



**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**

**WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK**

~~Do użytku służbowego~~

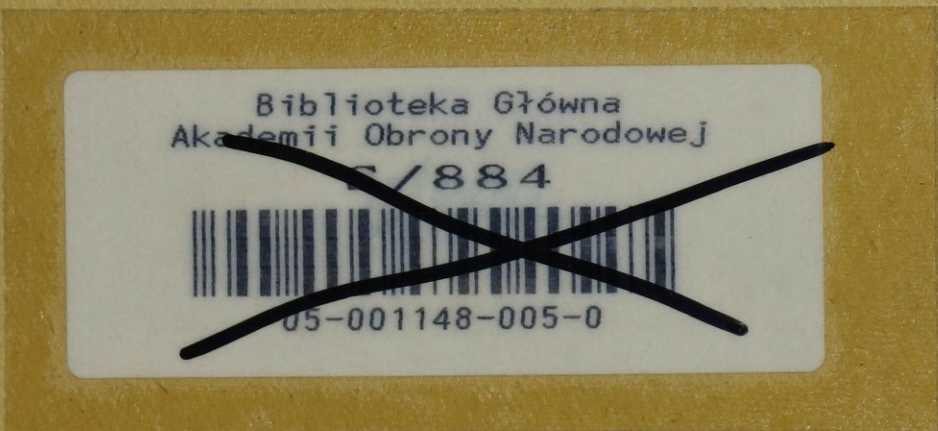
ASG WP weWB. 3824/84

Egz. nr 19

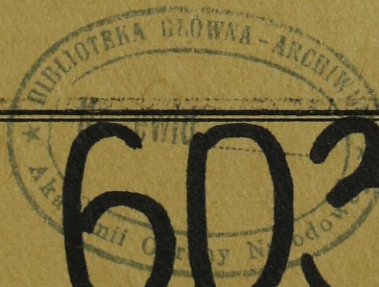
Kpt. mgr inż. Tadeusz LECZYKIEWICZ

**BUDOWA I UTRZYMANIE  
METALOWYCH NAWIERZCHNI  
LOTNISKOWYCH**

Skrypt



WARSZAWA



60365



**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**

**WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK**

~~Do użytku służbowego~~

ASG WP wewn. 3824/84

Egz. nr .....19

**Kpt. mgr inż. Tadeusz LECZYKIEWICZ**

**BUDOWA I UTRZYMANIE  
METALOWYCH NAWIERZCHNI  
LOTNISKOWYCH**

**Skrypt**

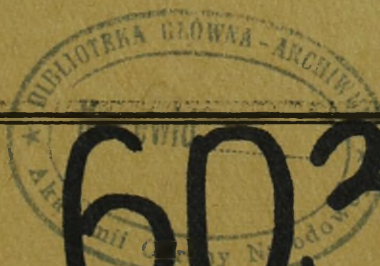
Biblioteka Główna  
Akademii Obrony Narodowej

~~3824/884~~



~~05-001148-005-0~~

WARSZAWA



60365 1984

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

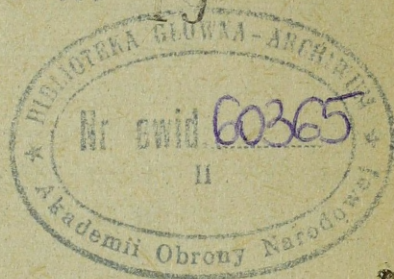
WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK

ASG WP wewn. 3824/84

~~ASG WP wewn. 3824/84~~

Egz. nr ...

