużej ilości materiału, co prowadzi do dużych strat i znacznie obciąża park maszynowy. Mało też jest części, które dają się obrabiać z jednego zamocowania, a powtórne zamocowanie części r.a. obrabiarce prowadzi do straty czasu.

Konstrukcyjnie również korzystne jest używanie odkuwek. W odkuwce włókna materiału przebiegają wzdłuż kształtu przedmiotu, podczas gdy przy obróbce z pręta włókna są poprzeczne, co ma duże znaczenie, szczególnie dla materiałów o budowie włóknistej, jaką posiadają pręty z niektórych gatunków stali, duralu itp. Odkuwki powinny więc być zasadniczym materiałem wyjściowym na wszelkie okucia, golenie podwozia, a nawet śruby i sworznie, których łebki odkute są znacznie mocniejsze niż obrabiane z pręta, mogą więc być niższe i lżejsze, a obróbka ich wymaga mniej skrawania.



Rys. 9 — Duży zespół samolotu, zaprojektowany bez uwzględnienia potrzebnego podziału i następnie podzielony w ramach opracowania fabrykacyjnego

Czynnikami ograniczającym konstruktora są tu rozmiary posiadanej kuźni, jej przepustowość i koszt matryc. Duże części wymagają dużych pras i dużych kosztownych matryc, tak że odkuwki opłacają się tylko przy większej serii. Małe, ale często występujące części jak śruby, wymagają dróżej przepustowości kuźni i specjalnych obrabiarek do wykończenia oddzielnych korpusów śrubowych. Matryce muszą być przy tym bardzo dokładne. Użycie odkuwek na wiele drobnych, ale powtarzających się części, jak np. widelki drążków mechanizmu sterowania, jest przypadkiem opłacalnym nawet przy małej serii, ze względu na wielokrotne powtarzanie się tych elementów w jednym samolocie.

Zdarza się, że użycie metod produkcji na pozór bardzo kosztownych jest celowe z punktu widzenia technologiczności. Tak na przykład samoloty najszybsze wymagają użycia skrzydeł niezwykle cienkich i na skutek tego giętkich, chociaż bardzo mocnych, a jednocześnie nadzwyczaj gładkich. Cel ten bywa osiągnięty przy użyciu powłok kesonów frezowanych z jednego wielkiego bloku. Koszt obrabiarzy i roboty jest znaczny, ale, jeśli jest to jedyny sposób umożliwiający osiągnięcie celu, musi być traktowany jako właściwy.

Użycie innego sposobu wykonania powłoki mogłoby prowadzić do jeszcze większych kosztów lub wprost się nie udać. Gdybyśmy chcieli na przykład zwykłym sposobem nitowania z blach uzyskać równie gładki keson jak frezowany, konstrukcja musiałaby wypaść cięższa, bardzo trudno byłoby uzyskać gładkość blach i szwów nitowych, trzeba byłoby użyć bardzo dokładnego oprządkowania i pomimo tego wynik mógłby być niezadowolający.

I odwrotnie: właściwą technologicznie konstrukcją samolotu budowanego sposobem amatorskim, względnie przez mały zakład i w niewielkiej ilości sztuk, jest konstrukcja prymitywna,

drewniana lub spawana. Wymaga ona bardzo niewielu podstawowych obrabiarek, żadnych oprządkowań specjalnych, których koszt byłby niepotrzebnym obciążeniem.

Mówiąc o tych wszystkich metodach produkcyjnych, należy podkreślić, że każda z nich zależy ściśle od posiadanego zakładu produkcyjnego. Najefektywniejsze wymagają prawdziwie gigantycznego wyposażenia i opłacają się przy dużych seriach. Im lepsze wyposażenie zakładu, tym doskonalsze metody produkcyjne może konstruktor przewidywać w rozwiązaniach. W braku takiego wyposażenia z konieczności musi stosować odpowiednio prymitywniejsze rozwiązania, często nawet droższe z punktu widzenia produkcji seryjnej, ale możliwe do wykonania.

Bywają oczywiście popełniane błędy, posiadane środki produkcji bywają nie wykorzystane. Błędy bywają ręcznie klepane tam, gdzie można je wytłoczyć. Bywają części toczone z pręta, gdy można użyć odkuwek. Często mówi się, że samolot jest nietechnologiczny, nazbyt pracochłonny, gdy nie wyszukało się wszystkich możliwości usprawnienia produkcji.

Trzeba zwrócić uwagę na to, że każde opracowanie konstrukcyjne i technologiczne samolotu dostosowane być musi ściśle do wyposażenia zakładu i wyszkolenia załogi. Zaprojektowane dla jednego zakładu w mniejszym lub większym stopniu okaże się złe dla innego. Wprawdzie można założyć, że projektuje się zupełnie dowolnie, a wyposażenie do tego się dostosuje, ale i w tym przypadku trzeba się liczyć z wyposażeniem, jakie jest możliwe do nabycia i z czasem, jaki na to nabycie będzie potrzebny. Z personelem jest jeszcze trudniej. Wyszukanie w pracy specjalnie lotniczej: blacharskiej, nitowniczej, ślusarskiej, monterskiej, obsłudze instalacji i wielu innych — trwa lata. Dość jasno uwidacznia się to wyszkolenie personelu, gdy przejrzy oprządkowanie, zastosowane przez jakąś wytwórnię. Jeśli rozporządza ona na przykład dobrymi kotlarzami, oprządkowanie w tym dziale okazuje się mniejsze i odwrotnie, napotkanie w innym dziale specjalnie dużego oprządkowania świadczy o tym, że dział ten ma słabszy personel.

Drugim czynnikiem wpływającym na potanie i przyspieszenie wykonania samolotu jest zastosowanie dużej ilości podziałów na podzespoły. Ułatwiają one pracę dzięki temu, że do części wykonanych osobno lepszy jest dostęp, co pozwala pracować szybciej i dokładniej. Poza tym pozwalają one na wykonanie większości prac jednocześnie przez wielu ludzi, przy rozproszonych stanowiskach, w wyniku czego pracownicy nie przeszkadzają sobie wzajemnie, jakby było, gdyby chcieli wykonać daną robotę na jednym stanowisku. Szczególnie uciążliwy jest montaż wewnątrz kadłuba czy kabiny, z tego względu wyodrębnienie wyposażenia kabiny w osobne podzespoły wykonane na boku i dające się szybko wmontować jest szczególnie pożądane.

Jeszcze lepiej jest wbudować te wyposażenia w części kadłuba czy kabiny we wczesnym stadium produkcji. Zmniejsza to natłok pracowników w kabine samolotu przy końcu cyklu produkcyjnego, tak charakterystyczny objaw złego rozplanowania podziałów i produkcji. Projektując podziały należy pamiętać, że potrzeba ich tym więcej, im więcej chcemy produkować w jednostce czasu. Jeśli zaś produkcja jest nieciężka, zbytnie dzielenie samolotu jest niecelowe. Każdy podział wymaga użycia elementów łączących, które zwiększają ciężar konstrukcji. Każdy podział wymaga przyrządu i sprawdzianu zamienności, który zagwarantuje, że podzespoły złożone ze sobą będą do siebie pasowały. To zwiększenie ilości przyrządów amortyzuje się dosyć szybko, ale jednak nie przy zbyt małej serii. W rezultacie samoloty produkowane w większych seriach są dzielone na tysiące podzespołów i produkowane na tysiącach kosztownych przyrządów. Do tego dostosowane jest ich opracowanie technologiczne. Samoloty budowane w pojedynczych egzemplarzach są właściwie technologicznie zaprojektowane, jeśli właśnie mają podziałów mało. Wtedy dają się wykonać na małej ilości przyrządów taniej, ponieważ zamienności nie jest potrzebna, jak również rozdział na dużą ilość stanowisk.

Podziały, o których mowa, przeważnie bywają wyraźnie przewidziane przez konstruktora i wykonanie ich nie wzbudza wątpliwości. Nieraz jednak się zdarza, że z jakiegoś powodu konstruktor nie przewidział podziałów tam, gdzie ze względów wykonawczych podział byłby potrzebny. Wówczas należy stworzyć podziały fabrykacyjne, dzieląc wzdłuż szwów nitowych, wzdłuż spawów itp. w miejscach do tego z góry nie przewidzianych, ale możliwych do wykorzystania.

Wydzielone w ten sposób podzespoły w trakcie produkcji nie wyglądają na przemyślane, gdyż sterczą z nich ramki części wyposażenia, nie dające się podzielić w tym miejscu, w którym dzieli się na przykład pokrycie; mimo to podział spełnia swoją rolę.

Zastosowanie podziałów jest tym sposobem oddziaływania

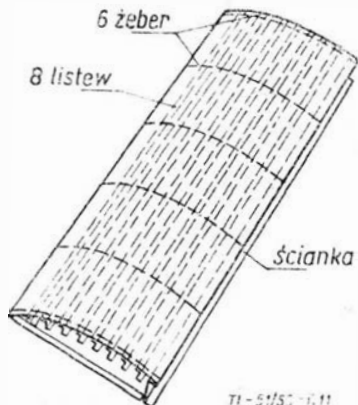
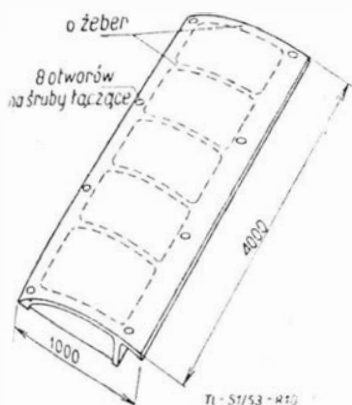
na potaniecie produkcji, który nie wymaga żadnych specjalnych drogich, trudno dostępnych obrabiarek, a tylko myślącego, wykształconego personelu. Jest więc pozornie łatwiejszy do zastosowania. W rzeczywistości wysoko wykwalifikowany personel jest właśnie szczególnie cennym wyposażeniem, często trudniej osiągalnym aniżeli obrabiarki czy przyrządy.

A oto kilka przykładów, ilustrujących wpływ użytego rozwiązania konstrukcyjnego na koszt wykonania.

Przykład I

a) Powłoka skrzydła lana z elektroonu

b) Powłoka skrzydła nitowana z blach



Oprzrządowanie
koszt kokili 8 500 godz.
płyty
wiertni-
czej 400 „
obróbk. 400 „
9 100 godz. = A

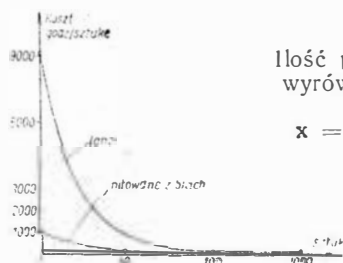
Oprzrządowanie
koszt 6 przyrządów
na żebra 250 godz.
koszt 1 przyrządu na
ściankę 150 „
koszt 1 przyrządu do
składania 500 „
oczko do przeciąga-
nia listew 50 „
950 godz. = B

Wykonanie
wykonanie odle-
wu 2 godz.
obróbka złączy 16 „
wyglądanie
wierzchu 4 „
zabezpieczenie
od korozji 2 „
24 godz. = a

Wykonanie
Wytłoczenie 6 żeber
po 3 godz. 18 godz.
ścianka 6 „
listewki 6 „
wkładanie w przyrząd 2 „
przygotowanie blach 8 „
nitowanie 12 „
52 godz. = b

Ilość produkcji, przy której następuje wyrównanie kosztów

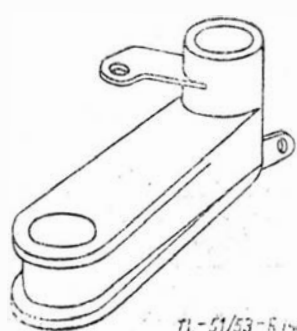
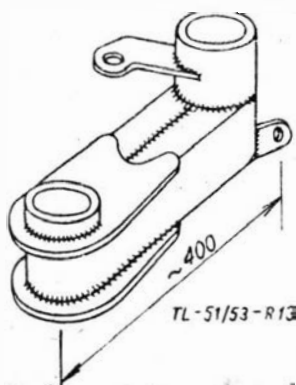
$$x = \frac{A - B}{b - a} = \frac{9\,100 - 950}{52 - 24} = 290$$



Powyżej 290 sztuk lane skrzydło staje się tańsze. Przy 1000 sztuk tańsze prawie o połowę.

Przykład II

a) Część goleni podwozia spawana b) Część goleni podwozia lana

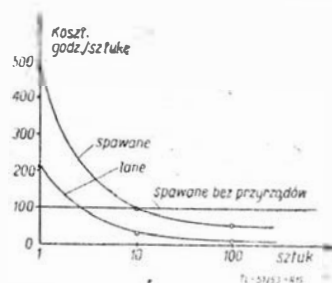


Oprzrządowanie
szablony na 7 wykrojów 120 godz.
belki do gięcia 150 „
przyrząd do spawania 80 „
przyrząd do wytaczania 80 „
430 godz.

Wykonanie
wykonanie 14 detali 40 godz.
spawanie 6 „
wytaczanie i rob. ślusarskie 8 „
54 godz.

Oprzrządowanie
modele 60 godz.
rdzenie 60 „
przyr. do wytacz. 80 „
200 godz.

Wykonanie
odlew 2 godz.
wytoczenie 8 „
10 godz.



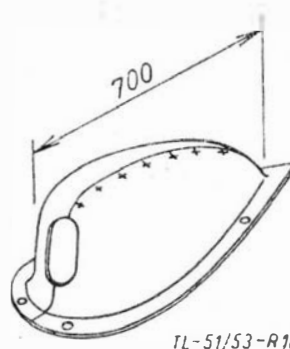
Wykonanie bez oprzrządowania (prototypowe) o 100% droższe niż na przyrządach ~ 100 godz.

Lane zawsze tańsze od spawanego, za wyjątkiem wykonania prototypowego kilku sztuk.

Przykład III Część owiewki silnika

a) Wykonana ręcznie

b) Wykonana na młocie opadowym



Oprzrządowanie
Wzorec drewniany 150 godz.

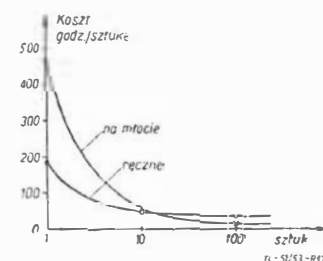
Oprzrządowanie
model 150 godz.
odlew i obróbka formy 160 „
przyrząd do nitowania 150 „
460 godz.

Wykonanie
wytłoczenie i poprawki
ręczne 6 godz.
nitowanie 3 „
9 godz.

Wykonanie
klepanie ręczne 16 godz.
pasowanie i nitowanie 16 „
32 godz.

Wykonanie na młocie opłaca się od ~ sztuki trzynastej

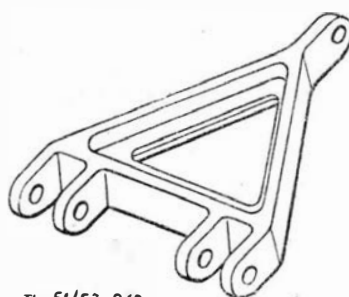
$$x = \frac{460 - 150}{32 - 9} = 13$$



Przykład IV Nożyce podwozia

a) Wykonanie z pełnego

b) Z odkuwki

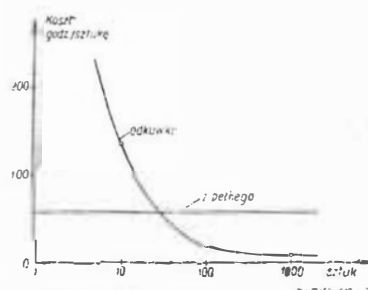


frezowanie na frezarce
uniwers. 60 godz.

Przy tym skomplikowanym kształcie odkuwka opłaca się już od ~ 23 sztuk, zwykle opłaca się od 100 do 200 sztuk.

Oprzrządowanie
foremnik 1200 godz.
przyrząd do obróbki 100 „
1300 godz.

Wykonanie
odkuwka 0,5 godz.
obróbka 4 „
4,5 godz.

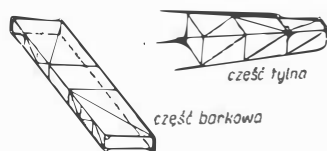


Przykład V

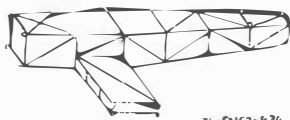
Kadłub spawany podzieleno dla przyspieszenia produkcji

- a) Przed podziałem konstrukcyjnym kadłub dzielono fabrykacyjnie:

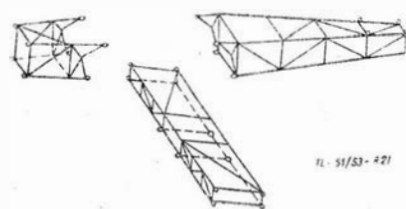
Części robione osobno



Spawanie w całość



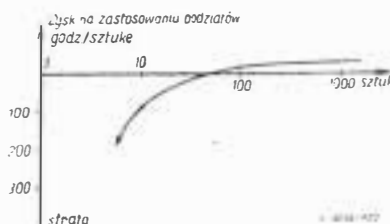
- b) Po podzieleniu wykonywano jako 3 części łączone na sworznie



Oprządkowanie:
potrzebne 3 podstawowe przyrządy

Wykonanie:
montaż wyposażenia
500 godz = 8 ludzi w 8 dni

Oprządkowanie:
potrzebne 3 przyrządy ale zawierające dodatkowo 12 ściśle pasowanych punktów. Wykonano dla nich 3 sprawdziany i 3 przeciwspawdziany, zużyto na nie 1200 godz.



Wykonanie

na 12 dodatkowych okuć = 48 det.
stracono na godzinach
na prostowaniu po spawaniu
zyskano na godzinach
mont. wyposażenia
(bo lepsze dostępy)
= 12 ludzi w 4 dni — zysk

80 godz

10

400

100

30 godz

Poza tym stracono na ciężarze 4 kG
zyskano na skróceniu cyklu produkcyjnego 4 dni
Z uwzględnieniem kosztów oprządkowania podział opłacił się od 40 sztuk.

Należy zaznaczyć, że w przykładach tych nie wzięto pod uwagę kosztu amortyzacji maszyn i budynków, czynnika osiągnięcia wprawy przez robotników, kosztu materiałów i tym podobnych czynników. Pewne różnice mogą również wynikać z różnych sposobów oprządkowania i wykonania obróbki. Uwzględnienie ich zmieniloby nieco wartości liczbowe kosztów, jakie wynikają z przykładów, ale nie zmieniloby ogólnego obrazu.

Artykuł wpłynął dnia 26 maja 1953 r.

Inż. J. LUBOŃSKI
Inż. W. SZCZEPIŃSKI

629.13.002.5:621.96

Metody wycinania blachy na prasach, stosowane w przemyśle płatowcowym

Autorzy podają krótki przegląd najczęściej stosowanych wykrojników, z uwzględnieniem właściwego wykorzystania ich w produkcji płatowców. Wskazują na typy najwłaściwsze i zwracają uwagę na właściwy dobór zasadniczych ich wymiarów ze względu na koszty wykonania, które to wymiary zależne są od ilości wycinanych elementów spotykanej przeciętnie w produkcji płatowców. Wspominają również o możliwości znormalizowania typów wykrojników.

Wstęp

W artykule niniejszym omówiono stosowane w przemyśle płatowcowym sposoby wycinania i dziurkowania blachy na prasach. W przemyśle tym ze względu na stosunkowo nieduże ilości produkowanych jednostek danego typu nie opłaca się stosować wykrojników normalnej konstrukcji, używanej w innych gałęziach przemysłu. Spowodowało to konieczność opracowania wykrojników uproszczonych, pozwalających na wycięcie kilku tysięcy przedmiotów, które łączą w sobie właściwą wykończoność wysoką wydajność pracy z niewielkim kosztem wykonania oprządkowania. Ponadto podane są opisy charakterystycznych dla produkcji płatowców składanych zespołów dziurkowników, pozwalających zestawiać ze znormalizowanych elementów przyrządy do różnorodnych przedmiotów.

Stosowanie pras w przemyśle płatowcowym datuje się od pierwszych chwil jego powstania, jednakże właściwego znaczenia nabrały one dopiero przy produkcji samolotów metalowych, gdy szczególnie silnie wystąpiły ich zalety w stosunku do innych obrabiarek, a mianowicie: prostota budowy i obsługi, uniwersalność oraz wielka wydajność. Przy współczesnej produkcji samolotów znajdują zastosowanie prasy różnych typów: z napędem ręcznym, mechanicznym lub hydraulicznym, od małych sił nacisku aż do nacisków sięgających 75000 ton.

Na prasach mogą być wykonywane najróżnorodniejsze czynności jak: wycinanie zarysu, dziurkowanie, gięcie, formowanie, ciągnięcie, łączenie przez zawijanie, nitowanie itp., oczywiście przy zastosowaniu odpowiednio zbudowanych przyrządów. Przyrządy te mogą być przeznaczone do jednej lub kilku czynności, jak np. jednocześnie wycinanie zarysu i otworów, wycinanie zarysu i gięcie itp.

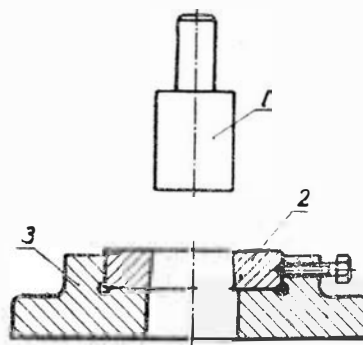
W artykule niniejszym omówiono stosowane w przemyśle płatowcowym metody wycinania zarysu przedmiotu oraz dziurko-

wania na prasach. Wykonanie tych czynności tłoczeniem w porównaniu do innych znanych i stosowanych sposobów, jak wycinanie przy pomocy piły taśmowej, frezarki szybkoobrotowej lub wycinaczki przy użyciu szablonów, jest metodą najszybszą i najtańszą. Jednakże koszt wykonania wykrojników do wycinania na prasie jest kilkakrotnie wyższy od kosztu wykonania szablonów, używanych przy innych sposobach. Ażeby w pełni wykorzystać zalety pras, należy dążyć do możliwie maksymalnego obniżenia kosztu wykonania wykrojników, ponieważ ze względu na stosunkowo nieznaczne (do kilku tysięcy) ilości wycinanych na nich przedmiotów przy produkcji płatowców, ich udział w koszcie wykonania przedmiotu jest znaczny. Z tego względu wykrojniki stosowane w przemyśle płatowcowym różnią się od stosowanych w innych przemysłach przede wszystkim uproszczeniem ich budowy.

Poniżej zostały omówione stosowane w przemyśle płatowcowym przyrządy służące do wycinania i dziurkowania na prasach.

Wykrojniki bez prowadzenia stempla:

Wykrojniki bez prowadzenia (rys. 1) składają się ze stempla 1 zaopatrzonego w czop i płyty tnące 2 oraz podstawy 3. Odnaczają się one prostą budową, co jest ich jedyną zaletą. Rolę prowadzenia stempla w czasie pracy spełniają prowadzące suwaka prasy, tak że jedynie na mało zużytych prasach

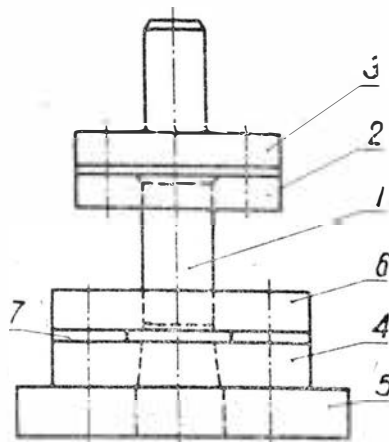


Rys. 1 — Wykrojnik bez prowadzenia stempla

można uzyskać dobre wyniki. Ponadto wykrojniki te wymagają bardzo dokładnego ustawienia, co znacznie przedłuża czas przygotowania pracy oraz zmusza do zatrudnienia ustawiacza o wysokich kwalifikacjach. Z powyższych powodów, mimo znacznej taniości, nie stosuje się tego typu we współczesnym przemyśle płatowcowym.