19



Kpt. mgr inż. Tadeusz LECZYKIEWICZ

BUDOWA I UTRZYMANIE  
METALOWYCH NAWIERZCHNI LOTNISKOWYCH

Skrypt



WARSZAWA

1984

## SPIS TREŚCI

	Strona
OD AUTORA .....	3
ROZDZIAŁ 1. CHARAKTERYSTYKA ROZBIERALNYCH NAWIERZCHNI LOTNISKOWYCH .....	4
1.1. Wiadomości wstępne .....	4
1.2. Charakterystyka techniczna rozbieralnych nawierzchni lotniskowych produkcji radzieckiej ..	11
1.3. Charakterystyka i technologia budowy przenośnych nawierzchni lotniskowych stosowanych przez państwa NATO .....	19
ROZDZIAŁ 2. TECHNOLOGIA BUDOWY METALOWYCH NAWIERZCHNI LOTNISKOWYCH .....	32
2.1. Przygotowanie podłoża .....	32
2.2. Transport płyt /dowóz na miejsce układania nawierzchni/ .....	37
2.3. Układanie nawierzchni /montaż/ .....	43
2.3.1. Rozpakowywanie, roznoszenie i wstępne rozkładanie płyt na podłożu gruntowym ..	43
2.3.2. Układanie nawierzchni /montaż płyt/ .....	45
2.3.3. Zamocowanie krawędzi nawierzchni .....	49
2.3.4. Przedłużanie nawierzchni betonowej płytami metalowymi .....	50
2.4. Organizacja pracy przy układaniu /montażu/ nawierzchni, skład i wydajność zespołów roboczych ..	51
2.5. Organizacja pracy przy rozbieraniu /demontażu/ metalowych nawierzchni lotniskowych .....	62
2.6. Kontrola robót .....	68
ROZDZIAŁ 3. UTRZYMANIE METALOWYCH NAWIERZCHNI LOTNISKOWYCH .....	70
3.1. Rodzaje i przyczyny uszkodzeń .....	70
3.2. Zasady eksploatacji .....	73
3.3. Naprawa metalowych nawierzchni lotniskowych ..	75
3.3.1. Bieżąca naprawa uszkodzeń .....	75
3.3.2. Naprawa główna .....	80
3.4. Przechowywanie metalowej nawierzchni lotniskowej .....	81
BIBLIOGRAFIA .....	83

## OD AUTORA

Skrypt "Budowa i utrzymanie metalowych nawierzchni lotniskowych" obejmuje charakterystykę techniczną rozbieralnych nawierzchni lotniskowych i perspektywy ich rozwoju, organizację prac związanych z technologią ich układania /montażu/ i rozbierania /demontażu/ oraz zasady określania potrzeb w zakresie sił i środków niezbędnych do wykonania tych prac. W celu zapoznania odbiorców z wymogami utrzymania metalowych nawierzchni lotniskowych w stałej gotowości eksploatacyjnej zawarto w nim także zasady eksploatacji, konserwacji i napraw.

Skrypt zawiera także opis prawidłowego wykonywania robót zarówno pod względem technologicznym, jak i organizacyjnym. Szczegółowe przedstawienie w nim rozwiązań technologiczno-organizacyjnych, stosowanych przy budowie i utrzymaniu metalowych nawierzchni lotniskowych, danych technologicznych i norm wydajnościowych przy tego typu pracach, pozwala na lepsze zrozumienie czynników mających wpływ na ich tempo, koszt i jakość. Autor położył główny nacisk na wiadomości praktyczne, które dla stykających się bezpośrednio z wykonawstwem robót są niewątpliwie bardzo przydatne.

Umieszczenie w skrypcie charakterystyki technicznej i technologii układania przenośnych nawierzchni lotniskowych, stosowanych przez państwa NATO, pozwala na zapoznanie się z typami nawierzchni przenośnych potencjalnego przeciwnika oraz możliwościami ich wykorzystania do budowy rozbieralnych nawierzchni lotnisk polowych, budowanych w warunkach operacyjnych.