Wykrojniki z płytą prowadzącą:

Pozbawione powyższych wad są wykrojniki z płytą prowadzącą. Wykrojnik taki, pokazany na rys. 2, składa się — jak

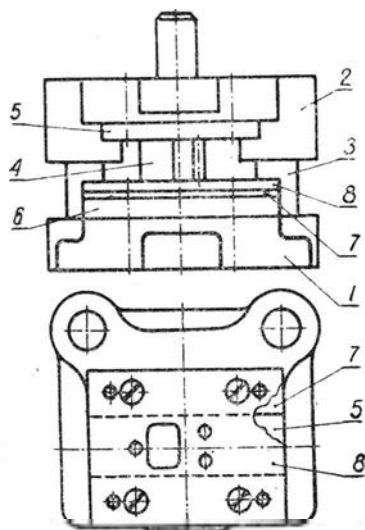


Rys. 2 — Wykrojnik z płytą prowadzącą

TL - 57/53 - R2

i poprzedni — ze stempla 1, osadzonego w górnej części przyrządu i zaopatrzonego w czop, oraz płyty tnącej 4, spoczywającej na podstawie 5. Zasadniczym ulepszeniem w stosunku do poprzednio opisanego typu jest zastosowanie płyty prowadzącej 6, opartej na listwach 7. W płycie tej wykonany jest otwór, ściśle odpowiadający kształtom stempla i pasowany z nim suwliwie. Wykonanie takiego otworu, szczególnie przy złożonym kształcie wycinanego przedmiotu, jest bardzo pracochłonne i wymaga pracownika o najwyższych kwalifikacjach.

W znacznej części przypadków prowadzenie zostaje wykonane zbyt luźno i poprawione przez zaklepywanie materiału z obu stron płyty prowadzącej. Oczywiście, tak wykonany otwór dobrze prowadzi stempel tylko w swojej górnej i dolnej części i ulega szybkiemu zużyciu. Przy wycinaniu większych przedmiotów, przeważających przy budowie płatowców, zapewnienie dobrego prowadzenia stempla wymagałoby stosowania bardzo grubych płyt prowadzących. Stosowanie w takich przypadkach płyt o grubości około 20 mm jest zupełnie nieracjonalne. Powyższe wady ograniczają zastosowanie wykrojników tego typu do wycinania niewielkich przedmiotów o prostych kształtach.



Rys. 3 — Wykrojnik z prowadzeniem słupowym

TL - 57/53 - R3

Pospolitym błędem przy projektowaniu wykrojników w przemyśle płatowcowym jest stosowanie płyt tnących o grubości 20—30 mm, przy pomocy których można wyciąć kilkaset tysięcy przedmiotów, podczas gdy ogólna ich ilość przy produkcji płatowców rzadko przewyższa kilka tysięcy i może być wykonana przy pomocy płyty o grubości do 10 mm, co daje znaczną oszczędność stali, oraz skraca czas wykonania przyrządu. Wytrzymałość takiej płyty jest zupełnie wystarczająca ze względu na podparcie jej podstawą.

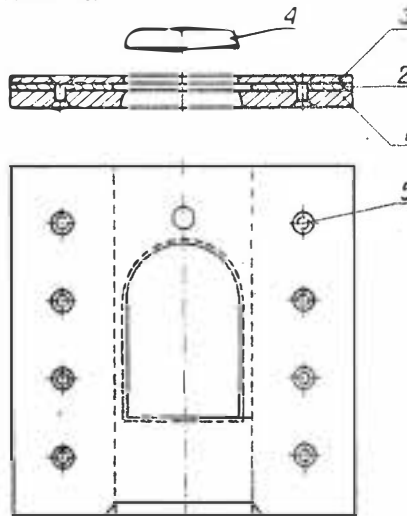
Wykrojniki z prowadzeniem słupowym:

Opisane powyżej wady obydwu do niedawna powszechnie stosowanych typów wykrojników spowodowały coraz szersze wprowadzanie wykrojników z prowadzeniem słupowym. Wykrojniki tego typu (rys. 3) budowane są na znormalizowanych zespołach słupowych, składających się z podstawy i płyty czopowej 2, odlanych z żeliwa oraz z dwu, a przy bardzo dużych przyrządach — czterech słupów 3. Słupy te są wciśnięte w podstawę zespołu, a z otworami płyty czopowej są pasowane suwliwie. W przyrządach używanych przy produkcji płatowców niezbędne jest stosowanie dodatkowych hartowanych tulejek prowadzących, wciskanych w płytę czopową. Wbudowany w taki zespół wykrojnik składa się ze stempla 4, zamocowanych w płycie stemplowej 5, oraz z płyty tnącej 6 i umieszczonych na niej listew prowadzących 7. Dla zdzierania pasa ze stempla służy płyta zdzierająca 8 o grubości kilku milimetrów, z otworami na stemple, wykonanymi ze znacznym luzem. Konstrukcja ta zapewnia prawidłowe prowadzenie stempla, niezależnie od ich wymiarów poprzecznych, pozwala na ustawienie przyrządu na prasie przez przyuczonego pracownika, skracając czas przygotowania do minimum, jak również umożliwia prawidłową pracę przyrządu nawet na mało dokładnej prasie przez przejście bocznych sił przez słupy prowadzące. Ponadto przy wykonywaniu przyrządu znacznie skraca się czas obróbki ręcznej przez wyeliminowanie pracochłonnego prowadzenia płytowego.

Omówione powyżej rodzaje konstrukcji wykrojników posiadają ogólne zastosowanie w przemyśle i dlatego pominięto tu szczegóły ich budowy, ograniczając się do wskazania charakterystycznych właściwości z punktu widzenia potrzeb produkcji płatowców. Szczegółowe opisy tych wykrojników można znaleźć w literaturze, której wykaz podano na końcu. W dążeniu do uzyskania najmniejszych kosztów wytwarzania, obracowano w przemyśle płatowcowym niżej opisane konstrukcje wykrojników uproszczonych. Wykrojniki te przy bardzo prostej budowie pozwalają wykonać do kilku tysięcy przedmiotów z blachy stalowej oraz są proste w obsłudze i łatwe do ustawienia.

Wykrojniki ze stemplem swobodnym:

Chętnie używany jest typ wykrojników ze stemplem swobodnym, przedstawiony na rys. 4. Składa się on z płyty tnącej 1, o grubości około 6 mm, listew prowadzących 2, o grubości o 1 mm większej od grubości wycinanego materiału, płyty 3 centrującej stempel, wykonanej z blachy o grubości około 2 mm, oraz stempla 4, wykonanego z blachy stalowej o grubości 10 mm. Płyty są połączone przy pomocy nitów 5. W płycie 3 wykonany jest otwór o kształcie stempla i pasowany z nim suwliwie.



Rys. 4 — Wykrojnik ze stemplem swobodnym

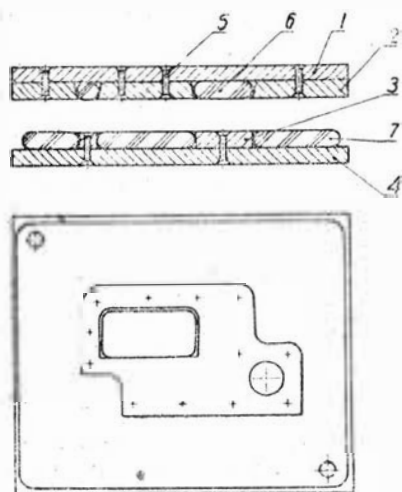
TL - 57/53 - R4

Stempel i płyta tnąca mają krawędzie tnące, hartowane przy pomocy nagrzewania palnikiem lub w przypadku wykonania ze stali niskowęglowej — nawęglane i hartowane. Przy pracy na wykrojniku, po wsunięciu blachy między listwy, wkłada się stempel w otwór płyty centrującej i następnie naciska suwakiem prasy. Stempel wypada w dół wraz z wyciętym przedmiotem.

Wykrojniki uproszczone:

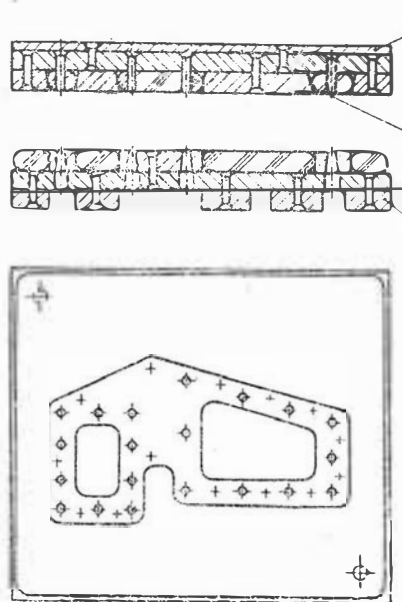
Wykrojnik tego typu (rys. 5) składa się z płyty górnej 1 i dolnej 4 o grubości 5 mm, wykonanych z blachy stalowej 020, płyty tnącej 2 i stempla 3, o grubości 5 mm, wykonanych z blachy stalowej 0045. Poszczególne części połączone są nitami 5, jak na rysunku. Do zdzierania blachy ze stempla oraz wyciętych przedmiotów lub odpadków z otworów w płycie tnącej słu-

żą zdzieraki górny 6 i dolny 7, wykonane z gumy o grubości 7 mm i przyklejone do płyt 1 i 4. Stemple i płytę tnącą hartuje się na krawędziach tnących z zastosowaniem nagrzewania palnikiem acetylenowym. Mogą być one wykonane ze stali 0012 i następnie nawęglane i hartowane. Celem ułatwienia ustawiania wykrojnika wykonuje się w jego dolnej i górnej części przed



Rys. 5 — Wykrojnik uproszczony

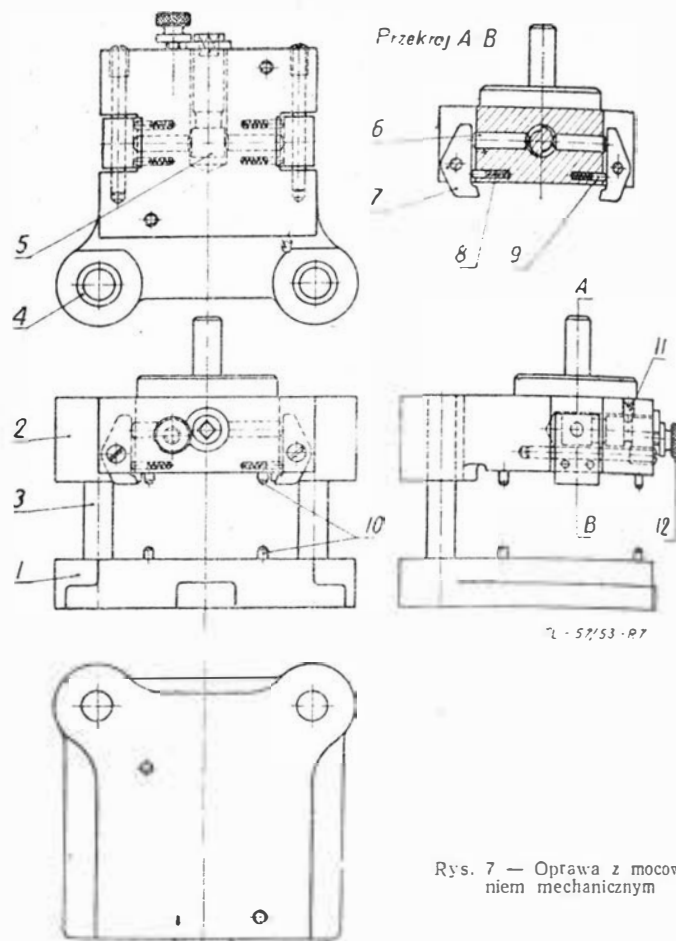
przylepieniem gumy po 2 otwory w specjalnym przrządzie wiertniczym po wprowadzeniu stempli w otwory tnące. Otwory te służą do wprowadzenia części wykrojnika na odpowiednie kołki centrujące, umieszczone w uniwersalnej oprawie. W przypadku, gdy przedmiot wycinany posiada małe otwory (poniżej 10 mm średnicy) wypychanie odpadków przy pomocy gumy jest niemożliwe. Konieczne jest wtedy zastosowanie do poprzednio opisanego wykrojnika podstawek *P* (rys. 6), które umożliwiają wypadanie odpadków dołem. Podstawki te wykonuje się z płaskownika o grubości 5 mm. Ponadto,



Rys. 6 — Wykrojnik uproszczony z podstawką

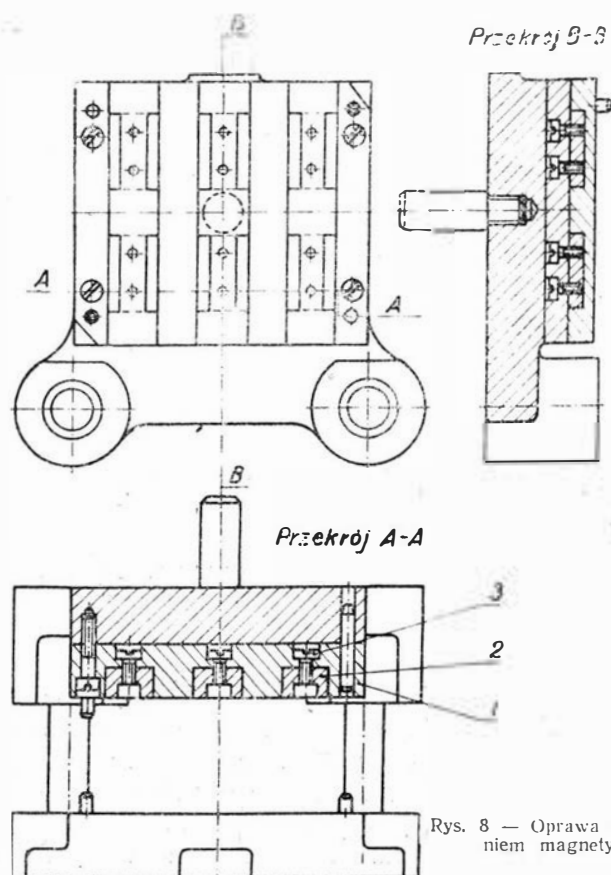
Aby uniknąć wypadania odpadków przy zaciskaniu górnej części wykrojnika, zginania kołków 10 i jednostronnego zamocowania, w przypadku wykonania niejednakowych odległości jego krawędzi od osi otworów na kołki, między wałkiem 5 a otworem w płycie 2 wykonano znaczny luz (około 2 mm), umożliwiając samonastawianie się mechanizmu. Wałek 5 jest zabezpieczony od wypadania wkrętami 11. Nakrętka 12 zabezpiecza przeciwko zluźnieniu zamocowania w czasie pracy. Dolną część wykrojnika zakłada się też na kołki, lecz bez mocowania w podstawie oprawy, ponieważ gumowe wypychacze, wystające 2 mm ponad powierzchnię roboczą płyty tnącej, uniemożliwiają odrywanie się w czasie pracy dolnej części wykrojnika od podstawy.

Powyższa oprawa wymaga dokładnego wykonania obrysu zewnętrznego górnej części wykrojnika, oraz wykonania dwóch jego boków nachylnych pod kątem 100° do pionu. Znacznie



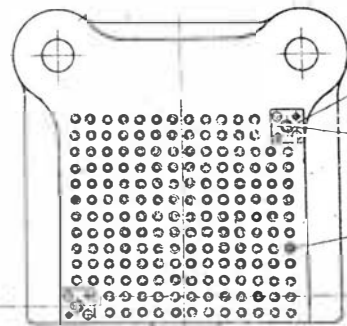
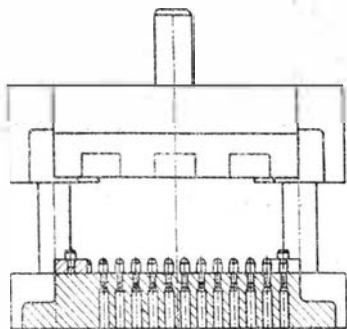
Rys. 7 — Oprawa z mocowaniem mechanicznym

bardziej prosta w budowie i obsłudze jest uniwersalna oprawa z mocowaniem magnetycznym, przedstawiona na rys. 8. Oprawę tę zbudowano na normalnym zespole słupowym. Części dolna i górna zaopatrzone są jak poprzednio w kołki centrujące do zakładania wykrojnika.



Rys. 8 — Oprawa z mocowaniem magnetycznym

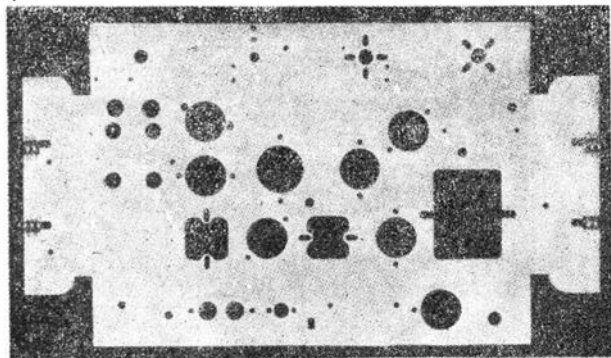
Przekrój A-B



TL-57/53-R4

Rys. 9 — Oprawa dla wykrojników bez podstawek

wbiciu zeszlifowano na jeden poziom. Kolki centrujące 2 umocowano przy oprawie z mocowaniem mechanicznym, jak i magnetycznym. Przy wykonywaniu wykrojników, przeznaczonych do mocowania na takiej oprawie, należy zwrócić uwagę, aby otwory w dolnej części wykrojnika na wycięte odpadki blachy nie trafiały na kolki, lecz na przerwy między nimi. Wypadające między kolki odpadki usuwa się przy pomocy isprężonego powietrza.



TL-57/52-R10

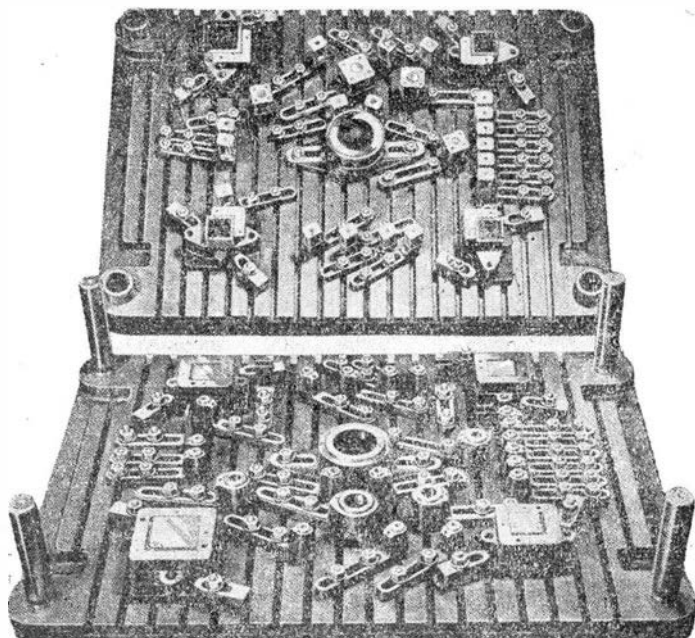
Rys. 10 — Element blaszany z dużą ilością otworów

Składane zespoły dziurkowników:

Częstym przypadkiem przy budowie płatowców jest konieczność wykonania znacznej ilości otworów w dużych blachach. Przykład takiej blachy pokazano na rys. 10. Przy znormalizowaniu średnic wycinanych otworów okrągłych oraz kształtów i wymiarów otworów kształtowych można osiągnąć znaczne oszczędności zarówno przy wykonaniu oprzyrządowania, jak i przy samej produkcji przez zastosowanie składanych zespołów dziurkowników i wycinaków bocznych. Zespół taki przedstawiony na rys. 11 jest składany na znormalizowanym zespole słupowym, zaopatrzonym w kanały teowe, służące do mocowania znormalizowanych, a w wyjątkowo uzasadnionych przypadkach — specjalnie wykonanych dziurkowników.

Budowę jednego z elementów składowych, sposób jego zamocowania oraz centrowania materiału pokazano na rys. 12. Przy składaniu takiego zespołu używa się wykonanego z blachy szablonu z otworami, według których ustawia się przy pomocy wkładek z kolkami centrującymi dolne części przyrządów. Górne części ustawia się według dolnych przy pomocy pomocniczych elementów centrujących. Mimo długiego i trudnego ustawiania zespołu już przy wykonywaniu kilkudziesięciu przedmiotów ogólny zysk na czasie robocznym w stosunku do kolejnego wykonywania poszczególnych otworów jest znaczny.

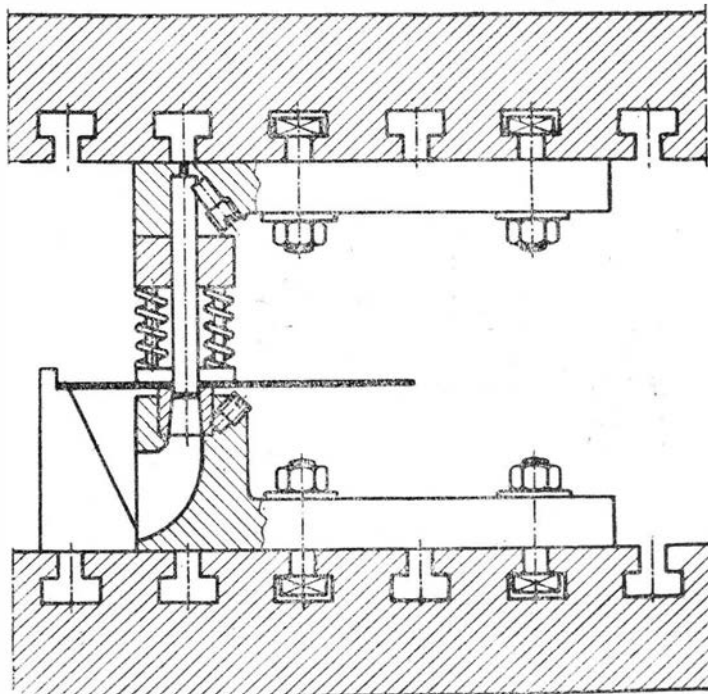
W celu ułatwienia ustawiania zespołu stosowany jest inny typ jednostki dziurkującej, której zasadniczą cechą jest związanie przez korpus osi stempla i płyty tnącej. Taka jednostka dziurkująca jest pokazana na rys. 13. Zespół słupowy, na którym ustawia się te jednostki posiada kanały teowe tylko w podstawie. Ruch stempli do dołu uzyskuje się przez nacisk gładkiej płyty górnej, a ruch powrotny i zdzieranie z dziurkowanej blachy przy pomocy silnych sprężyn. Wadą tego zespołu jest ograniczenie największej odległości otworów od krawędzi blachy przez wysięg korpusów przyrządów. Zaletą jest łatwość ustawiania przy pomocy szablonu.



Rys. 11 — Składany zespół dziurkowników i wycinaków bocznych

Wykrojniki uniwersalne:

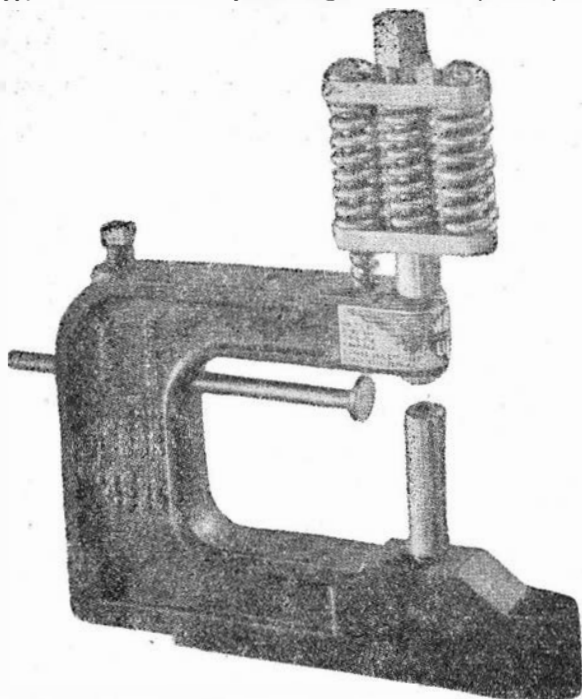
Szerokie zastosowanie w przemyśle płatowcowym ze względu na znaczny asortyment części i stosunkowo niewielkie ich ilości znajdują różnego rodzaju wykrojniki i dziurkowniki uniwersalne, z zastosowaniem wymiennych elementów. Jako typowy przykład tego rodzaju przyrządów może służyć uniwersalny wykrojnik do wycinania podkładek (rys. 14), zbudowany na znormalizowanym zespole słupowym. Posiada on pięć wymiennych części: stempel 1, wypychacz 2, płytę tnącą 3, pierścien



TL-57/53-R12

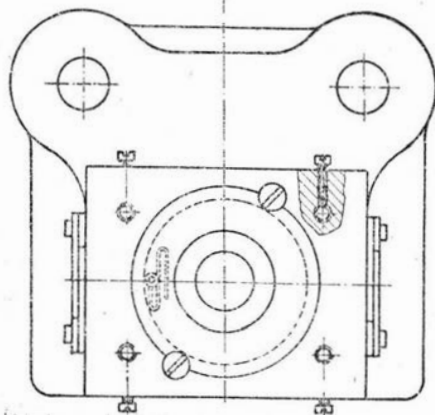
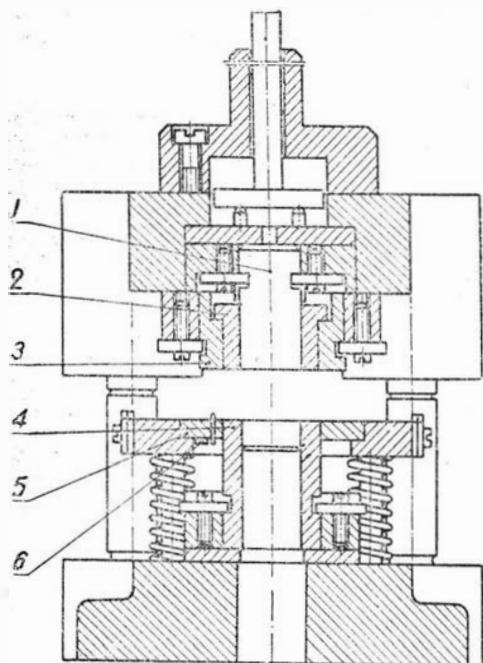
Rys. 12 — Konstrukcja pojedynczego dziurkownika i wycinaka

tnący 4 i zdzierak 5. Są one osadzone w odpowiednich hartowanych i szlifowanych gniazdach i zamocowane przy pomocy wkrętów, posiadających łukowe wycięcia na obwodzie, pozwalające na wyjęcie i założenie wymiennego elementu przez przekręca-



Rys. 13 — Jednostka dziurkująca z prowadzeniem (dziurkownik ulepszony)

nie tych wkrętów, aż do pokrycia się wycięć z obwodem otworu w gnieździe. Koszt wykonania wymiennego kompletu dla wycinania podkładki wynosi około 10% kosztu wykonania spe-

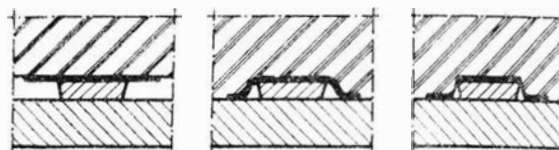


Rys. 14 — Wykrojnik uniwersalny do podkładek

cialnego wykrojnika. W przypadku zmiany w podkładce tylko średnicy otworu, przy zachowaniu średnicy wewnętrznej wystarczy zmienić tylko pozycje 1, 2 i 4, przy zmianie średnicy zewnętrznej przy zachowaniu niezmiennego otworu — zmienia się pozycje 2, 3, 4 i 5.

Wycinanie gumy:

Przebieg wycinania gumy jest pokazany na rysunku 15. Przyrząd stanowi tu stałowy blok o grubości około 10 mm i kształcie, odpowiadającym wycinanemu przedmiotowi. Posiada on ostre krawędzie oraz boki pochylone pod kątem 60° do pionu. Wycinaną blachę układa się na bloku. Wycięcie następuje przez nacisk gumy umieszczonej w suwaku prasy. Mimo nie-



TL - 57/53 - R15

Rys. 15 — Schemat wycinania gumą

znacznego kosztu przyrządu metoda wycinania gumą nie znalazła szerszego zastosowania z powodu małej wydajności pracy, konieczności stosowania dużych naddatków materiału na obcięcie oraz szybkiego niszczenia gumy przez ostre krawędzie wyciętej blachy. Wady te ograniczyły metodę tłoczenia gumy do formowania blachy.

Zakończenie

Metoda wycinania blachy przy pomocy wykrojników ze względu na szereg zalet w stosunku do innych stosowanych sposobów powinna znaleźć jak najszersze zastosowanie przy produkcji płatowców. Zasadniczą ujemną stroną tej metody, a mianowicie wysoki koszt przyrządów, można w znacznym stop-

niu zmniejszyć przez stosowanie opisanych powyżej wykrojników uproszczonych, ustawionych na znormalizowanych oprawach, lub wykrojników ze stępem wobodnym. Jednorazowy, niewielki zresztą, koszt wykonania takiego wykrojnika w krótkim czasie zostaje pokryty przez oszczędności uzyskane przez: dużą wydajność pracy na nim, możliwość zatrudnienia przycuczonego niewykwalifikowanego pracownika i wykonania pracy na taniej i rozpowszechnionej maszynie jaką jest prasa mimośrodowa, oraz w końcu przez niemal zupełne wyeliminowanie braków w produkcji dzięki wysokiej dokładności pracy wykrojnika.

Artykuł wpłynął dnia 16 czerwca 1953 r.

LITERATURA

1. Technologia chłodnej sztamponki, M. E. Zubcow
2. Zagotowitелно-шtamponocnye raboty w samoliotostrojenii, Razumichin
3. Chłodnaja sztamponka, S. Ja. Sorokin
4. Sztamponnik na priwodnych priessach, Stiepanow
5. Sowremennyje metody chłodnej sztamponki, Polak i Sorokin
6. Tłocznictwo, Hilbert (tłum. Z. Kazubiński)
7. Wykonywanie tłoczników, L. Bosse (tłum. mgr inż. K. Szopski)
8. Punches and Dies, Stanley
9. The use of Rubber and Wood as Die Materials, Handy Booklet No 14
10. Tool Engineer, roczn. 1947
11. Press Work, Pressures C. W. Lucas
12. Procédès modernes de découpage et d'emboutissage, A. Schubert

Mgr inż. BOHDAN KRAJEWSKI



Obliczanie charakterystyki wielostopniowej sprężarki osiowej

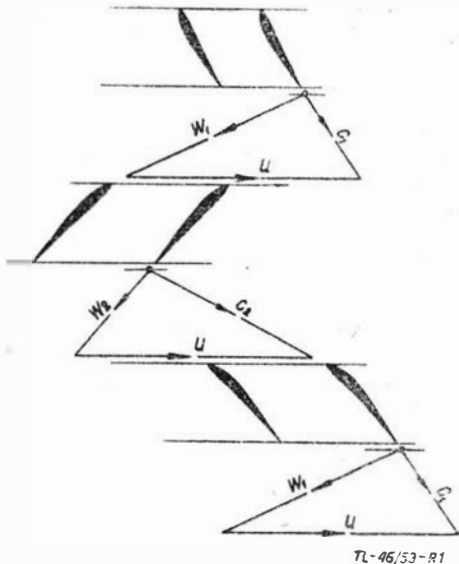
W artykule tym zostaje omówiona metoda Salzmann'a, służąca do obliczenia charakterystyki sprężarki osiowej wielostopniowej jednorodnej. W zakończeniu wskazano na konieczność uwzględnienia dodatkowych czynników przy obliczaniu.

Wstęp.

Tam, gdzie do niedawna stosowano wyłącznie sprężarki tłokowe i odśrodkowe, pojawia się coraz częściej sprężarka osiowa wielostopniowa, groźny konkurent dla ów poprzecznie wspomnianych. Przyczynił się do tego stanu rzeczy przede wszystkim rozwój turbin gazowych i związane ściśle z nimi badania stopnia pojedynczego sprężarki, wyjściowego elementu sprężarki wielostopniowej.

Jak powszechnie wiadomo, sprawność turbiny gazowej zależy w dużej mierze od sprawności poszczególnych jej elementów jak: sprężarki, turbiny, komory spalania, wymiennika ciepła itd. Pod względem sprawności wysunęła się na czoło przed sprężarką tłokową i odśrodkową sprężarka osiowa.

Ze względów regulacji wymagana jest nie tylko znajomość pracy sprężarki w punkcie nominalnym, ale również poza tym punktem, w pewnym obszarze odbiegającym od punktu nominalnego, określonym co do wydatku i obrotów.



Rys. 1 — Jednorodny układ stopni

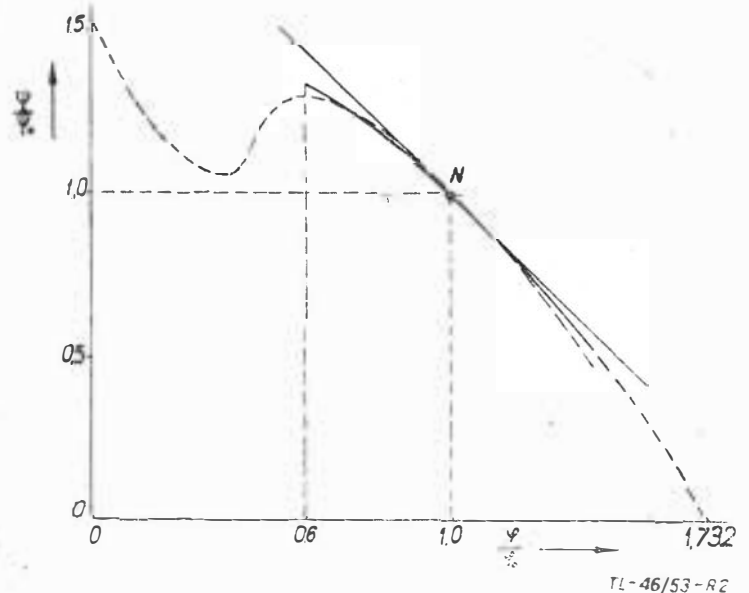
Mając charakterystykę stopnia pojedynczego, można, kolejno obliczając przebieg stanu czynnika przepływającego przez poszczególne stopnie sprężarki, obliczyć końcowy stan czynnika, jaki się ustali za ostatnim stopniem. W dalszym toku tej pracy podana będzie metoda obliczania charakterystyki sprężarki wielostopniowej. Metoda ta polega na wykorzystaniu właściwości typowej dla sprężarki osiowej, a mianowicie, że dla uzyskania określonego sprężu potrzebna jest duża ilość stopni. W związku z tym zmiana stanu czynnika w jednym stopniu może być uważana w porównaniu z przemianą całkowitą, na skutek przepływu przez wszystkie stopnie, jako nieskończenie mała, matematycznie to wyrażając jako różniczka przemiany całkowitej. W końcowej fazie przepływu stan czynnika wyrazi się całą nieskończonością wielu, nieskończenie małych przemian, a nie sumą skończenia małych przemian.

W tym przypadku, co w dalszym ciągu zostanie wykazane, charakterystyka sprężarki wielostopniowej zależna jest od pochylenia charakterystyki stopnia pojedynczego oraz od sprężu, a niezależna od ilości rozpatrywanych stopni. Za pomocą tej metody można przy zadanym sprężu i znanej charakterystyce stopnia pojedynczego zorientować się odnośnie osiągnięć sprężarki, przy zmiennych warunkach pracy, bez wchodzenia w szczegóły odnośnie podziału stopni i prędkości obrotowych wirnika. W celu zobrazowania metody obliczeniowej przerobiono przykład dla sprężarki wielostopniowej o sprężu $\frac{p_2}{p_1} = 4$, oraz o podanej charakterystyce stopnia pojedynczego. Pod koniec ar-

tykułu wyprowadzono związek między pochyleniem charakterystyki stopnia pojedynczego a pochyleniem charakterystyki sprężarki wielostopniowej w zależności od sprężu.

Wyznaczanie charakterystyki sprężarki wielostopniowej jednorodnej.

Poniższe wyprowadzenie będzie się odnosić do sprężarki, której stopnie są wszystkie jednorodne, przy czym układ jednorodny stopni jest to taki układ, w którym przyrost ciepła jest we wszystkich stopniach jednakowy. Z założenia tego wynika, że przy nominalnych warunkach pracy trójkąty prędkości są jednakowe we wszystkich stopniach oraz, że przy odbiegających od punktu nominalnego warunkach pracy różnice w trójkątach



Rys. 2 — Charakterystyka stopnia

odpowiednich stopni są pomijalne, tak że prędkość absolutna wlotowa stopnia jest równa prędkości absolutnej wylotowej stopnia (rys. 1). W przypadku gdy mamy zmierzoną charakterystykę stopnia w układzie: Ψ , ϕ możemy w zależności od wydatku znaleźć przyrost ciśnienia.

Rys. 2 przedstawia przebieg pewnej zmierzonej charakterystyki, przy czym wielkości bezwymiarowe, jak Ψ , ϕ oznaczają:

$$\phi = \frac{c_m}{u} \text{ — wskaźnik wydatku}$$

$$\Psi = \frac{\Delta p}{\frac{\rho}{2} u^2} \text{ — wskaźnik sprężu}$$

gdzie:

c_m — prędkość osiowa (m/s)
 u — prędkość obwodowa wirnika (m/s)

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \text{ — gęstość czynnika przepływającego } \left(\frac{\text{kg s}^2}{\text{m}^4} \right)$$

$$\Delta p \text{ — przyrost ciśnienia w stopniu } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

Gdy oznaczymy odpowiednie wartości w punkcie nominalnym przez Ψ_0 , ϕ_0 , to wskaźnik sprężu dla odpowiedniej wartości ϕ da się wyrazić:

$$\psi = \psi_0 F \left(\frac{\phi}{\phi_0} \right) \quad [1]$$

Przy czym funkcja $F\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right) = 1$ dla $\varphi = \varphi_0$

Przyrost ciśnienia w stopniu da się ująć równaniem:

$$\Delta p = \psi_0 \frac{\rho}{2} u^2 F\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right) \quad [2]$$

Określając następnie ilość stopni, którą przebył czynnik przez x , otrzymamy przyrost ciśnienia na stopniu według równania:

$$\frac{\Delta p}{\Delta x} = \psi_0 \frac{\rho}{2} u^2 \cdot F\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right) \quad [3]$$

Przechodząc następnie do granicy, otrzymamy:

$$\frac{dp}{dx} = \psi_0 \frac{\rho}{2} \cdot u^2 \cdot F\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right) \quad [4]$$

Na podstawie tego równania należy wyznaczyć spręż $\left[\frac{p_2}{p_{10}}\right]$

w zależności od wydatku $G \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}}\right]$, gdzie p_{10} = stan początkowy w punkcie nominalnym. Zagadnienie to da się rozwiązać, jeśli pominiemy zmiany sprawności w pewnym obszarze pracy i przejmemy przemianę stanu według politropy, zgodnie z równaniem:

$$p \cdot v^n = \text{const.}$$

Wprowadzając indeks n dla wielkości: p , v , G , c_m , u występujących w punkcie nominalnym, oraz nowe oznaczenia: ξ , χ , ζ , przy czym:

$$\xi = \frac{G}{G_0}, \quad \chi(x) = \frac{p}{p_0}; \quad \zeta = \frac{u}{u_0} \quad [5]$$

otrzymamy

$$\frac{c_m}{c_{m0}} = \frac{G v_0}{G_0 v_0} = \frac{G}{G_0} \left(\frac{p_0}{p}\right)^{1/n} = \frac{\xi}{\chi^n} \quad [6]$$

oraz

$$p = p_0 \frac{v_0}{v} = p_0 \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{n}} = p_0 \chi^{\frac{1}{n}} \quad [7]$$

Ponieważ, jak wynika z równania [5] $p = p_0 \chi(x)$, przy czym p_0 jak również χ są zależne od liczby porządkowej stopnia x , to różniczkując jedną i drugą stronę względem dx , otrzymamy:

$$\frac{dp}{dx} = \frac{dp_0}{dx} \cdot \chi + p_0 \frac{d\chi}{dx} \quad [8]$$

jak wynika z równań [4], [6] i [7]:

$$\frac{dp}{dx} = \frac{\psi_0}{2} \rho_0 \chi^{\frac{1}{n}} \cdot u_0^2 \cdot \zeta^2 \cdot F\left(\frac{\xi}{\chi^{\frac{1}{n}} \cdot \zeta}\right)$$

a stąd na podstawie równania [5] dla punktu nominalnego otrzymamy:

$$\xi = \chi = \zeta = 1 \text{ oraz } F\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right) = F(1) = 1$$

i z kolei:

$$\frac{dp_0}{dx} = \frac{\psi_0}{2} \rho_0 \cdot u_0^2 \quad [9]$$

Obierając za zmienną niezależną p_0 zamiast x oraz eliminując za pomocą równania [9] różniczkę dx , po niewielkiej przeróbce matematycznej otrzymamy:

$$\frac{1}{\chi^{\frac{1}{n}} \zeta^2} \cdot F\left(\frac{\xi}{\chi^{\frac{1}{n}} \zeta}\right) = \frac{dp_0}{p_0} \quad [10]$$

ξ i ζ oznaczają parametry, określające wydatek oraz obroty i są niezależne od rozpatrywanego stopnia. Natomiast p_0 zmienia się od p_{10} = stan początkowy do p_{20} = stan końcowy przepływającego czynnika w punkcie nominalnym. Parametr χ zmienia się w granicach od 1 (ponieważ ciśnienie początkowe jest stałe to $p_1 = p_{10}$) aż do wartości χ_2 ; wartość ta jest początkowo nieznana, przy czym: $p_2 = p_{20} \cdot \chi_2$. Określając spręż w punkcie nominalnym przez $m = \frac{p_{20}}{p_{10}}$, otrzymamy po scałkowaniu prawej strony równania [10]:

$$\int_{p_{10}}^{p_{20}} \frac{dp_0}{p_0} = \ln\left(\frac{p_{20}}{p_{10}}\right) = \ln(m), \text{ a stąd}$$

$$\int_{\chi=1}^{\chi_2} \frac{d\chi}{\chi^{\frac{1}{n}} \zeta^2 \cdot F\left(\frac{\xi}{\chi^{\frac{1}{n}} \zeta}\right)} = \ln(m) \quad [11]$$

Całka przedstawiona równaniem [11] da się obliczyć w przypadku, gdy posiadamy określoną charakterystykę stopnia pojedynczego, to znaczy, gdy znana jest funkcja $F\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)$, oraz gdy dana jest wartość sprężu „ m ”, a stąd znajdziemy górną granicę χ_2 .

Ze względu na różnorodność funkcji $F\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)$ najłatwiej całkowanie przeprowadzić graficznie, względnie tabelarycznie i w tym przypadku obierając za oś rzędnych: $y = \frac{1}{\chi^{\frac{1}{n}} \zeta^2 \cdot F\left(\frac{\xi}{\chi^{\frac{1}{n}} \zeta}\right)} - \chi$

oraz za oś odciętych χ — znajdziemy z łatwością tę wartość odciętej χ_2 , dla której powierzchnia zawarta między krzywą y a odcietą będzie się równać: $\ln(m)$.

Przykłady:

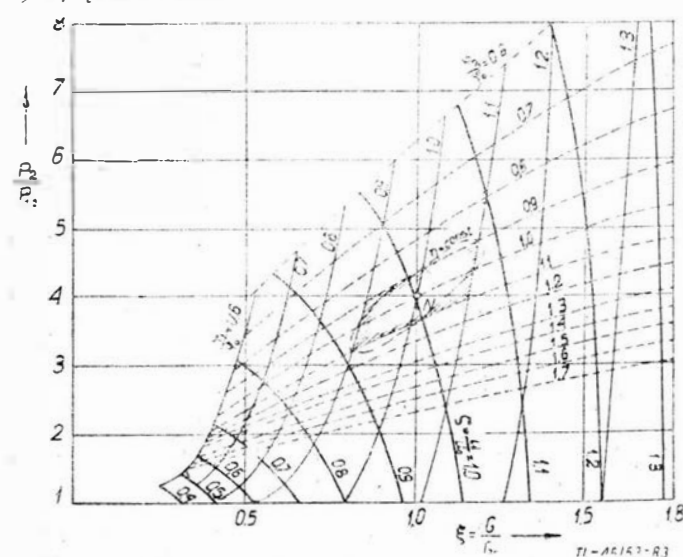
W celu pokazania toku obliczeń przerobiono przykład. W danym przypadku charakterystyka stopnia pojedynczego da się wyrazić równaniem paraboli o postaci:

$$F\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right) = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)^2 \quad [12]$$

jak to pokazano na rys. 2.

Parabola ta pokrywa się z dużą dokładnością z charakterystyką w obszarze prawidłowej pracy stopnia, to znaczy w obszarze, gdzie nie zachodzi oderwanie strug od profilu, przy czym $\frac{\varphi}{\varphi_0} > 0,6$, dla dolnej granicy. Dla górnej granicy $\frac{\varphi}{\varphi_0} = \sqrt{3}$, i dla tej wartości nie zachodzi przyrost ciśnienia. Obliczenia przeprowadzono w przypadku sprężania izotermicznego i adiabatycznego, przy czym spręż wynosił $m = 4$;

a) Sprężanie izotermiczne; $n = 1$.



Rys. 3 — Charakterystyka sprężarki jednorodnej wielostopniowej o wykładniku $n = 1$

Na podstawie równania [12] otrzymamy:

$$F\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right) = F\left(\frac{\xi}{\chi^{\frac{1}{n}} \zeta}\right) = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \frac{\xi^2}{\chi^{\frac{1}{n}} \zeta^2}$$

Z zależności ujętych równaniem [11] otrzymamy

$$\int_{\chi=1}^{\chi_2} \frac{d\chi}{\frac{3}{2} \chi \zeta^2 - \frac{1}{2} \frac{\xi^2}{\chi} - \chi} = \int_{\chi=1}^{\chi_2} \frac{2\chi \cdot d\chi}{(3\zeta^2 - 2)\chi^2 - \xi^2} = \ln(m);$$

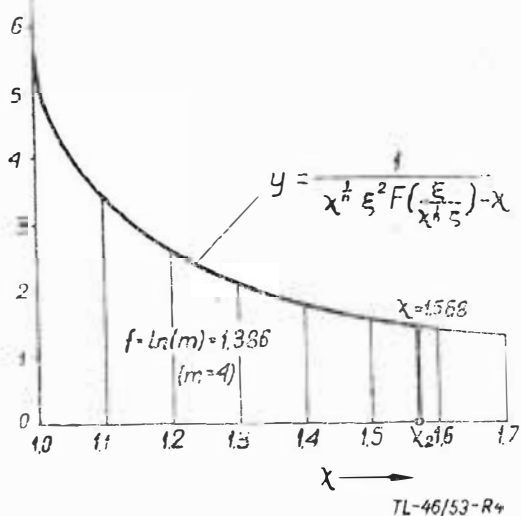
Po dalszych przekształceniach napiszemy:

$$\chi_2 = \sqrt{\frac{m^3 \xi^2 - 2}{3 \xi^2 - 2} - \frac{m^3 \xi^2 - 2}{3 \xi^2 - 2} - 1} \cdot \xi^2$$

względnie wyrażając to w zależności od sprężu w dowolnym punkcie

$$\frac{p_2}{p_{10}} = \frac{p_{20}}{p_{10}} \chi_2 = m \sqrt{\frac{m^3 \xi^2 - 2}{3 \xi^2 - 2} - \frac{m^3 \xi^2 - 2}{3 \xi^2 - 2} - 1} \cdot \xi^2 \quad [13]$$

Równanie [13] przedstawia nam charakterystykę sprężarki wielostopniowej. Parametry ξ , ζ określają odpowiednio wydatek w stosunku do wydatku w punkcie nominalnym, względnie obro-



Rys. 4

ty w stosunku do obrotów nominalnych. Rys. 3 przedstawia charakterystykę obliczoną według równania [13] dla różnych obrotów. Na charakterystykę naniesiono szereg krzywych, powstałych z połączenia punktów, określonych równaniem:

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{\xi}{\zeta} = \text{const.}$$

$$\text{oraz } \frac{p_2}{p_0} = \frac{\xi}{\zeta \cdot \chi_2} = \text{const.}$$

Za pomocą tych krzywych mogą być ograniczone obszary, wewnątrz których iloraz $\frac{p}{p_0}$ nie przekracza określonej wartości w żadnym ze stopni; i tak na przykład w obszarze zakreskowanym na rys. 3 wartość ta zawarta jest w granicach $0,9 \leq \frac{p}{p_0} \leq 1,1$.

Po przekroczeniu wartości $\frac{p}{p_0} \leq 0,6$, w którymś ze stopni zachodzi oderwanie strug na profilu.

Z rys. 3 widać, że przy zwiększonych obrotach oderwanie zagraża ostatnim stopniom, przy zmniejszonych zaś — początkowym. W przypadku przekroczenia wartości $\frac{p}{p_0} = \sqrt{3}$ stopnie

sprężarki zaczynają pracować jak stopnie turbiny. Ten stan rzeczy można zaobserwować w ostatnich stopniach sprężarki, przy nieodpowiednim p_2 . Ponieważ zmiana sprawności jest uzależniona w dużej mierze od ilorazu $\frac{p}{p_0}$, można z dobrym przy-

bliżeniem nanieść krzywą stałych sprawności $\sqrt{\eta} = \text{const}$ dla określonego obszaru pracy sprężarki, jak to pokazano na rys. 3.

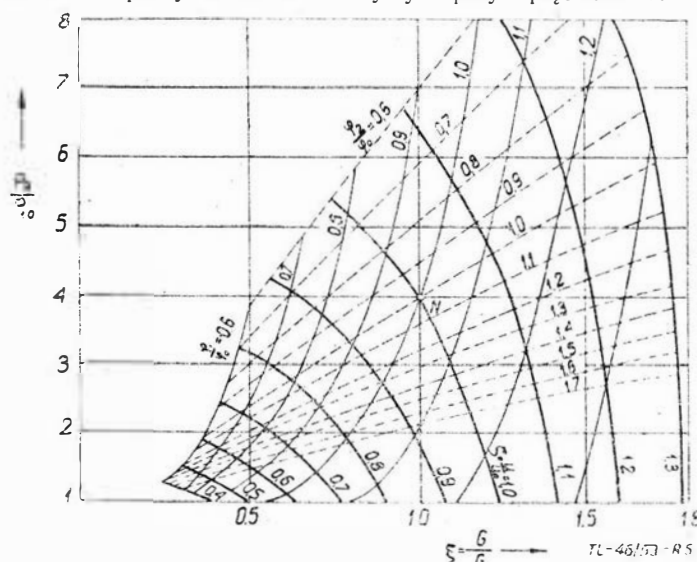
b) Sprężanie adiabatyczne $n = 1,4$.

W tym przypadku na podstawie równania [11] otrzymamy:

$$\int_{\chi=1}^{\chi_2} \frac{d\chi}{\frac{3}{2} \xi^2 \chi^{\frac{1}{n}} - \frac{1}{2} \xi^2 \chi^{\frac{1}{n-1}} - \chi} = \ln(m) = \ln 4; \quad [14]$$

Powyższą całkę można rozwiązać graficznie, jak to pokazane jest na rys. 4; χ_2 jest tą odcietą, przy której pole zawarte między krzywą a współrzędną χ jest równe $\ln(m)$. W naszym przypadku $\ln 4 = 1,386$. W ten sposób znajdujemy poszczególne punkty charakterystyki dla różnych parametrów ξ i ζ . Charakterystykę

otrzymaną w ten sposób przedstawiono na rys. 5. Jak widać bezpośrednio z rys. 3 i rys. 5, pochylenie charakterystyki w przypadku sprężania adiabatycznego jest bardziej płaskie w porównaniu z pochyleniem charakterystyki przy sprężaniu izoter-

Rys. 5 — Charakterystyka sprężarki jednostopniowej o wykładniku $n = 1,4$

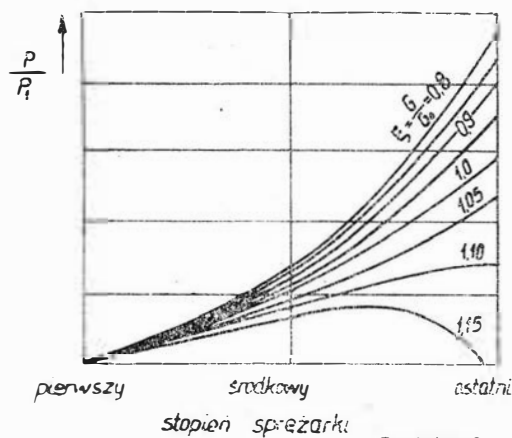
micznym. Poza tym da się zauważyć, że obszar, w którym iloraz $\frac{p}{p_0}$ nie powinien przekraczać pewnej określonej wartości jest mniejszy w przypadku sprężania izotermicznego.

Przebieg ciśnienia w poszczególnych stopniach sprężarki

W celu wyznaczenia przebiegu ciśnienia na poszczególnych stopniach sprężarki posłużymy się równaniem [7]. Zakładając sprężanie politropowe, otrzymamy:

$$p_0 = p_{10} \left(\frac{p_1}{p_{10}} \right)^{\frac{1}{n}} \text{ a stąd } \frac{dp_0}{dx} = \frac{\psi_0}{2} \frac{u_0^2}{p_{10}^{1/n}} \cdot p_0^{1/n}$$

Po wykonaniu całkowania w granicach od $x = 0$, do pewnej do-

Rys. 6 — Przebieg ciśnienia wzdłuż osi sprężarki dla różnych parametrów $\frac{G}{G_0} = \xi$

wolnej wartości x , przyjmując, że wszystkie stopnie posiadają tę samą prędkość obwodową u_0 napiszemy:

$$\frac{n-1}{n} \psi_0 \frac{p_{10}}{2} u_0^2 x = p_{10} \left[\left(\frac{p_0}{p_{10}} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

Oznaczając przez „ z ” całkowitą ilość stopni w sprężarce, możemy wyeliminować x , opierając się na zależnościach $x = z$, gdy $p_0 = p_{20}$, a stąd:

$$z = \frac{\left(\frac{p_0}{p_{10}} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1}{\left(\frac{p_{20}}{p_{10}} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1} \quad [15]$$

dla izotermii $n = 1$ otrzymamy podobnie:

$$x = z \frac{\ln \left(\frac{p_0}{p_{10}} \right)}{\ln \left(\frac{p_{20}}{p_{10}} \right)} \quad [16]$$

Spręż w dowolnym miejscu określonym liczbą porządkową stopnia znajdziemy, gdy za granicę całkowania w równaniu [11] podstawimy pewną pośrednią wartość χ , spełniającą warunek $\chi < \chi_2$, przy czym prawa strona równania wyniesie:

$$\ln \left(\frac{p_0}{p_{10}} \right) \text{ zamiast } \ln \left(\frac{p_{20}}{p_{10}} \right)$$

Niech całka tego równania wynosi J , to po prostym przekształ-

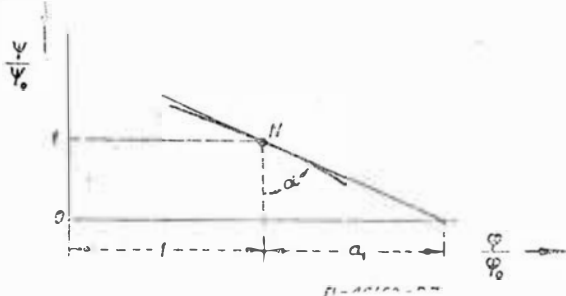
ceniu otrzymamy: $\frac{p_0}{p_{10}} = e^J$

a stąd na podstawie równań [15] i [16] znajdziemy χ , przy czym spręż w tym miejscu wyniesie:

$$\frac{p}{p_{10}} = \chi \frac{p_0}{p_{10}} = \chi \cdot e^J \quad [17]$$

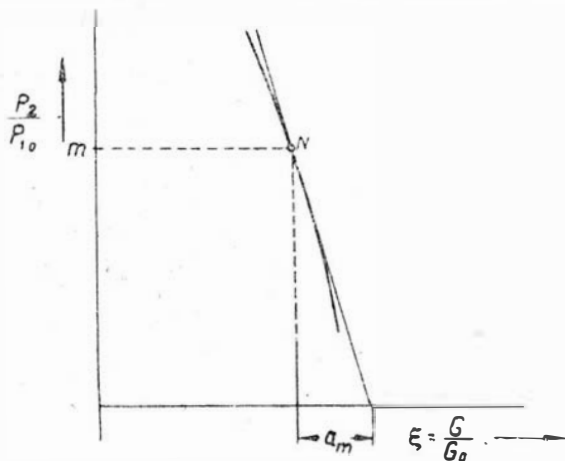
Obliczenia wykonano w przypadku sprężania izotermicznego i przedstawiono na wykresie rys. 6.

Wyznaczanie pochylenia charakterystyki sprężarki wielostopniowej w zależności od pochylenia charakterystyki stopnia pojedynczego.



Rys. 7 — Pochylenie charakterystyki pojedynczego stopnia sprężarki

W wielu zagadnieniach jak np. regulacji wystarcza znajomość przebiegu charakterystyki w małym obszarze zmian warunków pracy sprężarki. W tym przypadku można równanie charaktery-



TL-46/53-R8

Rys. 8 — Pochylenie charakterystyki sprężarki wielostopniowej

styki zastąpić równaniem prostej stycznej w punkcie nominalnym. Równanie charakterystyki stopnia pojedynczego przybierze postać:

$$F \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right) = 1 + \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_1} \cdot \frac{\varphi}{\varphi_0} \quad [18]$$

gdzie wielkość a oznacza $\tan \alpha$ według rys. 7, a stąd na podstawie równania [11] napiszemy:

$$\int_{\chi=1}^{\chi_2} \frac{1}{\chi^n \xi^2} \left(1 + \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_1} \frac{\xi}{\chi^n \cdot \xi} \right) d\chi = \ln(m) \quad [19]$$

Ograniczając się do rozpatrywania małych zmian w bezpośrednim otoczeniu punktu nominalnego, możemy przyjąć, że:

$\chi = 1 + \epsilon$, a następnie rozwinąć w szereg potęgowy i pominąć wyrazy malejące wyższych rzędów. Na tej podstawie napiszemy:

$$\int_{\epsilon=0}^{\epsilon_2} \frac{1-\xi}{a_1} + \left[\frac{1+a_1}{n a_1} - 1 \right] \epsilon$$

Po scałkowaniu otrzymamy:

$$\epsilon_2 = \frac{1-\xi}{a_1 \left[\frac{1+a_1}{n a_1} - 1 \right]} \cdot \left\{ \frac{1+a_1}{m n a_1} - 1 - 1 \right\}$$

a następnie wyznaczmy pochylenie charakterystyki sprężarki wielostopniowej z równania:

$$\frac{d(p_{20}/\chi_2)}{d\xi} \approx p_{20} \frac{d\epsilon_2}{d\xi} = \frac{-p_{20}}{a_1 \left[\frac{1+a_1}{n a_1} - 1 \right]} \cdot \left\{ \frac{1+a_1}{m n a_1} - 1 - 1 \right\}$$

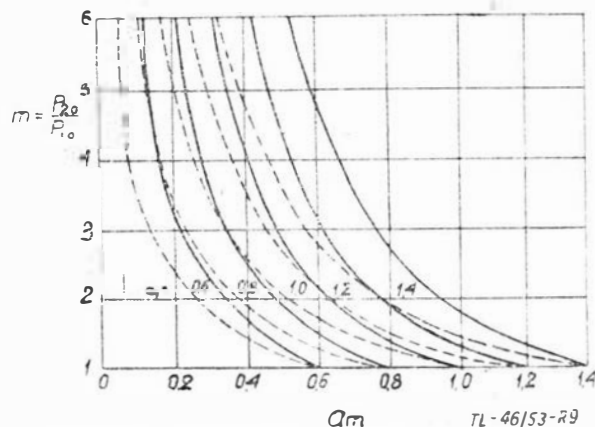
stąd zaś łatwo możemy wyznaczyć odcinek a_m (rys. 8), będący miarą pochylenia charakterystyki sprężarki wielostopniowej.

$$a_m = - \frac{p_{20}(m-1)}{m \frac{dp_2}{d\xi}} = a_1 \frac{(m-1) \left[\frac{1+a_1}{n a_1} - 1 \right]}{m \left[\frac{1+a_1}{m a_1 n} - 1 \right]} \quad [20]$$

W przypadku sprężania izotermicznego równanie [20] upraszcza się do postaci:

$$a_m = \frac{m-1}{m \left[\frac{1}{m a_1} - 1 \right]} \quad [21]$$

Na rys. 9 naniesiono a_m w zależności od sprężu, oraz od pochylenia charakterystyki stopnia pojedynczego, ujętego parametrem a_1 . Ogólnie da się zauważyć, że w przypadku małego obciążenia



Rys. 9 — Pochylenie charakterystyki sprężarki wielostopniowej w zależności od sprężu i od pochylenia stopnia pojedynczego

aerodynamicznego łopatek, związanego z małym współczynnikiem siły nośnej charakterystyka stopnia pojedynczego jest bardziej stroma (małe a_1) i odwrotnie, przy dużym obciążeniu charakterystyka jest bardziej płaska.

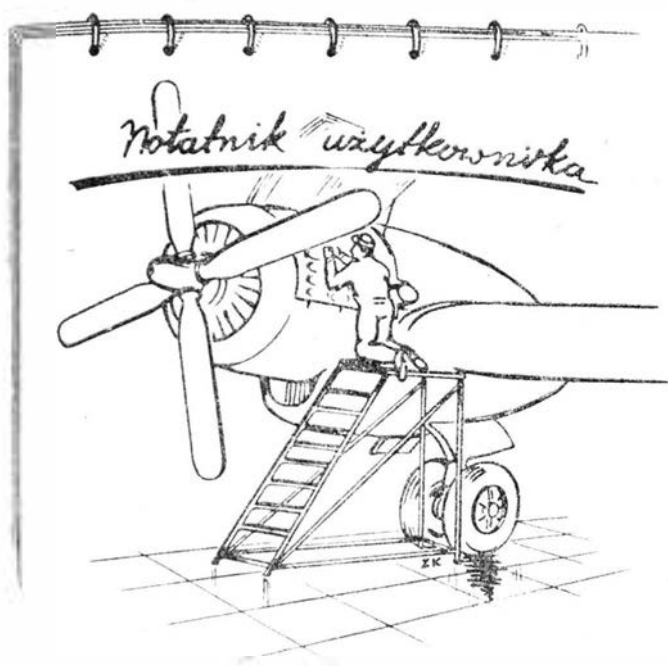
Zakończenie

Powyższa metoda pozwala określić wpływ sprężu i pochylenia charakterystyki stopnia pojedynczego na pochylenie i przebieg charakterystyki sprężarki wielostopniowej, złożonej ze stopni jednorodnych. Założenie, że wszystkie stopnie są jednorodne, należy traktować jako pierwsze przybliżenie. Jak wiadomo, bez względu na układ stopni jednorodny czy niejednorodny, w sprężarkach wielostopniowych istnieje wzajemny wpływ stopni, przy czym wpływ ten jest uzależniony od liczby porządkowej rozpatrywanego stopnia i uwidacznia się w pochyleniu charakterystyki. Ostatnio coraz częściej stosowane są sprężarki niejednorodne, charakteryzujące się niejednakowym przyrostem entalpii i przebiegiem pochylenia charakterystyki poszczególnych stopni. W tym kierunku idą najnowsze badania i dociekania teoretyczne.

Artykuł wpłynął dnia 15 maja 1953 r.

LITERATURA

1. J. I. Szniee — Teoria Gazowych Turbin — Maszgin. 1950.
2. F. Salzmann — „Über die Druck — Volumen — Kennlinie der vielstufigen Axialgebläsen“, Schw. Bau Z. Zürich. 1943.



Uwagi o pracach ratowniczych i transportowych uszkodzonych samolotów

Bieżący „Notatnik użytkownika” przynosi drugi wyjątek z instrukcji dotyczącej samolotu Me 109E. Wyjątek ten może również zainteresowanym Czytelnikom przynieść wiele pożytku w ich pracy zawodowej. Materiał ten traktujemy jedynie jako wzięty z życia przykład, ale nie jako dokładne wskazówki przy pracach ratowniczych i transportowych uszkodzonych samolotów.

Tłumaczył z niemieckiego mgr inż. Stanisław Madeyski.

śla odpowiedzialny kierownik prac ratowniczych, o ile wymiary te nie są podane w treści zamieszczonej poniżej.

Liny stalowe, łańcuchy i podnośniki należy umieszczać w takich miejscach dla podnoszenia lub podpierania uszkodzonego samolotu, aby mogły one unieść ciężar odpowiedniego elementu lub razem zwisających elementów. Należy zwracać uwagę, aby miejsca te ochraniać przed uszkodzeniem przez obwiniecie szmatami lub włożenie wkładek z desek.

A. WSTĘP

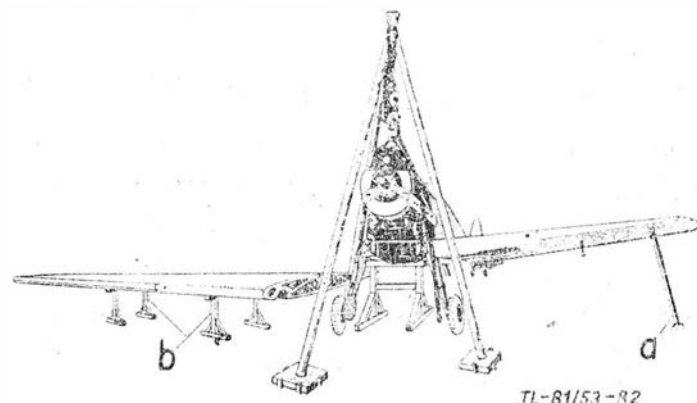
Uwagi zamieszczone poniżej należy traktować jedynie jako ogólne wytyczne, ponieważ często zachodzą znaczne różnice ze względu na istniejące warunki naziemne, dysponowane narzędzia, przyrządy i personel oraz rodzaj uszkodzenia i położenie miejsca wypadku samolotu. Dlatego też nie jest możliwe podanie wyczerpujących przepisów, obowiązujących powszechnie. Odpowiedzialny kierownik prac ratowniczych musi więc od przypadku do przypadku rozstrzygać, czy i w jakim stopniu może się opierać na wskazanych poniżej uwagach oraz musi on odpowiednio dostosować do istniejących warunków tok postępowania prac.

B. PRACE RATOWNICZE

1. Przygotowanie do prac ratowniczych

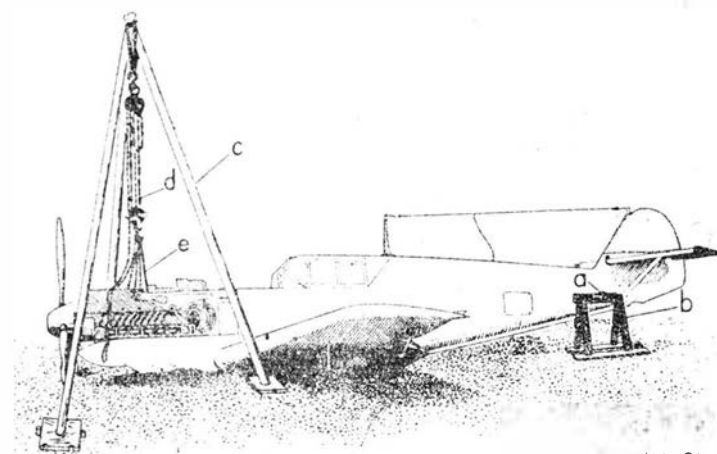
Poniżej podano szereg wskazówek, których trzeba przestrzegać przy wszelkich pracach ratowniczych.

Podczas prac ratowniczych należy pracować ostrożnie i bez użycia siły; należy starać się, aby powodować możliwie mało uszkodzeń i niczego nie niszczyć.



Rys. 2 — Samolot umieszczony na wciągniku wielokrażkowym, prawe skrzydło ustawione na stojakach; a — kloce, b — stojaki.

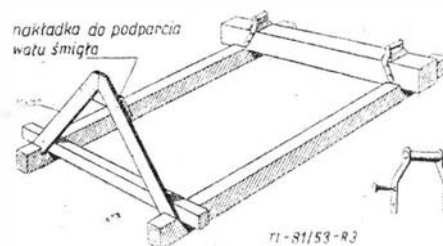
Zespół ratowniczy powinien zabrać na miejsce wypadku normalny sprzęt pomocniczy do transportu kadłuba, skrzydeł i usterzeń, o ile jednostka wysyłająca zespół posiada taki sprzęt. W przypadku lądowania przymusowego ze schowanym podwoziem (lądowanie na brzuchu) należy zabrać ze sobą na miejsce



Rys. 1 — Podnoszenie kadłuba; a — rura do podnoszenia, b — koziół, c — koziół trójnożny do wciągnika wielokrażkowego, d — wciągnik wielokrażkowy, e — liny

Największa ostrożność jest podstawowym warunkiem przy pracach ratowniczych. Nie wolno pracować przy częściach samolotu, zawieszonych na wciągniku wielokrażkowym lub podnośniku (lewarze), zanim nie zostaną one podparte kłocami lub kozłami.

Podnośniki i kozły trójnożne należy ustawiać na mocnych podkładach, aby przy dużym obciążeniu nie przesunęły się lub nie wcisnęły w miękki grunt. Wielkość kozłów i podkładów okre-



Rys. 3 — Kozioł kadłubowy.

wypadku oprócz przyrządów i narzędzi pomocniczych, wchodzących do normalnego wyposażenia obsługowego, także następujące przyrządy:

Do podniesienia samolotu:

1 koziół trójnożny do wciągnika wielokrażkowego (przynajmniej 5 m).

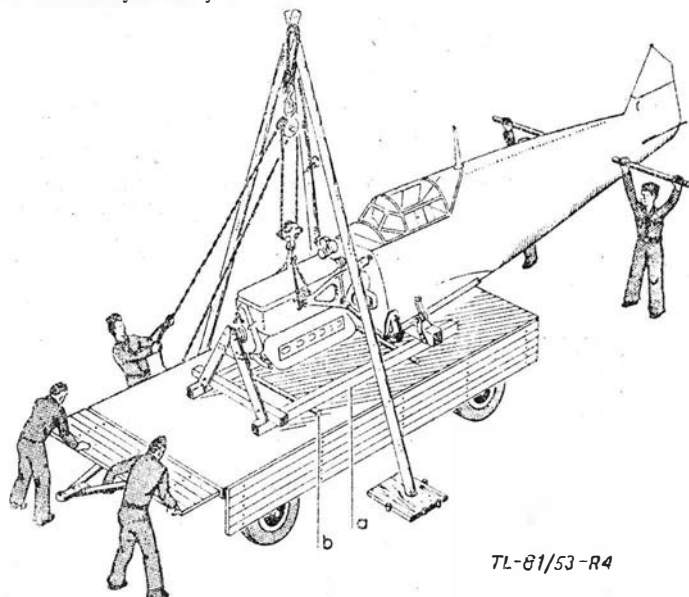
1 wciągnik wielokrażkowy (udźwig co najmniej 2000 kG), dość grube deski i kłoc drewniane, liny, łańcuchy, worki, materiał do pakowania i kilka naczyń z zamknięciami.

Do transportu:

- 2 kozły kadłubowe,
- 2 obejmy skrzydłowe,
- 3 obejmy usterzeń,
- 1 duża skrzynia.

W przypadku lądowania przymusowego z wypuszczonym i nieuszkodzonym podwoziem nie jest potrzebny koziół trójnożny z wciągnikiem wielokrażkowym, również i kozły kadłubowe nie są wtedy potrzebne do transportu. Natomiast potrzeba wtedy

zabrać oprawę podwozia ogonowego do zamocowania koła ogonowego. Obejmy skrzydłowe są niezbędnie potrzebne, natomiast usterzenia dają się opakować workami i welną drzewną w braku właściwych obejm.



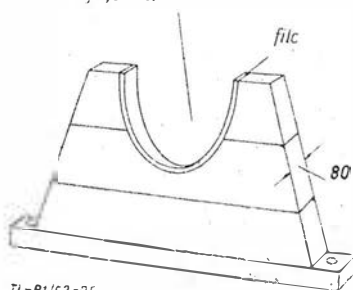
Rys. 4 — Opuszczanie samolotu na przyczepkę samochodową; a — koźioł kadłubowy, b — wałki.

W przypadku posiadania przez zespół ratowniczy specjalnego wozu do przewozu skrzydeł i usterzeń samolotu nie są potrzebne obejmy skrzydłowe oraz usterzeniowe.

2. Podnoszenie samolotu

Jeżeli samolot leży „na brzuchu”, to należy przez znajdujący się w ogonie kadłuba otwór, przesunąć rurę do podnoszenia 1a o wymiarach $\varnothing 30/24$ i długości 1000 mm. Po uniesieniu ogona

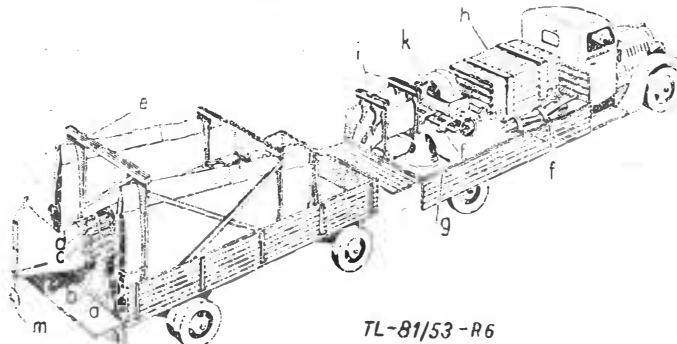
wyciąga dopasować do kadłuba



Rys. 5 — Koźioł ogonowy

kadłuba należy rurę wesprzeć na dwóch koźiołach 1b, ustawionych z lewej i prawej strony kadłuba. Następnie należy zdjąć obydwie górne blachy osłaniające silnik i ustawić nad silnikiem koźioł trójnożny 1c z wciągnikiem wielokrążkowym 1d. Wokoło belek łoża silnikowego należy przewlec linki, które zaczepia się o hak wielokrążka.

Wówczas można za pomocą delikatnego podciągania wielokrążka unieść samolot na tyle nad ziemię, aby w przypadku nadającego się do użycia podwozia głównego móc ustawić go na

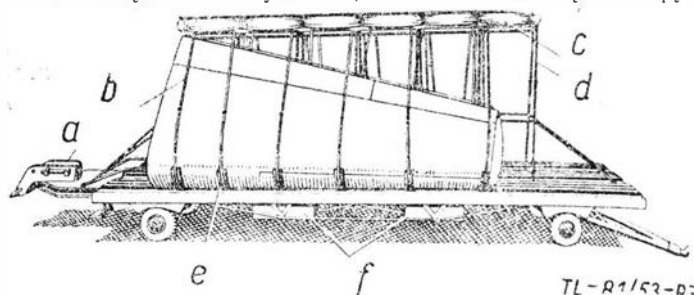


Rys. 6 — Części samolotu załadowane na samochód ciężarowy; a — koźioł ogonowy, b — taśma, c — kawałki desek, d — worki, e — obejmy skrzydłowe, f — taśmy, g — liny, h — skrzynie z drobnymi elementami, i — obejmy usterzeń, k — skrzynka z kołami, m — sygnał ostrzegawczy.

kołach. Jeżeli podwozie jest uszkodzone, należy samolot starannie podeprzeć na koźiołach, pozostawiając go w zawieszeniu na wciągniku wielokrążkowym podczas wszystkich czynności demontażu.

3. Zdjęcie skrzydeł

Należy odjąć blachy przykrywające, umieszczone pomiędzy kadłubem i skrzydłami oraz usterzenie wysokości i ster kierunku, przy czym należy przestrzegać odnośne przepisy obsługi. Po odłączeniu wszystkich przewodów oraz drążków napędo-



Rys. 7 — Skrzydła załadowane na specjalnym wozie transportowym; a — podstawa do podwozia ogonowego, b — taśmy nośne, c — plandeka, d — rusztowanie, e — wkładki filcowe, f — skrzynie na narzędzia.

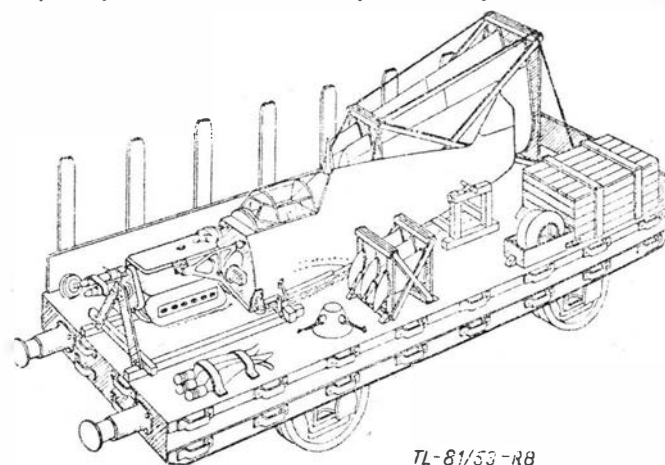
wych w szparze pomiędzy kadłubem i skrzydłami, obydwa skrzydła należy podeprzeć kłocami 2a na okucich do kotwiczenia. Każde skrzydło należy unieść do góry, wykorzystując do tego trzech pracowników i oddzielić od kadłuba przez rozłączenie sworzni mocującego. Skrzydła należy położyć na przygotowanych wcześniej stojakach 2b, albo od razu umieścić na specjalnym wozie do przewozu skrzydeł (rys. 7). Następnie należy zdjąć śmigło. Wszystkie rozłączone sworznie i śruby należy wkręcać w otwory, gdzie się znajdowały poprzednio, drobne zaś elementy bezpośrednio układać do przygotowanej skrzyni.

C. TRANSPORT

Przy transporcie kadłuba istnieją dwie możliwości: 1) kadłub załadować na samochód ciężarowy (o ile podwozie główne, nie nadaje się do jazdy), 2) kadłub ciągnąć za samochodem ciężarowym (o ile podwozie główne nadaje się do jazdy).

1. Załadowanie kadłuba na samochód ciężarowy

Z kadłuba zawieszonego na wciągniku wielokrążkowym należy wybudować uszkodzone podwozie główne i przykręcić do kadłuba koźioł kadłubowy (rys. 3). Koźioł ten należy wykonać z kłoców i belek drewnianych oraz płaskowników stalowych. Jako sworznie do połączenia koźioła kadłubowego na okucich skrzydłowych kadłuba można użyć normalnych sworzni, mocu-



Rys. 8 — Części samolotu załadowane na wagonie kolejowym

jących skrzydła. Połączenie podpory przedniej koźioła z wałem należy zapewnić, o ile jest to możliwe, przy wykorzystaniu istniejących sworzni piasty.

Następnie należy usunąć koźioły pomocnicze, znajdujące się pod kadłubem i ogon kadłuba ostrożnie unieść tak wysoko, aby pod zwisający kadłub dało się wsunąć przyczepkę samochodową z opuszczonymi bokami (rys. 4).

Zanim kadłub opuści się na przyczepkę należy pod koźioł kadłubowy 4a podłożyć wałki 4b, aby było łatwo przesunąć kadłub na odpowiednie miejsce. Wałki trzeba następnie usunąć,

koziół zaś należy zabezpieczyć przed przesuwaniem przez przybicie gwoździami lub przyśrubowanie belek jego podstawy do podłogi przyczepki samochodowej.

Ogon kadłuba trzeba podeprzeć drugim kozłem (rys. 5 i 6), przy czym musi on być dopasowany do kształtu kadłuba na wrędze nr 8. Wokół ogona przekłada się taśmę 6b, której dwa końce mocuje się do tego kozła. Pomiędzy kadłub i taśmę 6b należy położyć worki 6d i deski 6c, aby nie uszkodzić kadłuba. Kozioł ogonowy trzeba również umocować gwoździami lub śrubami do podłogi przyczepki.

Skrzydła należy ułożyć w obejmach skrzydłowych 6e i ustawić je z lewej i prawej strony kadłuba na przyczepce, łącząc ze sobą za pomocą listew.

Wszystkie dalsze części należy umieścić na samochodzie ciężarowym, przede wszystkim zaś skrzynie 6h z elementami drobnymi. Śmigło należy rozłożyć, a poszczególne łopaty oraz piastę zamocować do podłogi samochodu za pomocą lin 6g i taśm 6f. O ile części te nie są uszkodzone muszą być owinięte workami, aby ochronić je przed uszkodzeniem w czasie transportu.

Zdjęte części usterzenia należy również ułożyć w obejmach 6i i przymocować do samochodu ciężarowego.

Amortyzatory podwozia głównego należy również przymocować taśmami do podłogi, koła zaś umieszczone w skrzynce 6k zamocować klinami do podłogi.

Jeżeli koniec kadłuba wystaje poza samochód, należy umieścić na ogonie kadłuba sygnał ostrzegawczy 6m, który w czasie jazdy w ciemnościach należy zastąpić czerwonym światłem (wystarczy latarnia stajenna).

2. Ciągnięcie kadłuba za samochodem ciężarowym

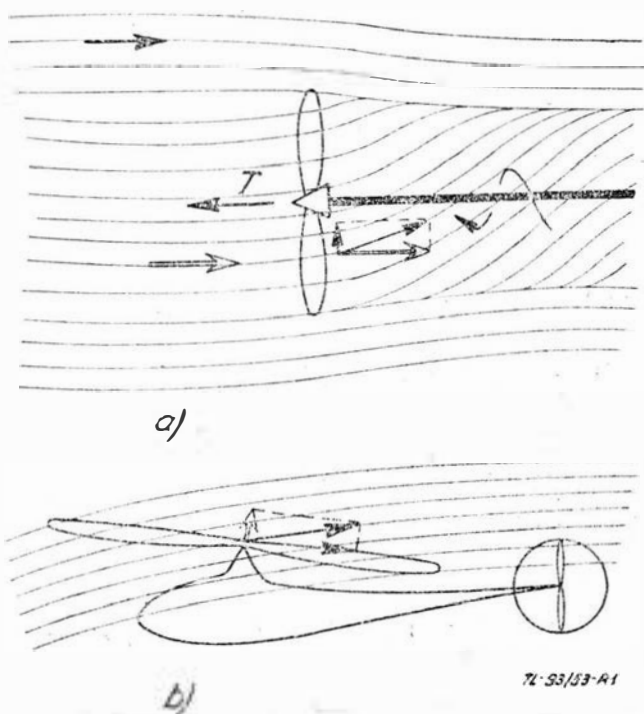
Wskazówki na ten temat zawarte były w artykule pt. „Transport kolejowy samolotu” zamieszczonym w zeszycie nr 6/53 „Techniki Lotniczej”.

INŻ. BRONISŁAW ZURAKOWSKI
Instytut Lotnictwa

Lotnicze słownictwo techniczne

Podstawowe pojęcia z dziedziny śmigłowców

Śmigłowce są tą dziedziną lotnictwa, która dopiero obecnie zaczęła się silnie rozwijać. Bardzo na czasie jest sprawa uporządkowania, usystematyzowania oraz ustalenia prawidłowego słownictwa w tej dziedzinie. Poniżej zamieszczamy szereg pojęć opracowanych w związku z pracami śmigłowcowymi, przeprowadzanymi w Instytucie Lotnictwa.



Rys. 1

3. Transport skrzydeł na specjalnym wozie do transportu skrzydeł

Jeżeli zespół ratowniczy dysponuje specjalnym wozem do transportu skrzydeł odpowiedniej wielkości (rys. 7), to skrzydła i części usterzenia należy umieścić nie na samochodzie ciężarowym, lecz na tym wozie.

Skrzydła oraz usterzenie wykończone i ster kierunku zawieszają się na taśmach przymocowanych do rusztowania i zaciągają się taśmami ochraniając przed uszkodzeniem wkładkami filcowymi, nakrywając następnie plandeką, również przewidzianą w tym wozie.

Wóz transportowy, wykonany jako przyczepka samochodowa, posiada na swym tylnym pomoście podstawę do podwozia ogonowego, tak, że w przypadku nieuszkodzonego podwozia głównego kadłub może być ciągnięty za wozem. Koła toczne samolotu należy dobrze nasmarować. Uważać na zakrętach.

Tak załadowany samolot, o ile lotnisko macierzyste jest zbyt odległe, należy przeladować na wagon kolejowy.

D. PRZELADUNEK NA WAGON KOLEJOWY

Ogólne zasady załadunku sprzętu lotniczego zostały podane w artykule pt. „Transport kolejowy samolotu” zamieszczonym w zeszycie nr 6/53 „Techniki Lotniczej”.

Rysunek 8 przedstawia rozmieszczenie części samolotu na wagonie kolejowym. Jeżeli na placu przeładunkowym nie ma żurawia, to należy przyczepkę samochodową z kadłubem doprowadzić do czoła wagonu kolejowego i przetoczyć na wałkach koziół z kadłubem na wagon kolejowy. Przeładowanie pozostałych części oraz skrzydeł nie sprawia trudności ze względu na stosunkowo nieduży ciężar.

Artykuł wpłynął dnia 9 października 1953 r.

Pierwsza seria, zamieszczona w niniejszym zeszycie, obejmuje pojęcia odnoszące się do różnych stanów przepływu oraz określające rodzaje lotu śmigłowców. Z kolei są omówione rodzaje wirników oraz wielkości geometryczne i mechaniczne, związane z ich pracą. Seria druga, którą zamieścimy w następnym zeszycie, będzie zawierała pojęcia odnoszące się do rodzajów sterowania wirnika oraz nazwy poszczególnych elementów śmigłowca.

Prosimy Czytelników o nadsyłanie uzupełnień, jak również o uwagi na temat już podanego słownictwa, definicji, czy też odpowiedników w językach obcych; cały materiał należy bowiem traktować jako kwalifikujący się do dyskusji.

1. Przepływ osiowy

Znaczenie pojęcia: a) składowa przepływu równoległa do osi obrotu wirnika (rys. 1a), b) składowa przepływu normalna do tarczy wirnika (rys. 1b).

- (ang.) — Axial flow
- (fr.) — Écoulement axial
- (niem.) — axiale Durchflussgeschwindigkeit
- (ros.) — Осевой поток

2. Strumień śmigłowy

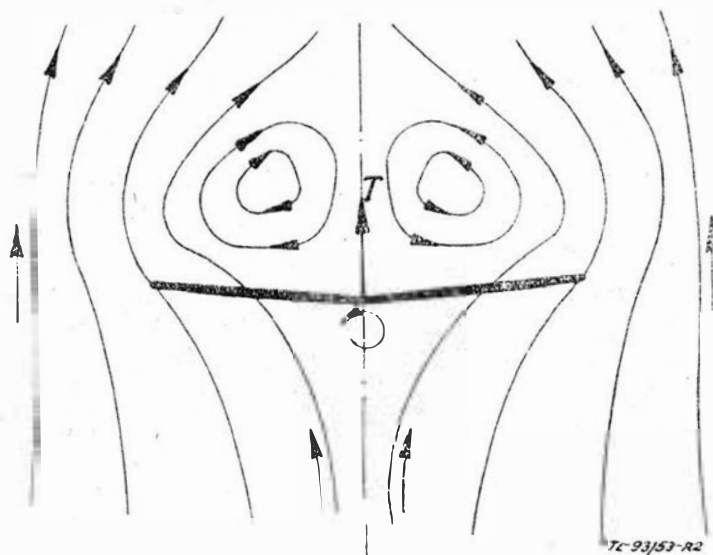
Znaczenie pojęcia: rodzaj przepływu przez tarczę wirnika, który powstaje wtedy, gdyciąg wirnika ma kierunek (zwrot) przeciwny do prędkości osiowej przepływu zarówno przez wirnik jak i na zewnątrz tarczy wirnika (rys. 1a).

- (ang.) — Normal propeller state
- (fr.) — Écoulement en hélice propulsive
- (niem.) — Luftschraubenzustand
- Luftschraubenstrahl
- (ros.) — струя винта пропеллерный режим

3. Strumień wiatrakowy

Stan hamulca wiatrakowego

Znaczenie pojęcia: rodzaj przepływu przez tarczę wirnika, który powstaje wtedy, gdy zarówno ciąg wirnika (T) jak i obie prędkości osiowe przepływu (przez tarczę i na zewnątrz tarczy) mają ten sam kierunek (zwrot) (rys. 2).



Rys. 2

- (ang.) — Windmill-brake state
(fr.) — Écoulement en moulinet
(niem.) — Windmuehlenbremse
(ros.) — Режим ветряной мельницы

4. Strumień wiatrakowy zaburzony

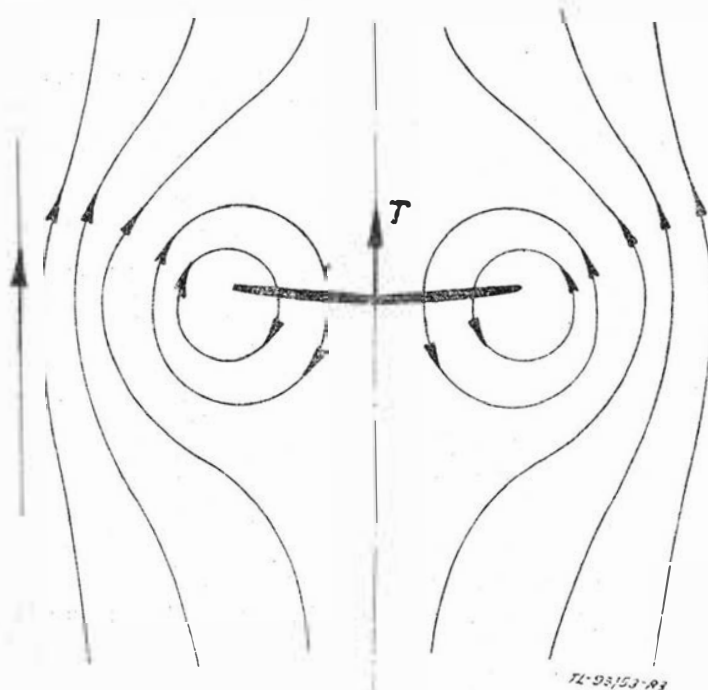
Strumień wiatrakowy turbulencyjny

Znaczenie pojęcia: strumień wiatrakowy nazywamy zaburzonym, jeśli przy przepływie przez łopaty nastąpiło na profilu oderwanie strugi.

- (ang.) — Turbulent windmill state
(fr.) — Écoulement turbulent en moulinet
(niem.) — Turbulenz-Zustand der Windmuehlenbremse
(ros.) — Турбулентный режим ветряной мельницы

5. Pierścień wirowy

Znaczenie pojęcia: rodzaj przepływu przez tarczę wirnika, który powstaje wtedy, gdy prędkość przepływu osiowego przez tarczę ma kierunek (zwrot) przeciwny zarówno do ciągu wir-



Rys. 3

nika (T) jak i do prędkości przepływu na zewnątrz tarczy wirnika (rys. 3).

- (ang.) — Vortex-ring state
(fr.) — Écoulement avec anneau tourbillonnaire
(niem.) — Wirbelringzustand (der Luftschraube)
(ros.) — Режим вихревого кольца

6. Wpływ ziemi

Wyraz gwarowy: „poduszka” przyziemna

Znaczenie pojęcia: oddziaływanie ziemi na wirnik nośny przy

jego zbliżaniu się do ziemi, wyrażające się wzrostem siły nośnej i zmianą momentu oporowego wirnika.

- (ang.) — Ground effect
(fr.) — Effet de sol
(niem.) — Bodeneffekt
(ros.) — Земная подушка

7. Samokręt (wyraz proponowany)

Autorotacja, samoobrót

Znaczenie pojęcia: ustalony obrót wirnika bez napędu, wywołany przepływem powietrza przy odpowiednim nastawieniu łopat.

- (ang.) — Autorotation
(fr.) — Autorotation
(niem.) — Autorotationszustand
(ros.) — Самовращение, авторотация

8. Lot poziomy

Znaczenie pojęcia: lot wiroplata w kierunku ściśle poziomym przy braku prądów pionowych w atmosferze.

- (ang.) — Horizontal flight
(fr.) — Vol horizontal
(niem.) — Horizontalflug
Waagerechtilug
(ros.) — Горизонтальный полёт

9. Lot pionowy

Znaczenie pojęcia: lot wiroplata w kierunku ściśle pionowym przy ciszy otaczającego powietrza lub w kierunku odchylonym od pionu o kąt znoszenia w przypadku istnienia wiatru.

- (ang.) — Vertical flight
(fr.) — Vol vertical
Vol au point fixe
(niem.) — Senkrechflug
Steigen und Sinken am Ort (dawn.)
(ros.) — Вертикальный полёт

10. Lot ukośny

Znaczenie pojęcia: lot wiroplata w kierunku różnym od pionowego i poziomego przy ciszy otaczającego powietrza.

- (ang.) — Climb-forward flight
(fr.) — Vol oblique
Vol incliné
(niem.) — Schraeger Flug
(ros.) — Полёт по наклонной

11. Lot wiszący lub zawis (proponowane)

Wyraz niewłaściwy: lot w miejscu

Znaczenie pojęcia: unoszenie się wiroplata bez przemieszczenia względem otaczającego powietrza.

- (ang.) — Hovering
(fr.) — Vol stationnaire
(niem.) — Schwebeflug
Schweben am Ort (dawn.)
(ros.) — Висение
Парение (dawn.)

12. Lot do przodu

Wyraz niewłaściwy: lot postępowy

Znaczenie pojęcia: poziomy lub ukośny lot wiroplata w kierunku jego przodu.

- (ang.) — Forward flight
(fr.) — Vol de translation
(niem.) — Forwaertsflug
(ros.) — Полёт в перед
Поступательный полёт

13. Wznoszenie pionowe

Znaczenie pojęcia: nabieranie wysokości w locie pionowym

- (ang.) — Vertical ascent
Vertical climb
(fr.) — Mouvement ascensionnel vertical
Ascension verticale
(niem.) — Senkrechter Steigflug
(ros.) — Вертикальный взлёт

14. Opadanie pionowe

Znaczenie pojęcia: trwanie wysokości w locie pionowym.

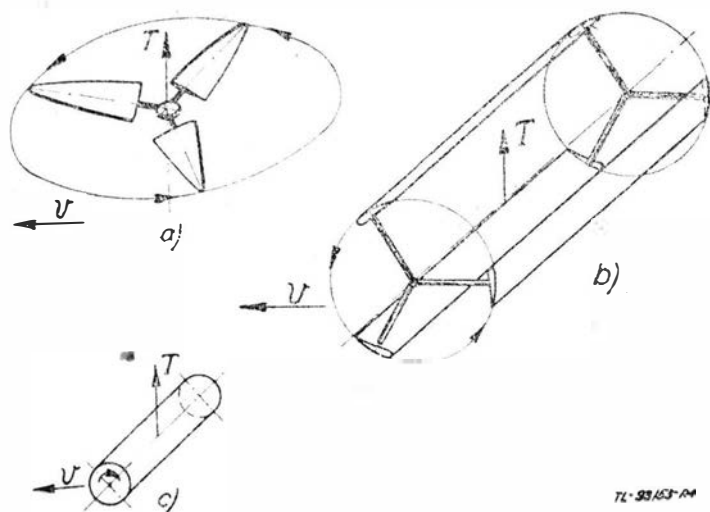
- (ang.) — Vertical descent
(fr.) — Descente verticale
(niem.) — Senkrechter Abstieg
(ros.) — Вертикальный спуск
Пертикальное снижение

15. Wirnik nośny

Wyraz niewłaściwy: rotor

Znaczenie pojęcia: 1) układ łopat wiroplata, obracających się względem ustalonej osi dla otrzymania siły nośnej, rys. 4, a i b, 2) walec obracający się wokół swej osi i poruszający się prostopadle do niej dla uzyskania siły nośnej (rys. 4c).

- (ang.) — Rotor



Rys. 4

- (fr.) — Rotor
Voilure tournante
(niem.) — Rotor
(ros.) — Ротор

16. Wirnik promieniowy

Śmigło nośne

Znaczenie pojęcia: wirnik nośny, którego łopaty rozmieszczone są promieniowo względem pionowej lub prawie pionowej osi obrotu (np. wirnik śmigłowca i wiatrakowca) (rys. 4a).

- (ang.) — Radial rotor
(Helicopter airscrew)
(Lifting windmill)
(fr.) — Rotor à pales radiales
(niem.) — Radialrotor
(Hubschraube)
(Tragschraube)
(ros.) — Несущий винт
(Геликоптерный винт)

17. Wirnik osiowy

Znaczenie pojęcia: wirnik nośny, którego łopaty rozmieszczone wzdłuż tworzących poziomego walca obracają się wokół jego osi, zmieniając okresowo swój kąt nastawienia (np. wirnik cyklogira) (rys. 4b).

- (ang.) — Paddle-wheel rotor
(fr.) — Rotor d'hélicoptère
(niem.) — Flügelrad
(ros.) — Ротор циклогира

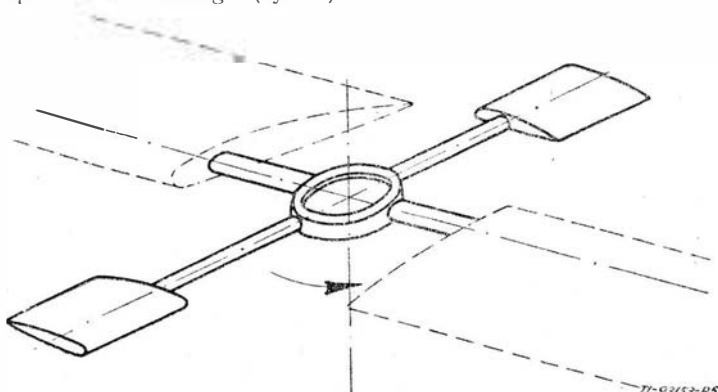
18. Śmigło ogonowe

Znaczenie pojęcia: śmigło przestawialne umieszczone na końcu kadłuba względnie belki ogonowej jednowirnikowego śmigłowca, którego głównym zadaniem jest równoważenie momentu oporowego wirnika nośnego oraz ponadto sterowanie kierunkiem lotu.

- (ang.) — Tail rotor
Anti-torque tail rotor
(fr.) — Hélice de queue
(niem.) — Heckrotor
(ros.) — Хвостовой ротор
Хвостовой винт

19. Wirnik sterujący

Znaczenie pojęcia: zespół specjalnych łopat, sterowanych przez pilota, których wychylenia służą do sterowania okresowego łopat wirnika nośnego (rys. 5).



Rys. 5

- (ang.) — Control rotor
(fr.) — Servo-rotor aérodynamique
(niem.) — Steuerrotor
(ros.) — Серворотор

20. Ciąg wirnika

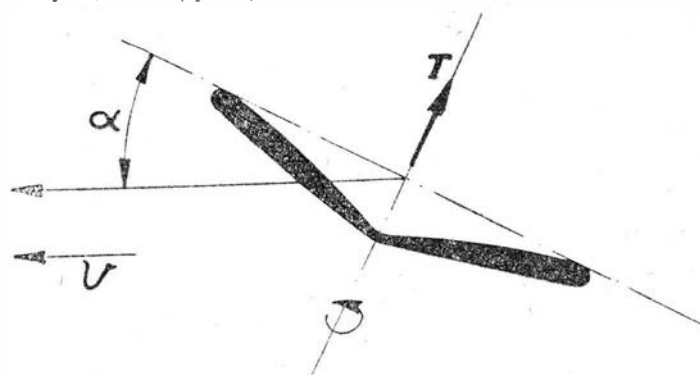
Wyraz niewłaściwy: siła ciągu wirnika

Znaczenie pojęcia: składowa prostopadła do tarczy wirnika całkowitej siły aerodynamicznej, wywieranej na wirnik.

- (ang.) — Rotor thrust
Sustentation
(fr.) — Sustentation du rotor
(niem.) — Rotorschub
(ros.) — Тяга несущего винта

21. Kąt natarcia wirnika α

Znaczenie pojęcia: kąt (α) pomiędzy torem lotu a płaszczyzną tarczy wirnika (rys. 6).



Rys. 6

- (ang.) — Rotor angle of attack
(fr.) — Angle d'attaque du rotor
(niem.) — Anstellwinkel des Rotors
(ros.) — Угол атаки ротора

22. Prędkość obwodowa łopaty

$$U = \omega \cdot R$$

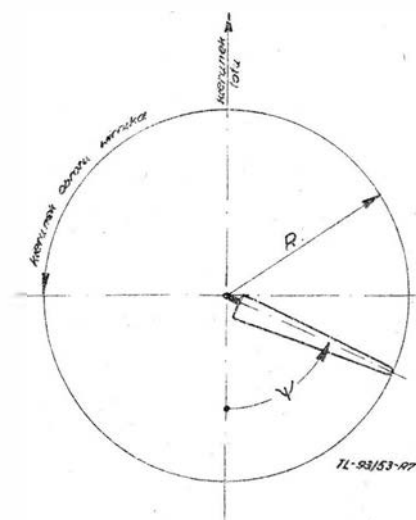
Znaczenie pojęcia: iloczyn prędkości kątowej obrotu wirnika

(ω) przez promień łopaty (R).

- (ang.) — (Rotor) Tip speed
(fr.) — Vitesse périphérique des pales
(niem.) — Umfangsgeschwindigkeit der Blätter
Spitzenumfangsgeschwindigkeit
(ros.) — Концевая скорость лопасти
Скорость на окружности

23. Azymut łopaty ψ

Znaczenie pojęcia: kąt określający położenie osi podłużnej łopaty w płaszczyźnie obrotu wirnika mierzony w kierunku obrotów od skrajnego tylnego położenia w kierunku lotu (rys. 7).



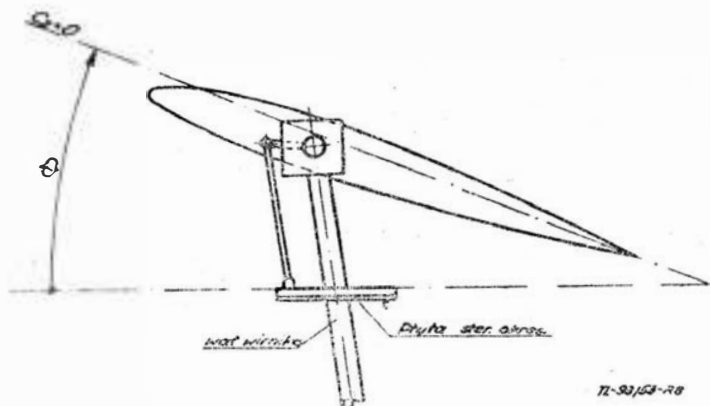
Rys. 7

- (ang.) — Azimuth angle
(fr.) — Azimuth de pale
(niem.) — Umlaufwinkel
(ros.) — Азимутальное положение лопасти

24. Kąt nastawienia łopaty Θ

Kąt skoku łopaty

Znaczenie pojęcia: kąt ostry między cięciwą (geometryczną lub aerodynamiczną) profilu łopaty a płaszczyzną prostopadłą



Rys. 8

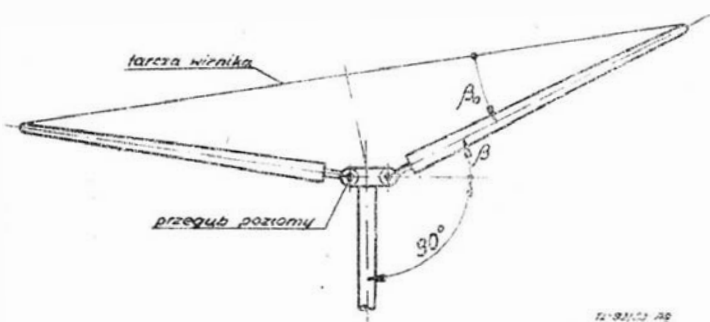
albo do osi piasty albo do osi płyty sterowania okresowego (rys. 8).

- (ang.) — Blade incidence
Blade pitch angle
Angle of incidence
(fr.) — Angle de calage de pale
Angle de pas
(niem.) — Blattanstellwinkel
Blatteinstellwinkel
(ros.) — Угол установки лопасти

25. Kąt wahań pionowych β

Wyraz niewłaściwy: kąt bicia łopat.

Znaczenie pojęcia: kąt ostry między osią podłużną łopaty a płaszczyzną prostopadłą albo do wału wirnika albo do osi pły-



Rys. 9

ty sterowania okresowego, zmieniający się zależnie od prędkości lotu dla każdego azymutu łopaty (rys. 9).

- (ang.) — Flapping angle
(fr.) — Angle de levée de pale
Angle de battements verticaux
(niem.) — Schlagwinkel
(ros.) — Угол взмаха

26. Kąt stożka β_0

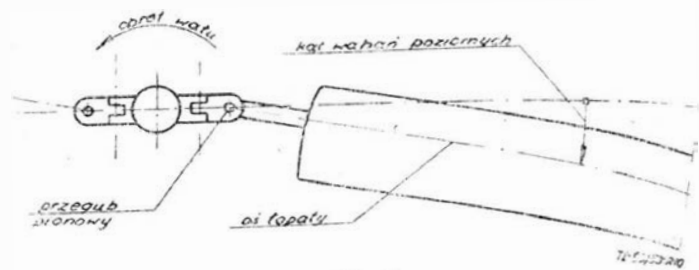
Znaczenie pojęcia: kąt ostry między osią podłużną łopaty a tarczą wirnika (rys. 9).

- (ang.) — Coning angle
(fr.) — Angle de conicité
(niem.) — Konuswinkel
(ros.) — Угол конусности

27. Kąt wahań poziomych

Znaczenie pojęcia: kąt ostry między osią podłużną łopaty a płaszczyzną przechodzącą przez oś wału wirnika i przegub pionowy łopaty (rys. 10).

- (ang.) — Lag angle
(fr.) — Angle de trainée
(niem.) — Schwenkschwingungswinkel
(ros.) — Угол отставания



Rys. 10

28. Wahania pionowe łopaty

Znaczenie pojęcia: okresowe wychylenia łopaty wokół przegubu poziomego wywołane zmiennością siły nośnej łopaty.

- (ang.) — Flapping motion
(fr.) — Battements verticaux de pales
(niem.) — Schlagbewegung
(ros.) — Маховое движение лопасти

29. Wahania poziome łopaty

Znaczenie pojęcia: okresowe odchylenia łopaty w płaszczyźnie obrotu wirnika od położenia promieniowego, wywołane zmiennością oporu łopaty.

- (ang.) — Hunting
Lagging
(fr.) — Oscillations de trainée
Battements horizontaux de pales
(niem.) — Schwenkschwingung
Schwenkbewegung
(ros.) — Колебание лопасти в плоскости вращения

30. Tarcza wirnika

Znaczenie pojęcia: podstawa stożka utworzonego przez wirującą oś podłużną łopaty przy uwzględnieniu tylko pierwszej harmonicznej wahań pionowych łopaty (rys. 9).

- (ang.) — Rotor disc
Tip-path plane
Rotor orbit
(fr.) — Cercle balayé par le rotor
(niem.) — Spitzenkreisebene
(ros.) — Площадь траектории концов лопастей

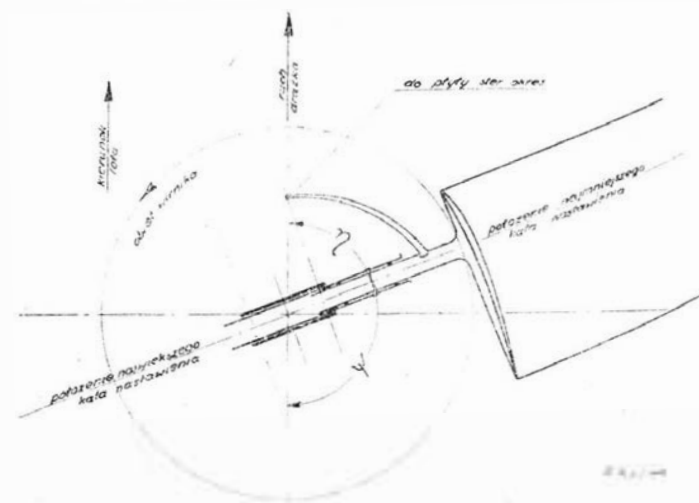
31. Powierzchnia tarczy wirnika $S = \pi R^2$

Znaczenie pojęcia: pole koła zakreślonego torami końców łopat wirnika w locie (rys. 7).

- (ang.) — Disc area
(fr.) — Surface du cercle balayé
(niem.) — Kreisfläche des Rotors
Schraubenkreisfläche
(ros.) — Площадь диска ротора
Площадь ометаемая винтом

32. Wyprzedzenie sterowania η

Znaczenie pojęcia: kąt przesunięcia fazowego między kierunkiem wychylenia drążka sterowego a azymutem łopaty przy jej



Rys. 11

najmniejszym okresowym przekręceniu (rys. 11).

- (ang.) — Control advance
(fr.) — Avance du déphasage d'azimuth de commande
(niem.) — Phasenverschiebung der Steuerung
(ros.) — Угол опережения управления

Skrzynka techniczna

TYGODNIK LOTNICZY „SKRZYDLATA POLSKA“

Czasopismo nasze w pracy publicystycznej w dziedzinie lotnictwa nie jest odoosobnione. My reprezentujemy dział techniki lotniczej i zaspokajamy potrzeby licznych rzesz technicznych kadr naszego ludowego lotnictwa, inżynierów, techników oraz studentów. Towarzyszami naszymi w pracy są dwa czasopisma: jedno to miesięcznik „Wojskowy Przegląd Lotniczy“, drugi zaś — to tygodnik „Skrzydła Polska“. O pierwszym z nich nie mamy obecnie możliwości zbyt wiele napisać; spotykamy się z nim tylko dorywczo, w pracy zawodowej. Czasopismem drugim, o którym wspomnieliśmy powyżej jest „Skrzydła Polska“, ilustrowany tygodnik lotniczy, który od maja 1953 r. wychodzi po złączeniu w jedną całość dawnego miesięcznika „Skrzydła Polska“ i tygodnika dla młodzieży „Skrzydła i Motor“. Jak wynika z podtytułu obecnej „Skrzydlatej Polsi“ — jest to pismo o dużym zakresie i różnorodności tematyki, przeznaczone dla szerokiej rzeszy lotniczej. Czasopismo to pierwotnie pomyślane jako młodzieżowe, stało się pismem dla wszystkich interesujących się lotnictwem. Fakt ten niezwykle utrudnia pracę Redakcji, ponieważ zmusza do bardzo wnikliwego analizowania zamieszczanego materiału.

Przeglądając numery czasopisma drugiego półrocza 1953 z przyjemnością można stwierdzić, że pismo stało się, w porównaniu do dawnego, bardziej interesujące — czytanie od razu od deski do deski zaczyna być przyzwyczajeniem. Szata graficzna oraz opracowanie drukarskie wydawnictwa rologawirucowego są na ogół poprawne, zeszyty sprawiają przyjemne wrażenie i przychylnie usposabiają czytelnika.

Dla najmłodszych Czytelników, w przeważającej większości, przedstawicieli „małego lotnictwa“, wydzielono w każdym zeszycie cztery strony pt. „Młody lotnik“, w którym porusza się „życiowe“ sprawy modelarzy, publikuje plany rozwiązań krajowych, zagranicznych oraz objaśnia się zagadnienia podstaw naukowych modelarstwa lotniczego.

Zagadnienia techniczne są zawarte w szeregu działów stałych pisma, a więc „Kronika techniczna“ przynosi krótkie wiadomości techniczne, mające charakter ciekawostek i nowości; „Inżynier lotniczy odpowiada“ — zawiera odpowiedzi na zapytania Czytelników skierowane do Redakcji; stanowią one małe monografie, objaśniające często ciekawe i mało znane konstrukcje lub metody; „Technika szybowcowa“ ujmując pod wspólnym zbiorczym tytułem sprawy obchodzące szybowników i to zarówno od strony pilotażu, jak i technicznej, sprzęt i jego użytkowanie.

Niezależnie od tych działów, sprawy techniczne są ostatnio coraz częściej poruszane w artykułach głównych, nie objętych wspomnianymi działami. Pojawiają się ciekawe prace zestawieniowe np. o szkolnych szybowcach dwumiejscowych, o drogach rozwojowych współczesnego lotnictwa, i to takie, które dając syntezę pewnych zagadnień pozwalają Czytelnikowi ogarnąć je, bez żmudnego poszukiwania w wielu, często niedostępnych materiałach.

Ostatnio Redakcja zamieszcza na ostatniej stronie — odrębnie składany w postaci broszurki, którą można zgromadzić — „Kurs wstępnych wiadomości lotniczych“, zawierający podstawowe informacje o lotnictwie.

Zagadnienia a techniczne są również często zawarte w dziale „Recenzje“, informującym o najnowszych książkach i publikacjach lotniczych.

Nie można pominąć również, ostatnio zwłaszcza, dużo miejsca w każdym zeszycie „Skrzydlatej Polsi“ zajmującego materiał, dotyczący teorii, szkolenia i sportu spadochronowego.

Bardzo cenne, chociaż nie bezpośrednio techniczne, lecz o wielkiej przydatności dla pilotów są prace z dziedziny meteorologii.

Pierwsze strony każdego zeszytu poświęcone są przeglądowi wydarzeń lotniczych w kraju, Związku Radzieckim i krajach demokracji ludowej, sprawom prac polityczno-wychowawczych aeroklubów LPZ, historii osiągnięć naszych i naszych przyjaciół, historii walk polskiego lotnictwa.

Z przeglądu zeszytów „Skrzydlatej Polsi“ z 1953 r. można wyciągnąć szereg wniosków.

Jako pozycje pozytywne chciałbym wymienić:

1) Kilkakrotnie „Skrzydła Polska“ stawiała się prawdziwą trybuną w sprawach lotnictwa, zabierając głos zarówno w sprawach organizacyjno-wychowawczych, np. szkolenia kadr, organizacji szybowisk i zawodów, jak i ogólnych np. w sprawie muzeum lotnictwa, wydawnictw lotniczych, bądź poprawności technicznej beletrystyki „pseudo“ lotniczej. Uważamy, że tak rozpowszechnione pismo musi być megalonem spraw lotnictwa w szerokim zakresie zagadnień, mniej lub więcej bezpośrednio związanych z naszym lotnictwem. Należy życzyć Redakcji „Skrzydlatej Polsi“, aby śmiało i mocno poruszała i naświetlała zagadnienia nurtujące kadrę naszego lotnictwa.

2) Ujęcie tematów i sposoby ich podania Czytelnikom wykazują zdolności publicystyczne ich wykonawców i to rokuje nadzieję, że szerzenie i popularyzacja problemów lotnictwa przez „Skrzydła Polskę“ wśród Czytelników każdego wieku i stanu spełni właściwą rolę, jedynając nie entuzjastów objętych słomianym ogniem, lecz przyszłych rzetelnych pracowników lotnictwa na różnorodnych jego odcinkach i szczeblach.

3) Właściwe podejście do zagadnień techniki lotniczej, produkcji i technologii, które już można zaobserwować, pozwala przypuszczać, że sprawa ta z czasem nabierze „rumieńców życia“ i przyniesie spodziewane wyniki.

4) Daje się zauważyć znaczna poprawa korekty drukarskiej, zwłaszcza korekty wzorów, tak dotkliwa wada roczników „Skrzydlatej Polsi“ z przed paru lat.

Jako pozycje, które należy naszym zdaniem jeszcze usprawnić, wymieniamy:

1) Bezskrytyczny niechęć stosunek do materiału podanego przez autora (powtarzanie niemal dosłownie tematu drukowanego poprzednio — por. artykuł inż. Samka o zmiennopłatowcu, artykuł „Samoloty odrzutowe w walce“, który mało wyjaśnia a dużo zaciemnia).

2) Artykuły popularne nie zawsze są, niestety, poprawne pod względem naukowym. Takie artykuły powinny być z reguły opiniowane przed drukiem przez specjalistów danej branży.

3) Niedociągnięcia we współpracy pomiędzy poszczególnymi działami, niektóre artykuły jednego działu zawierają błędy, z którymi walczy się w innych (recenzje wskazują usterki w innych, a niechyt staranna rzeczowa korekta stosowanego słownictwa technicznego pomija jaskrawe przypadki na własnych łamach).

4) Zajmowanie miejsca na opowiadania i wspomnienia, które w podobnej postaci ukazują się rokrocznie lub wydawane są w wydawnictwach książkowych, nawet przed zakończeniem ich ukazywania się w piśmie np. praca majora M. Monisa.

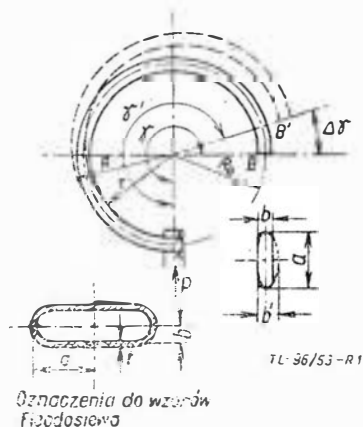
5) Jednoosobowe opracowanie odpowiedzi inżyniera technicznego powodują, że szereg informacji jest nieścisłych.

6) Brak spisu treści w każdym zeszycie utrudnia bardzo wyszukanie materiału zawartego w nim.

Errata poprzednich zeszytów

W artykule inż. Kazimierza Głębińskiego pt. „Dobór i wykonanie rurek Bourdona przeznaczonych do ciśnieniowych przyrządów pokładowych“, zamieszczonym w zeszycie 5/53 „Techniki Lotniczej“ Autor znalazł następujące błędy:

1) Rys. 1 powinien mieć postać jak obok: oznaczenie kąta γ — strzałka powinna dochodzić do osi poziomej; litera B,



powinna odnosić się do punktu odpowiadającego końcowi rurki ugiętej (kreskowanej).

2) Str. 140, szpalta prawa:

— wiersz 21 od dołu: powinno być $\chi = \frac{R_{01}}{a^2}$ (małe χ zamiast małego x).

— wzór (2): powinno być

$$\frac{\gamma - \gamma^1}{\gamma} = p \frac{1 - \mu^2 R_0^2}{E b t} \frac{1 - \chi}{12 b^2 \chi}$$

(duże χ zamiast małego x).

— wiersz 15 od dołu: powinno być

$$\chi = \frac{1}{ca} \cdot \frac{sh^2 ca + \sin^2 ca}{ca ch ca \cdot sh ca + \cos ca \cdot \sin ca}$$

(duże χ zamiast małego x).

3) Str. 141, szpalta lewa:

— wiersz 17 od góry: powinno być

$$P_r = 8 pab (1 - \chi) \frac{1 - \cos \gamma}{\gamma - \sin \gamma \cdot \cos \gamma}; P_t = 8 pab (1 - \chi) \frac{3 \gamma - 4 \sin \gamma + \sin \gamma \cdot \cos \gamma}{\gamma - \sin \gamma}$$

(duże χ zamiast małego x).

4) Str. 141, szpalta prawa:

— wiersz 10 od dołu: powinno być „stosunek a/b i zwiększać grubość ścianki...“ (dodać słowo „zwiększać“).

W spisie rzeczy za rok 1953, dołączonym do zeszytu 6/53 „Techniki Lotniczej“, stwierdziliśmy, że nazwiska Autorów są przesunięte w stosunku do tytułów ich prac. Usterka powstała na skutek niedopatrzenia drukarni, za co Redakcja „Techniki Lotniczej“ przeprasza Autorów i Czytelników.

Mgr inż. STANISŁAW MADEYSKI

Nowości techniczne

Opracowanie nowego samolotu — wczoraj a dziś

Przejsie z napędu śmigłowego na odrzutowy stanowi bez wątpienia przełom w technice lotniczej. Dopiero napęd odrzutowy pozwolił na osiągnięcie wielkich prędkości, jakie nie mogłyby być w ogóle uzyskane przy użyciu śmigła i silnika tłokowego. Ten przełom wymagał jednak włożenia ogromnego wysiłku ze strony personelu naukowo-technicznego. Dowodem tego, jak wielki jest ten wysiłek, niezbędny dla opanowania nowej techniki, niech będą dane porównawcze zaczerpnięte z literatury zagranicznej, przedstawiające liczby ludzko-godzin personelu technicznego zużyte na opracowanie oraz przeprowadzenie badań i prób z dwoma samolotami myśliwskimi. Samolot I — to samolot z silnikiem tłokowym i śmigłem typu, jaki się ustalił pod koniec ostatniej wojny, samolot II — to myśliwiec odrzutowy typu, jaki się obecnie spotyka w wyposażeniu armii lotniczych.

Rodzaj pracy	Samolot I	Samolot II	Wzrost
Obliczenia aerodynamiczne	6 000	72 520	x 12
Badania w tunelach a.rodynamicznych	2 077	42 006	x 21
Zagadnienia wytrzymałościowe	2 985	116 075	x 38
Badania naukowe		66 512	
Projektowanie poszczególnych elementów	34 963	640 381	x 18
Różne	530	109 681	x 200
Razem	46 555	1 047 175	x 22,5
Badania w locie (godzin lotu)	725	84 817	x 120

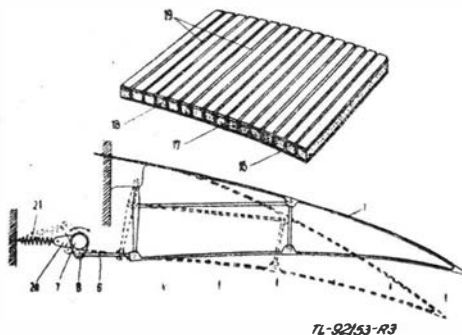
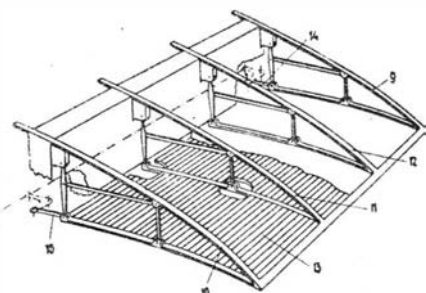
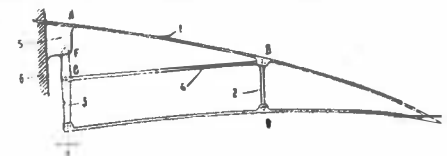
R. L.

Szybowiec dość wiadczalny

Z ostatnich zagranicznych konstrukcji szybowcowych na specjalną uwagę zasługuje szybowiec dwumiejscowy HKS-1, projektu grupy konstrukcyjnej w Herzogenrath (Niemcy Zach.).

HKS-1 jest doświadczalnym szybowcem wyczynowym o laminarnym profilu. Cała konstrukcja szybowca, a w szczególności skrzydła, jest podporządkowana dążeniu do zachowania laminarnego charakteru przepływu w możliwie jak najdłuższym zakresie. W celu uzyskania maksymalnej dokładności profilu, konstruktorzy zdecydowali się na pokrycie sklejkowe typu „sandwicz”, składające się z dwu warstw skleiki — wewnętrznej gru-

Wykonane skrzydło wykazywało początkowo sfałowania o amplitudzie $\pm 0,2$ mm przy bardzo ścisłym zachowaniu obrysu profilu. Żądana na podstawie pomiarów dokładności profilu szybowca laminarnego RJ-5 maksymalna nierówność $\pm 0,05$ mm została osiągnięta po 60 godzinach szpachlowania i szlifowania.



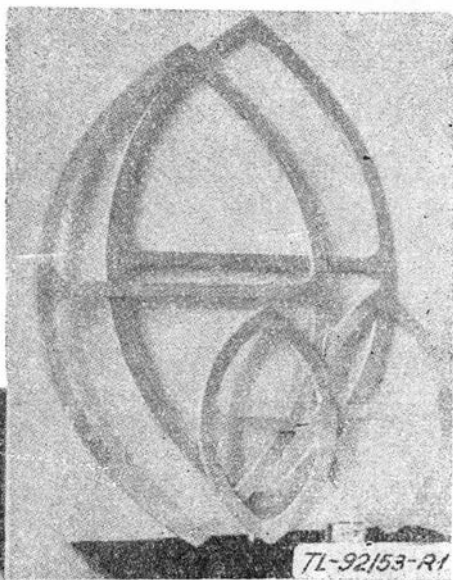
TL-92/53-R3

Rys. 3 — Konstrukcja elastycznej części skrzydła.

W celu dalszego zmniejszenia oporu skrzydła przez osiągnięcie gładkiej i pozbawionej szczelin powierzchni konstruktorzy zrezygnowali z zastosowania konwencjonalnych lotek, kłap i hamulca aerodynamicznego. Efekty lotkowe i kłapowe uzyskuje się przez zmianę wysklepienia profilu przy pomocy sprężystego odkształcenia dwunastu żeber, napędzanych układem dźwigniowym. Napęd tak dużej ilości żeber daje ciągłość zmiany wysklepienia wzdłuż rozpiętości. Rys. 3 i 4 pokazują schemat działania urządzenia oraz konstrukcję pokrycia tylnej części skrzydła, umożliwiającą uzyskanie pożądanego odkształcenia kosztem niewielkich sił na sterownicy. Urządzenie powyższe zezwala również na zmianę zwirzenia skrzydła i wybór jego optymalnego rozkładu wzdłuż rozpiętości na podstawie prób w locie.

Hamulec aerodynamiczny typu konwencjonalnego został zastąpiony spadochronem o średnicy 1,2 m, który wypuszczony z tyłu kadłuba ogranicza prędkość lotu nurkowego do 200 km/h. Wciąganie spadochronu odbywa się przy pomocy silnika elektrycznego.

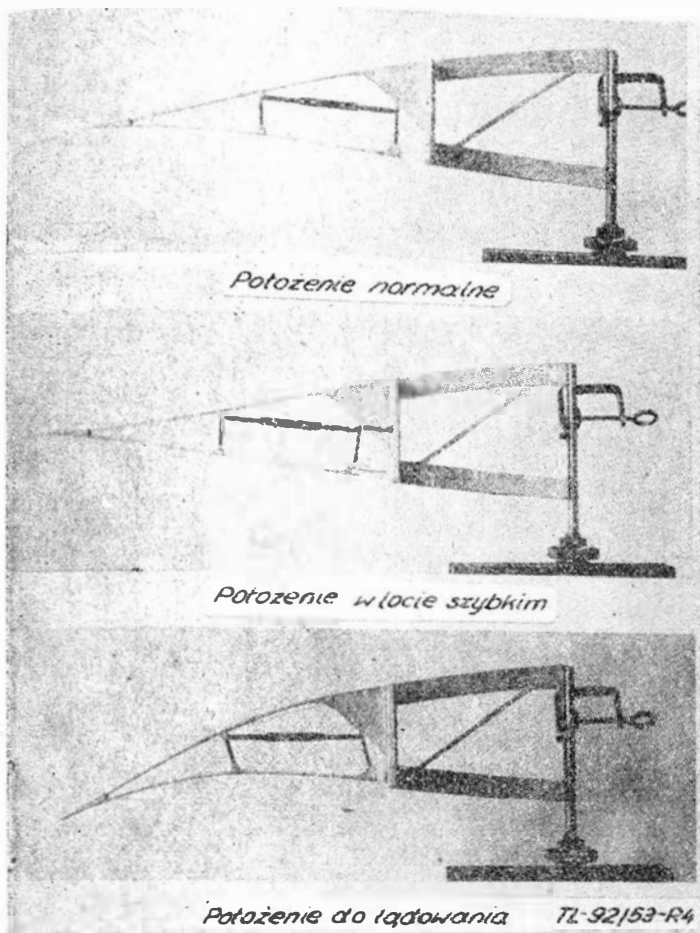
Rys. 1 — Wrgi kadłuba



Rys. 2 — Szczegół wrgi kadłuba, widoczne dźwigarki sosnowe przedzielone warstwą materiału pianowego.



bości 0,3 — 0,4 mm i zewnętrznej grubości 1,2 — 2,0 mm — przedzielonych warstwą wypełniającą grubości 6,0 — 7,0 mm. Według opublikowanych danych warstwa wypełniająca o charakterze „pianowym” posiada ciężar właściwy 0,03 — 0,05 G/cm³, a niszczące naprężenie tnące tego typu pokrycia, odniesione do przekroju skleiki zewnętrznej, wynosi około 330 kG/cm². Żebra i wrgi są również konstrukcji „dźwigarkowej” tzn. ich pasy składają się z dwu listewek sosnowych, grubości 1,5 — 3,0 mm, przedzielonych sześciomilimetrową warstwą „pianową” (rys. 1 i 2).



Rys. 4 — Kształty splotu skrzydła w różnych fazach lotu.

Z dalszych ciekawych szczegółów konstrukcyjnych należy wymienić kółko o wymiarach 400×100 , umieszczone zdecydowanie za środkiem ciężkości i amortyzowane dwoma amortyzatorami

sprężynowo-olejowymi, oraz szczątkową płożę przednią, chowaną w locie, również amortyzowaną.



Rys. 5 — Szybowiec z wypuszczonym spadochronem wstążkowym podchodzi do lądowania.

Pomimo pewnych zastrzeżeń, jakie budzi szersze zastosowanie niektórych wyżej wymienionych innowacji, a w szczególności sterowania poprzecznego i spadochronu, oraz braku ścisłych danych z prób w locie, poza ogólnikowym stwierdzeniem poprawności pilotażowej, należy podkreślić, że szybowiec HKS-1 bezpośrednio po ukończeniu na warsztacie brał udział w zawodach w Oerlinghausen, zajmując w silnej konkurencji drugie miejsce i ustanawiając rekord krajowy prędkości po trójkacie dł. 100 km wynikiem 70,7 km/h.

Dane techniczne:

profil	NACA 65/215/714
rozpiętość	19 m
powierzchnia nośna	18,3 m ²
wydłużenie	19,7
ciężar konstrukcji	320 kG
ciężar w locie	520 kG
obciążenie powierzchni nośnej	28,4 kG/m ²
	J. S.

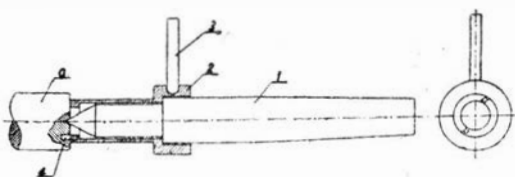
Przeglądamy usprawnienia

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

Kiel zaopatrzony w tulejkę z zabierakiem

(Kl. 67 a; Nr O — 1073; Z. Nr 2) Wojciech Świętochowski

W celu umożliwienia oszlifowania wałków na całej długości za jednym zamocowaniem ich na maszynie, zastosowano w myśl



usprawnienia specjalny kiel, zaopatrzony w tulejkę z zabierakiem, uwidoczniony na rysunku i składający się z właściwego kła 1 oraz z nałożonej nań tulejki 2 wraz z zabierakiem 3. W tulejkę 2 od strony czołowej wbite są dwa kołki 4, które wkłada

się w specjalnie wykonane otwory w przedmiocie szlifowanym a w celu uzyskania przenoszenia ruchu obrotowego wrzeciona maszyny na szlifowany przedmiot a.

Nóż specjalny do wytaczania otworów

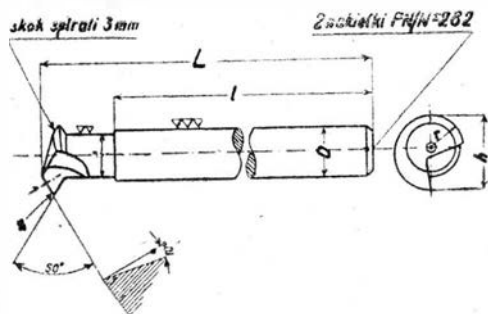
(Kl. 49 a; Nr O — 1080; Z. Nr 2) Mieczysław Ratyński

Przy precyzyjnym rozciąganiu otworów na wytaczarce (SIP) stosowano dotychczas zwykle wytaczaki.

Ostrzenie tego rodzaju noży w porównaniu z innymi jest dość uciążliwe. Usprawnienie polega na opracowaniu konstrukcji noża, uwidocznionej na rysunku, którego ostrzenie jest bardzo proste i polega na zdejmowaniu warstwy materiału noża od strony powierzchni natarcia. Nóż ten od strony ostrza posiada końcówkę uformowaną w postaci spirali i dającą po zaszlifowaniu (jak wyżej) właściwy profil ostrza.

Nóż posiada zalety jak: zachowanie stałego profilu ostrza w ciągu całego okresu pracy, dużą sztywność oraz długi okres użytkowania.

Nóż, zależnie od twardości obrabianego materiału, może być wykonany ze stali szybko tnącej do materiałów średnio twardych, do bardzo twardych zaś w tej samej postaci, lecz z nakładką z węglików spiekanych.



Poniższa tabela podaje główne wymiary noży tego typu, zależnie od średnicy wytaczania (w milimetrach):

Średnica wytaczania	h	r	r_1	D	d	L	l	Naklepek Nr
8	7,5	3,3	0,2	10	6	60	40	A1
11	10,5	4,5	0,3	10	8	70	50	A1
14	13	5,6	0,5	10	10	80	60	A1
17	15,5	6,6	0,6	10	12	100	80	A1
20	18	8	0,8	10	14	130	100	A1

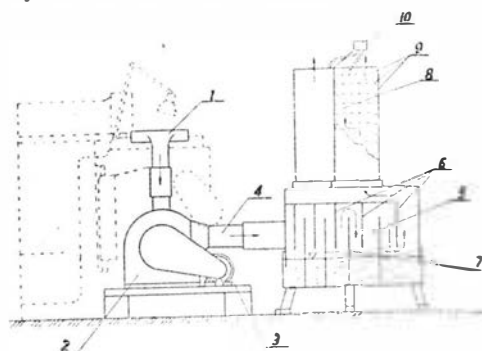
Urządzenie do zasysania pyłu przy szlifowaniu pierścieni

(Kl. 76 a; Nr O — 1205; Z. Nr 2) Wacław Błotny

Do zasysania pyłu, powstałego przy szlifowaniu pierścieni, zastosowano urządzenie składające się z wentylatora napędzanego silnikiem elektrycznym, oraz z zespołu filtracyjnego.

Urządzenie to, przedstawione na rysunku schematycznym, posiada rurę ssącą 1 z odpowiednim usłnkiem, umocowaną w pobliżu uchwytu magnetycznego i ściernicy szlifierki. W rurze tej umieszczona jest zasuwa do regulacji ciągu powietrza. Wentylator 2, napędzany silnikiem elektrycznym 3, przetłacza zasane powietrze przez krótką rurę 4 do zbiornika 5, gdzie powietrze oczyszczane jest częściowo z pyłu i opilków, przechodząc przez labirynt, utworzony przez przegrody 6 i 7 ponad poziom wody znajdującej się w dolnej części zbiornika 5.

Po wyjściu ze zbiornika 5 powietrze przechodzi przez filtr olejowy 8, składający się z trzech kominów, w których umieszczone są poprzecznie blaszane przegrody 9, posiadające otwory rozmieszczone nierównomiernie, aby zmusić powietrze do ciągłej zmiany kierunku przepływu. Przegrody 9 zwilżane są samoczynnie olejem ze zbiornika 10. Pył, znajdujący się jeszcze w powietrzu, które przeszło przez zbiornik 5, zostaje zatrzymane na zwilżonych przegrodach 9 filtru 8.

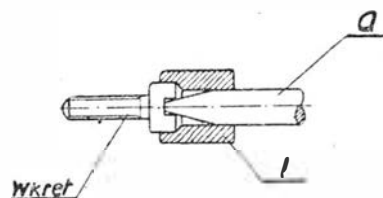


S. M.

Wkrętak z tulejką prowadzącą

(Kl. 87 a; Nr O — 1128; Z. Nr 2) Stanisław Kowalik

Dotychczas wkręcano wkręty za pomocą zwykłego wkrętaka, który wskutek ześlizgiwania się często niszczył łeb wkrętu.



W celu zabezpieczenia przed zniszczeniem rowków w łbach wkrętów przy wkręcaniu ich zastosowano, w myśl usprawnienia, tulejkę prowadzącą 1 do zwykłego wkrętaka a, uwidocznioną na rysunku. Tulejka nie tylko zabezpiecza przed zniszczeniem rowki w łbach wkrętów, lecz również ułatwia i przyspiesza wkręcanie wkrętów.

Na półkach księgarskich

Pokrycia galwaniczne, mgr inż. H. Borman, mgr inż. N. Majchert-Planeta i inż. M. Perec, Państwowe Wydawnictwa Techniczne, 1953 r., stron 171.

Omawiana książka podaje czytelnikowi szereg informacji praktycznych, dotyczących problemu pokryć galwanicznych. Treść zawiera wiadomości podstawowe, gdzie omówiono urządzenia zakładu galwanizacyjnego, przygotowania powierzchni przed elektrolizacją, kontrolę i ocenę pokryć galwanicznych oraz bezpieczeństwo i higienę pracy; dalsze rozdziały objaśniają procesy niklowania, chromowania, cynkowania, cynowania, kadmowania, miedziowania, mosiądzenia i ołowienia, przy czym tematy te posiadają układ zbliżony, a mianowicie zawierają część ogólną o właściwościach metalu użytego do wytworzenia powłoki oraz zastosowaniu i zaletach tego rodzaju pokrycia, technologię wykonywania pokrycia, zasady kontroli jakości powłok itp. Książka przeznaczona jest do użytku wywalifikowanych robotników, mistrzów i techników; powinna być wykorzystana przez pracowników odpowiednich działów przemysłu lotniczego.

Metaloznawstwo i obróbka cieplna, N. F. Bołchowitinow, tłum. z ros. mgr inż. C. Niewiadomski, Państwowe Wydawnictwa Techniczne, 1953 r., stron 310.

Omawiana książka, przeznaczona dla inżynierów-mechaników, zawiera szereg wiadomości przydatnych w pracy zawodowej, również i dla pracowników przemysłu lotniczego, zwłaszcza dlatego, że opiera się na materiałach radzieckich (GOST). Treść dzieli się na osiem rozdziałów, podających wyjaśnienia następujących tematów: budowa krystaliczna i deformacja plastyczna, teoria stopów i wykres żelazo-węgiel, obróbka cieplna, utwardzanie powierzchniowe, stale węglowe konstrukcyjne i stopowe, żeliwo, metale i stopy nieżelazne oraz zagadnienia wybrane wytrzymałości materiałów. Liczne tablice (45), wykazy literatury (142 pozycje) oraz czasopism (32 pozycje) z dziedziny metaloznawstwa i obróbki cieplnej — dopełniają całości pracy.

Suszenie drewna, I. Kriczetow, tłum. z ros. mgr inż. Andrzej Sobolew, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 1953 r., stron 468.

Omawiana książka jest tłumaczeniem pracy pt. „Suszenie drewniny”. Treść zawarta jest w szesnastu rozdziałach, omawiających następujące tematy: cele i metody suszenia drewna oraz rozwój techniki suszarnianej, własności i zastosowanie pary wodnej, powietrza i gazów spalinyowych w technice suszenia, własności drewna mające znaczenie przy suszeniu, zjawiska fizyczne przy suszeniu drewna, zasady suszenia tarcicy, aerodynamika w technice suszenia, typy i konstrukcje suszarni, elementy budowlane i wyposażenie suszarni, przyrządy i pomiary w suszarniach, układanie tarcicy do suszenia w suszarni, technika eksploatacji suszarni, wydajność suszarni oraz organizacja oddziału suszarnianego, naturalne

suszenie materiałów tartych, specjalne rodzaje szluficznego suszenia drewna, badanie suszarni oraz ich wskaźniki techniczno-ekonomiczne, projektowanie suszarni. Bogaty wykaz literatury przedmiotu, liczne tabele i wykresy oraz wiele schematów, pomagają do przyswojenia materiału zawartego w książce. Poza całkowitym materiałem książki, przydatnym dla pracowników przemysłu lotniczego, zużywającego znaczne ilości drewna, temat zastosowania zasad aerodynamiki w technice suszarnianej może zainteresować lotniczych naukowców, świadczy bowiem o rozpowszechnianiu w Związku Radzieckim naukowych metod dla celów użytkowych w szeregu dziedzin nie związanych pozornie z lotnictwem.

Zarys elastooptyki, mgr inż. Jerzy T. Pindera, Państwowe Wydawnictwa Techniczne, 1953 r., stron 350.

Omawiana praca jest pierwszą, specjalną publikacją w języku polskim, o ciekawej i przydatnej dla konstruktorów i badaczy metodzie doświadczalnej analizy naprężeń, opartej na zjawiskach optycznych, zachodzących pod wpływem obciążeń w ciałach przezroczystych izotropowych oraz na zależnościach podanych przez teorię sprężystości. Praca dzieli się na osiem części, poruszających następujące tematy: metody doświadczalnej analizy wytrzymałości konstrukcji oraz elementów, podstawowe zależności wytrzymałościowe w płaskim stanie napiecia, całkowite określenie płaskiego pola napiecia, podstawy optyczne elastooptyki, podstawowe zależności elastooptyczne w płaskim stanie napiecia, aparatura elastooptyczna, technika laboratoryjna i zagadnienia specjalne. Skoro widz językowy niektórych ważniejszych oznaczeń oraz obszerny wykaz literatury (237 pozycji) dopełniają całości pracy. Omówienie aparatury stworzonej przez autora oraz jego doświadczenia laboratoryjne, przeprowadzane w Instytucie Lotnictwa, czynią dla pracowników lotnictwa omawianą pracę szczególnie interesującą, o przydatności zaś nie potrzeba przeonywać.

Pomiary ciśnień, M. K. Zochowski, tłum. z ros. dr T. Białas i mgr inż. W. Pietraszewicz, Państwowe Wydawnictwa Techniczne, 1953 r., stron 220.

Omawiana książka jest tłumaczeniem pracy „Technika izmierienia dawienia i rozróżnienia”, która była w swoim czasie na półkach księgarskich. Jest ona bardzo przydatna, zwłaszcza dla pracowników osprzętu lotniczego. W treści zawarto następujące tematy: pojęcia zasadnicze, przyrządy cięciowe, przyrządy sprężynowe o przeznaczeniu ogólnym i specjalnym, przyrządy złożone, manometry elektryczne, przyrządy normalne (wzorcowe), ogólne wskazówki co do techniki pomiarowej oraz kontrola i sprawdzanie przyrządów. W książce omówiono szereg nowych przyrządów, produkowanych przez przemysł radziecki oraz przytoczono wyniki wielu prac teoretycznych, wykonanych w ostatnich latach w Związku Radzieckim.

Z żałobnej karty

Dnia 17 września 1953 r. zmarł nagle we Wrocławiu prof. inż. Rudolf Matz. Śmierć Jego okryła żałobą Lotnictwo Polskie, a szczególnie Szybownictwo, któremu poświęcił całe swoje życie.

Cześć Jego Pamięci!

Prof. Rudolf Matz urodził się 22 września 1903 r. w Ustrzykach Dolnych pow. Lesko. Gimnazjum ukończył we Lwowie i w r. 1921 wstąpił na Wydział Mechaniczny Politechniki Lwowskiej. Od r. 1924 brał czynny udział w pracach Związku Awiatycznego Studentów Politechniki Lwowskiej, a następnie w Aeroklubie Akademickim we Lwowie.

Po ukończeniu kursu pilotażu motorowego zdobył w wyprawach do Bezmiechowej, jako trzeci w Polsce, odznakę pilota szybowcowego kat. C. Tam też uległ w 1930 r. ciężkiemu wypadkowi na szybowcu CW-2.

Od r. 1933 zorganizował i prowadził jako kierownik techniczny warsztaty Szkoły Szybowcowej w Bezmiechowej. W tym czasie zmontował i obsługiwał stację meteorologiczną i radiową, celem porozumienia się z szybowcami w locie. W latach 1936—39 pracował jako konstruktor i kierownik działu badawczo-konstrukcyjnego Instytutu Techniki Szybownictwa we Lwowie.

W międzyczasie uzyskał dyplom inż. mech. na Politechnice Lwowskiej. Od r. 1939 pracował w PZL Nr 2 w Mielcu, następnie od 1939—41 kierował Biurem Konstrukcyjnym Lwowskiej Wytwórni Szybowców Nr 5 Ossowiachima ZSRR, wykładając jednocześnie w grupie lotniczej Wydz. Mech. Politechniki Lwowskiej „Przyrządy pokładowe i urządzenia na płatowcach”.

Zmuszony okupacją do pracy w dziedzinie budowy traktorów został na wiosnę 1944 r. uwięziony pod zarzutem organizacji przemysłu lotniczego i zwolniony bezpośrednio przed opuszczeniem Lwowa przez okupantów.

W latach 1944—45 był starszym asystentem Politechniki Lwowskiej. Na zlecenie Dep. Lotn. Cyw. Ministerstwa Komunikacji zorganizował w roku 1945 Instytut Szybownictwa w Biełsku, w którym następnie pracował jako kierownik działu nau-

kowo-badawczego, a później technicznego. Od r. 1946 prowadził jako adiunkt wykłady z „Wypożyczenia Pakładowego Samolotów i Nawigacji Lotniczej” na Wydz. Kom. Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Z chwilą powstania Wydziału Lotniczego przy Politechnice Wrocławskiej powołany na stanowisko profesora katedry Osprzętu Lotniczego.

W pracy naukowej prof. Matza główny nacisk był położony na praktyczne zastosowanie Jego badań i pomysłów w szybownictwie. Na podstawie Jego konstrukcji wykonano i stosowano szereg przyrządów rejestrujących do pomiarów własności szybowców i samolotów w locie. Cenna niezmiennie była współpraca prof. Matza w konstrukcjach szybowca ITS-IVb, motoszybowców: ITS-8, ITS-8W, ITS-8M, ITS-7 oraz szybowca specjalnego TS-I.

Przy pomocy badań w locie i pomiarów tunelowych przeprowadził studium amortyzacji powietrznej z tłumieniem dla szybowców szkolnych, studium stateczności szybowca akrobacyjnego ITS-5 i sterowności szybowca szkolnego Wrona-bis — co było tematem referatu wygłoszonego na Zjeździe Międzynarodowej Komisji Studiów Lotów Bezsilnikowych „ISTUS” w 1933 r. we Lwowie. Wiele cennego doświadczenia pozostawił odnośnie przystosowania krótkofalowej aparatury radiowej do fonicznej łączności szybowców z ziemią i między sobą. Po za tym współpracował we wszelkich pomiarach w locie. Oddzielnym tematem było studium drgań silnika Kroeber M4 i studium drgań szybowca ITS-IVb. Rozpoczął również studia aerodynamiczne nad szybowcem szkolnym, spełniającym specjalne wymagania, nad układem bezogonowca i „kaczki” oraz składanych nastawnych śmigieł do motoszybowców.

Na podstawie własnych opracowanych materiałów skonstruował szybowiec szkolny ABC, zatwierdzony i budowany seryjnie.

Niezwykły talent konstrukcyjny Zmarłego oraz jego wyjątkowy stosunek do ludzi z Nim współpracujących potrafiły wywrzeć na każdym niezatarte wrażenie.

Pozostał dla nas wzorem walki i pracy o rozwój Polskich Skrzydeł.



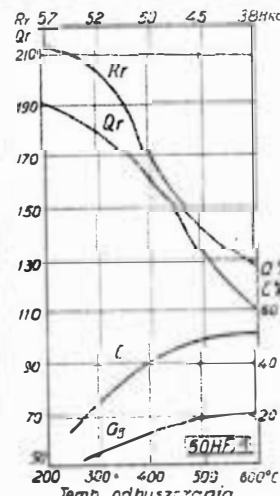
Tabela 2. Skala odporności na korozję w warunkach atmosferycznych i w słodkiej wodzie

Skala	C h a r a k t e r y s t y k a	P r z y k ł a d y :	
		Stali	Stopów Al, Mg, Cu
1.	Doskonała odporność, nie ma potrzeby stosowania żadnych pokryć ochronnych	stal nierdzewna 18 Cr 8 Ni, po zastosowaniu odp. obr. cieplnej	brązy aluminiowe i berylowe
2.	Mniej odporność jak w p. 1, lecz jeszcze można je stosować bez pokryć ochronnych	stal chromowa nierdzewna 12—15% Cr. obr. cieplna	Al-wys. czystości Miedź, mosiądz, brąz cynowy
3.	Koroduje nieznacznie, właściwie już potrzebuje uzupełniających pokryć ochronnych	stal miedziowa	Siluminy
4.	Koroduje i nie może być stosowana bez uzupełniających pokryć ochronnych	żelazo, stale nisko-stopowe	Dural po naturalnym starzeniu, stopy Mg-Mn
5.	Koroduje bardzo silnie i może być stosowana tylko przy specjalnych pokryciach ochronnych	żelazo zanieczyszczone siarką, tlenkami, gazami	Elektron i stopy z dużą zawartością Cu, Ni i Fe.

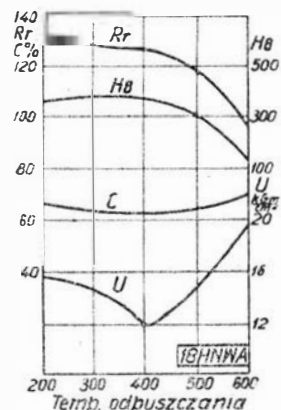
Tabela 3. Stosowane w normach polskich i radzieckich oznaczenia składników stopowych.

Nazwa składnika stopowego	Węgiel	Mangan	Magnez	Krzem	Fosfor	Siarka	Chrom	Nikiel	Kobalt	Molibden	Wolfram	Wanad	Aluminium	Tytan	Miedź	Cyna	Cynk	Ołów	Zelazo	Kadm	Beryl
Wyszczególnienie oznaczeń.																					
Chemiczne	C	Mn	Mg	Si	P	S	Cr	Ni	Co	Mo	W	V	Al	Ti	Cu	Sn	Zn	Pb	Fe	Cd	Be
Cyfrowe wg PN-48r.	—	6	—	7	—	—	2	1	8	4	3	5	9	12	11	—	—	—	—	—	—
Literowe wg PN-53r.	—	G	—	S	—	—	H	N	K	M	W	F	Ju	T	—	—	—	—	—	—	—
Radzieckie w stalach	—	Г	—	С	—	—	X	H	K	M	B	Ф	Ю	T	—	—	—	—	—	—	—
Polskie * w stopach met. kolor.	—	Mc	Mg	K	F	—	N	—	—	—	—	A	—	M	O	C	S	Z	Kd	B	—
Radzieckie	—	Mg	Mn	K	Ф	—	H	—	—	—	—	A	—	M	O	Ц	С	Ж	Ка	Б	—
* Projekt.	Przykład oznaczenia: 20H2N4A-oznacza stal stopową o średniej zawartości C=0,20%; Ni=4%; Cr=2%; litera A na końcu symbolu oznacza stale wyższej jakości o zmniejszonej ilości fosforu P≤0,035% i siarki S≤0,030%																				

Technika Lotnicza. Pomoc konstruktorów



Rys. 4. Własności mechaniczne stali 50HFA hartowanej w temp. 855°C w zależności od temp. odpuszczania.



Rys. 5. Własności mechaniczne stali 18HNWA hart. w temp. 860°C na powietrzu w zależności od temp. odpuszczania.

Tabela 4b

Znak PN	Zakres obróbki cieplnej w °C							
	Hartowanie	Odpuszczanie	Ciężkie napełnienie		Ciepłota chemiczna			
					I Rodzenia		II Warstwy powierzchni	
	temp. temp.	temp. temp.	temp. temp.		temp. temp.	temp. temp.	temp. temp.	temp. temp.
Armko								
10A								
10			Nm 910 Cj 840		780-800 840	N 140-180 p 140-180	Odp. wys. p 680-720	
12S1A	650-670	N 370-600	p Nm 900-930	800-820			200-600	Odp. 680-720
15A								
20A								
20			Nm 910 Cj 840		780-800 840	N 140-180 p 140-180		
20SA	850-900	N 550-650	p Nm 900-920 Cj 840		780-800 840	N 180-200	Odpuszcz. wysokie p 680-720	
35	650-690	N 550-670	p				Odp. wys. 680-720	
45	620-640	N 550-620	p					
55	620-650	N 550-650	p					
65	780-850	N 400-650	p					
75	780-800	N 400-650	p					M680-710
85	770-790	N 400-650	p					M680-710
65S	780-840	N 300-600	p					
50S6	790-840	N 330-400	p					
60S2A	830-880	N 400-520	p					M700-730 w piecu
50H6A	840-850	N 400-600	p					
50HFA	830-870	N 350-420	p					Odpuszcz. wysokie 700-720
50S2HFA	830-860	N 330-500	p					
15HA	860-900	N 200-300	p Nm 900-920		780-800	N 180-200	Odp. wys. 700-720	
20HA	860-890	N 300-540	p Nm 900-920		780-800	N 180-200	Odp. wys. 700-720	
14H6	840-860	N 150-180	p Nm 870-920	840-860	810-830	N 150-180	p M680-710	
20H6A	840-860	N 150-180	p Nm 870-920	840-860	810-830	N 180-220	p M680-710	
15H6M	830-870	N 150-180	p Nm 870-920	840-860	810-830	N 180-200	p M680-710	
18H61A	840-860	N 150-180	p Nm 880-910	850-860	780-800	N 180-200	p M680-710	
20HMA								
12HN2A	815-870	N 425-700	p Nm 800-920		760-800	N 180-220	p	
12HN3A	830-860	N 150-200	p Nm 900-920		780-800	N 180-200	p	
12H2N4A	815-880	N 200-650	p Nm 800-910		780-800	N 150-180	p	
14H11	840-860	N 150-180	p Nm 850-900		780-800	N 150-180	p	
15H11	840-860	N 150-180	p Nm 850-900		780-800	N 180-200	p	
18H2N2	840-860	N 150-180	p Nm 880-900		780-800	N 150-180	p	
20H2N4A	840-860	N 150-180	p Nm 880-910		780-800	N 180-190	p	
18HNFA	N 950 850-880	p 550-570	Nm 900-920	850-870		180-200	p	

ZASTOSOWANIE

Na elektromagnesy lub tp. elementy urządzeń elektrycznych samolotu.
Dłut do spawania stali węglowej. Temp. tonienia 1530°C.

Ślacha do głębokiego tłoczenia, na zbiorniki itp. Płaszczki cylindrów silników chłodzonych wodą. Podkładki, elementy kute, Nm. lub Cj.

Ślonki płóz ogonowych. Mało obciążone węzły spawane.

Dłut do wyrobu nitów.

Dłut do spawania i rury na mało obciąż., węzły, kadłuby, zastrzały itp. Mało obciążone okucia elem. drewnianych. Podkładki, nakładki, różnorki, węzły, spawane, sterownice, kadłuby, rury ssące, przewody olejowe.

Dłut do wyrobu nitów. Elementy sztywne i samolotów mało obciążonych jak dla stali 20, odporne na ścieranie. Kola zębate, sworznie. Po nawęglaniu lub cyjanowaniu i następnym hartowaniu oraz odpuszczaniu daje twardość powierzchniową $H_{RC} = 56-62$ i twardość $H_B = 140-160$.

Stosowane szeroko w konstrukcji maszyn a w samolotach na tulejki, końcówki, podkładki i śruby mniej obciążone. Do hart. powierzchni.

Na elementy lotnicze mało obciążone jak: śruby, sworznie, na rełki, elementy fasonowe, kola zębate, walki, wsporniki, śruby dwustronne, tuleje cylindrowe (niepodlegające azotowaniu), oraz różne elementy silnika i płatowca. Po hart. i odpuszcz. w temp. 180-200°C na elementy odporne na tarcie, jak: wrzeciona, walki i kola zębate.

Kute kola zębate, ciężkie, tarcze sprężyn, mniej obciążone szybkoobrotowe walki i wrzeciona, ślimaki, elementy odporne na ścieranie, taśmy do podwieszania agregatów i zbiorników.

Dłut na linki, mniej obciążone sprężyny (oszczędz. lotniczy). Taśmy jak ze stali 55. Do silników lotn. na elementy słabo obciążone utwardzone hartowaniem, podkładki osłonowe, druzorządne sworznie, kolki stożkowe, kliny, narzędzia do obsługi silników, ciężkie, sprężyny płaskie, resory.

Dłut $\phi 0.3-5.0$ na sprężyny spiralne mało obciążone.

Dłut na linki i sprężyny spiralne (niezaworowe).

Na elementy maszyn bardzo twarde i odporne na ścieranie: walce, płyty do pras, matryce, narzędzia.

Na elementy maszyn o wysokiej twardości i dużej odporności na ścieranie: kule, tłyty do pras, narzędzia.

Dłut na linki i sprężyny zwojowe, mało obciążone (niezaworowe). Dłut o przekroju kwadratowym i prostokątnym na podkładki sprężyste (Grovera). Pierścienie sprężyste. Duże i mało obciążone elementy.

Mało obciążone sprężyny płaskie i zwojowe, resory.

Resory średnio obciążone, sprężyny płaskie i spiralne mniej obciążone, tarcze cierne, dłut na podkładki sprężyste (Grovera).

Resory średnio obciążone, pierścienie oporowe, tarcze cierne, mniej obciążone kola zębate i wały, odporne na ścieranie.

Dłut na sprężyny zaworowe dla siln. lotn. Odpowiedzialne sprężyny i resory średnio i silnie obciążone, odporne na obciążenia zmęczeniowe.

Na sprężyny bardzo wysoko obciążone i sprężyny zaworowe.

Mało obciążone walki, drążki i mniej odpowiedzialne elementy lotnicze oraz na elementy maszyn średnio obciążone. Po kuciu nie podlega obróbce cieplnej, twardość $H_{RB} = 92-121$.

Jak stal 15HA, lecz na większe obciążenie, przy dużych prędkościach odporna na tarcie.

Na elementy maszyn mniej obciążone, odporne na tarcie, stal zast. Cr-Ni. Jak 14H11, większe obciąż. i odp. 500°C — miękka i ciąga — $R = 70-80 \text{ kg/mm}^2$. Elementy nawęgl. o znacznej wytrzymałości i dużej tward. powierzchni.

Jak stal 15HGM, lecz na elementy o większych przekrojach.

Dłut do spawania stali Cr-Mo.

Na elementy maszyn, kola zębate większych średnic średnio obciążone i jak stal zastępcza dla stali 12HN3A.

Powszechnie stosowana w lotnictwie, szczególnie w silnikach lotniczych przy średnich i zmiennych obciążeniach jak: kola zębate, walki różn. rzędów, sworznie, tłokowe i korbowodowe, osie kół, krążki, rolki i popychacze, krzywki rozrządu itp.

Na elementy lotnicze jak ze stali 12HN3A, szczególnie o większych przekrojach, walki napędowe, kola zębate itp.

Elementy maszyn i samolotów średnio obciążonych, o mniejszych przekrojach jak: odpowiedzialne śruby, sworznie itp.

Jak stal 14HN.

Na elementy maszyn średnio obciąż. i jako stal zast. dla stali 12H2N1A.

Na elementy jak dla stali 12H2N4A, silnie obciążone śruby dwustronne, kola zębate większych średnic itp. odporne na drgania.

Dla elementów samolotów, szczególnie silników lotniczych, b. obciążonych siłami zmiennymi i narażonych na drgania, jak: korbowody, wały korbowe silników rzędowych i gwiazdowych, kola zębate reduktorów, sworznie, tłokowe, odpowiedzialne sworznie i śruby dwu-

Tabela 4a

Znak PN	Stan dostawy	Postać dostawy	Własności mechaniczne (minimalne)													Obrabialność	Kucie	Wyznaczanie	Normalizowanie
			Po zastosowaniu następujących obróbek: H-hartowanie, Z-wyznaczanie, O-odpuszczenie, C-ciąganie lub O-w olej, w-walcowanie, T-ulepszenie, ciepło, p-w powietrze, H-walcowanie, na p-normalizacja, gorąco, S-słan surowy																
			Wytrzymałość na rozciąg. Rr kg/mm ²	Granica plastyczności Qr kg/mm ²	Wytrzymałość na zginanie Zg ⁺ kg/mm ²	Wydłużenie α5 %	Przepięcie C %	Ułamność U kg/cm ²	Twardość *		Moduł sprężystości E kg/mm ²	Moduł sprężystości G kg/mm ²							
							Brinella Hb	Rockwella Hrc											
Arniko	Z Bl. Pr. Pt. Ks.	Z-900-950	23-30	15	18	26-30	60-65	20-25	60-70		21070	8000		1300-800	900-950				
10A	C Dr. +0.4-10	C	40-45			2-3					19800	8000			800-900				
10	C Bl. +4	C	28-42			24-27	60				19800	8000			800-900				
1261A	N Pr. Odk.	N-980	34-45	21	16-22	31	55		S=131		19800	8000	0.6	1300-800	860-900	900-980	p		
15A	C Dr. kalibr.	C	45-65			3		37	±229		20800	8200		1200-800	850-880	900-920	p		
20A	Z R.C. bezszwu	Z-880	40			20					20200	8100			900-950				
20	N Bl. Pr. Odk. (Bl. w stanie C)		41-50	25	21	25	55		S=158		20000	8100		970-890	890-920				
	Pr. Odk. ±0.50 mm, H-w: Odp. wg. danych		50-60	28-35		18	45		±15-160	55-62	20000	8100	0.9	1300-800	870-890	880-920	p		
206A	C Dr. (kal.)	C																	
	N Pr. Odk. ±0.25	N-910	43	25		22	50		S=197		20000	8200		1230-800		900-950	p		
	Pr. Odk.	H-850-w; 0-300	125-130			6.5	57-60	8-9	364										
	Pr. Odk.	H-890-w; 0-450	57	42.5		16.7	72	12											
35	N Pr. Odk.	N-860	52-65	31	25-32	20	45	3-5	S=197		20100	8100	1.55	1280-800	850-900	850-950	p		
	Pr. Odk. ±0.60	H-840-850-w; 0-560-620	55-65	35-45		18-22	45-55	5-7	155-137										
45	N Pr. Odk.	N-830-850	60-70	34	43	16	40	2-3	S=241; M=207		20800		1.5						
	Pr. Odk. ±100	H-820-840-w; 0-560-600	65	35	30	17	38	4.5	192-240				0.9	1260-800	720-800	820-870	p		
	Pr. Odk. ±50	H-820-840-w; 0-520-530	60	35	35	10	40	5.5	241-285	24-30	21350	8100	0.75						
	Pr. Odk. ±60	H-820-840-w; 0-180-200	130	115		6	22		40-50										
55	C Tasmu 0.1-3.0 C		55-100			5													
	N Pr. Odk.	N-810-830	64-80	36		12	55	2.5-3	S=255; M=229		21800	8100	50%	1250-800	850-860	810-850	p		
	Pr. Odk. ±28	H-850-w; 0-600-p	185	60-47		15													
65	C Drul. ±0.3-6.0	C-ciąg. na zimno	320-140																
	C Tasmu 0.1-3.0 C	C-żimno walcow.	115-75																
	N Pr. Odk. Pt.	N-810	66-90	38		10	30		S=255; M=229		21800	8100	45%	1230-800	810-860	810-870	p		
	Pr. Odk. Pt.	H-830-o; 0-380	100	80		10-9	35												
MS	C Drul. ciąg.	C-zalecane 0-250-320	10-130								21000	8100							
OWS	C Drul. ciąg.	C-zalecane 0-250-320	140-220								21000	8100							
75	N Pr. Odk.	N-790-810	75-95	41		8	25		S=269		21000	8100		1050-800		780-850	p		
	N Pt.		110	90		7	30		M=229										
85	N Pr. Odk.	N-780-800	80-100	45		8	30		S=302		21000	8100	0.65	1050-800		780-800	p		
	N Pt.		115			5	30		M=229										
656	C Dr. ±0.6-1.0	C-0.5-6.5; 0.6x1.0-6x8	160-180																
	N Pr. Pt.	N-810-830	75	40		8	35		S=269; M=229		21090	8370	0.75	1280-800	780-820	810-850	p		
	Pr. Pt.	H-790-810-o; 0-530-600	90-105	70		8	34		269-302	28-33	20900	8300	0.55						
505S	Z Pr. Pt.	Z-800-820	72	40		18	35	4.5	196		21500	8500	50%	1180-800	800-820	810-840	p		
	Pr. Pt.	H-800-820-o; 0-400	120	90	~50				39-45										
60S2A	N Pr. Pt. ±6	N-850	95	59		20.5	49		254		8600								
	Pr. Pt. ±6	H-850-860-o; 0-450-p	210	180		5.2	34	129	455		20000	8340	45%	1200-800	750	830-850	p		
	Pr. Pt. ±15	H-860-o; 0-400-510p	130-160	120-140	50	5	20-25		415	44	3400								
50H6A	Z Pr. Pt. ±6	Z-820	73	39		20	54.5	4.7	272		21500	8600							
	Pr. Pt. ±12	H-850-o; 0-490	130	120		20-6	35				21080	8500	50%	1200-800	820	840	p		
	Pr. Pt. ±6	H-840-o; 0-400	187.5	160		5.8	37.6	0.84	502		20950	8490							
50HFA	N Dr. 0.5-14	H-850 ^{±10} -o; 0-370-420	150			45					21080	8400							
	Z Pr. Pt.	Z-810	68	45	31.3	24	63	7	225		21200	8550	0.75	1200-800	810-830	860-880	p		
	Pr. Pt. ±0.15	H-860-880-o; 0-350-400	140-150	120	66.5	5	25		401	40-47	20850	8360	0.35						
	Pr. Pt. ±6	H-830-o; 0-500	106	101		16-11	56		345		21600	8660							
60S2HFA	N Pr. Pt. Dr.	H-840-o; 0-450	190	170		5	20		S=302					1200-800					
	Z Pr. Odk. ±15	Z-870	40	20		25	70	15	M=179				2.5						
15HA	Pr. Odk. ±60	N-900-920; H-780-800p; 0-200	62	38		15	45	6	179	56-62	20700	7900	11.6	1260-800	860-870	870-900	p		
	Pr. Odk. ±15	H-860-n; H-760-n; 0-200-p	70	50		8	40												
20HA	Pr. Odk. ±60	N-900-920; H-780-800p; 0-200	65	40		12	40	5	187	56-62	21000	7900	6.5%	1260-800	860-870	870-900	p		
	Pr. Odk. ±15	H-860-o; 0-500	80	60		12	50												
14H6	Pr. Odk. ±30	H-860-o; 0-180-p	80	60		12	45	8	M=187					1150-800	basr. 650	850-880	p		
20H6A	Pr. Odk. ±60	N-900-920; H-780-800p; 0-200	80	60		10	40	6	229	56-62				1150-800	basr. 660	860-880	p		
15H6M	Pr. Odk. ±45	H-840-o; 0-180-p	90	70		12	45	8	M=207	58-63				1150-800	basr. 670	860-880	p		
	Pr. Odk. ±60	H-840-o; 0-190-p	110	90		10	50	9	M=217					1200-800	basr. 670	870-890	p		
18H6MA	Pr. Odk. ±30	N-900-920; H-780-800p; 0-200	110-145	75		7	45	8	321-364	56-63						870-890	+ 0-670		
20HMA	C Dr. (kalibr.)	C	60								21800	8400			830-850				
12H2A	Pr. Odk.	H-860-w; H-780-w; 0-200	80	60		12	50	9	M=207		20400		0.85	1200-800	840-880	885-940	p		
	Pr. Odk.	N-900-920; H-780-800p; 0-200	70	55		12	50	9	229	56-62									
12HN3A	Z Pr. Odk.	Z-870	50	30		20	60	14	187-255										
	Pr. Odk. ±60	N-900-920; H-780-800p; 0-200	95	70	37	10	50	10	255-302	56-62	20400		0.7	1200-800	860-880	880-900	p		
	Pr. Odk.	H-860-w; H-780-w; 0-150-w	95	70		11	55	9	M=217				0.6						
	Pr. Odk. ±25	H-830-w; H-770	106	88		10	50	17											
12H2MA	Z Pr. Odk.	Z-870	50	30		20	60	14	187-255										
	Pr. Odk. ±60	H-800-o; H-780-o; 0-200	110	85		10	50	9	M=289		20400		40%	1180-830	850-870	860-900	p		
	Pr. Odk.	N-900-920; H-780-o; 0-180	120	115		10	55	8	302-388	56-64				1228-800	basr. 650	850-870	p		
14HN	Pr. Odk.	H-840-n; 0-180-p	80	60		12	50	8	M=197		20400			1150-850	basr. 640	840-870	p		
	Pr. Odk. ±30	N-900-920; H-780-800p; 0-200	70-95	55		13	50	9	~60										
15HN	Pr. Odk.	H-860-w; H-820-w; 0-190-p	100	85		10	50	7	M=229		20400			1150-850	820-840	840-870	p		
18H2N2	Pr. Odk.	H-860-w; H-810-w; 0-180-p	120	110		10	45	7	M=241		20400			1150-850	830-840	850-890	p		
	Pr. Odk.	H-880-w; H-780-w; 0-200-p	120	110		9	45	8	M=269										
20H2MA	Pr. Odk.	H-780-o; 0-160	125-145	115		7	45	8	321-444		20400	7850		1200-800					
	Pr. Odk.	H-800-o;																	

* W statkach do nawęglania HB-odnosi się do rdzenia, HRC-do warstwy nawęglonej.

Technika Łożnicza. Pomocnik Konstruktorów.

Tabela 5

Nazwa Podgrupa	Znak PN	Norma PN lub W.T.L.	Oznaczenia				Skład chemiczny w % (nie więcej niż)										Właściwości fizyczne																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			Odpowiedniki dawne (przybliż.)				Węgiel	Mangan (G)	Krzem (S)	Fosfor (H)	Chrom (H)	Nikiel (N)	Inne:	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny	Ciężar względny