Skrypt przeznaczony jest przede wszystkim dla słuchaczy i kadry ASG WP. Może być także wykorzystywany przez słuchaczy Wyższej Szkoły Oficerskiej Wojsk Inżynieryjnych profilu lotniskowego /SCH i SPR/, a także przez inżynierów i techników - pracowników lotniskowych jednostek wykonawczych, bezpośrednio wykonujących i kierujących tego typu pracami. Starając się o popularne, łatwo zrozumiałe ujęcie treści skryptu autor kierował się koniecznością dostosowania jej do zróżnicowanego przygotowania ogólnego i specjalistycznego odbiorców. Przy opracowaniu skryptu korzystano z dostępnych opracowań różnych autorów, w tym głównie w języku rosyjskim.

## ROZDZIAŁ 1

### CHARAKTERYSTYKA ROZBIERALNYCH NAWIERZCHNI LOTNISKOWYCH

#### 1.1. Wiedomości wstępne

Pod pojęciem przenośnych, składanych nawierzchni lotniskowych należy rozumieć tymczasowe nawierzchnie dróg startowych, dróg kołowania i miejsc postoju samolotów lotnisk operacyjnych /polowych/, do budowy których zastosowano gotowe elementy prefabrykowane różnych konstrukcji, składane i łączone na miejscu ich układania. Nawierzchnie te mogą być rozbieralne i nierozbieralne, przy czym w rozwiązywaniu problemu lotniskowego istotne znaczenie, ze względu na swoją podstawową zaletę tj. natychmiastową używalność po ułożeniu oraz możliwość wielokrotnego rozbrania i ułożenia, mają nawierzchnie rozbieralne wszystkich typów, w tym głównie metalowe nawierzchnie lotniskowe.

Rozbieralne nawierzchnie lotniskowe pojawiły się w czasie I wojny światowej. W okresie tym przede wszystkim na rozbieralne drogi startowe stosowano drewno. Były to zwykle lekkie nawierzchnie drewniane:

- nierozbieralne, wykonywane na miejscu z oddzielnych desek, bal i połowizn, łączonych ze sobą za pomocą gwoździ stalowych, drewnianych kołków lub zazębiionych stalowych dybli;

- rozbieralne, składane z oddzielnych płyt wykonywanych w warsztatach, łączonych ze sobą za pomocą śrub, co pozwalało na łatwe rozbieranie nawierzchni. W ZSRR pierwszą nawierzchnię drewnianą ułożono w 1936 r. na lotnisku w rejonie Homla. Stosowano je również później w okresie II wojny światowej m.in. na lotniskach Białomorsk i Mukaczewo /nawierzchnie tych lotnisk wykonane były z desek ułożonych na belkach nośnych/.

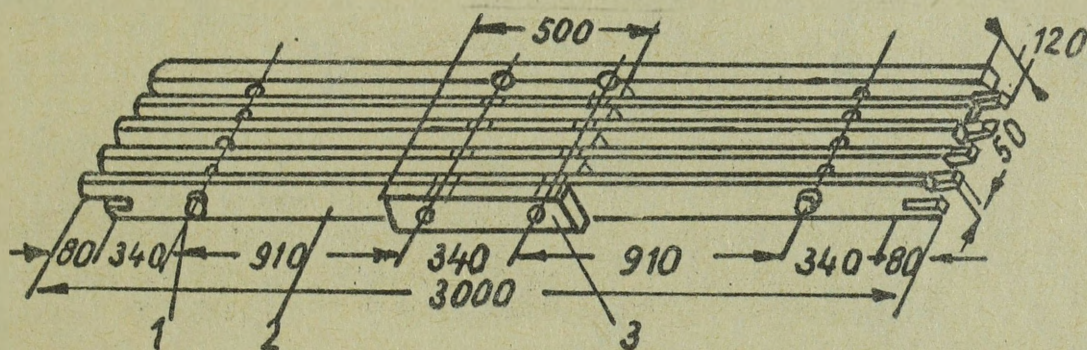
Nawierzchnie drewniane układano na dobrze splantowanym podłożu gruntowym /zagęszczonym i odwodnionym/. Drewno impregnowano 3% roztworem fluorku sodowego i fluorku krzemowo-sodowego. Nawierzchnie te, jako łatwopalne i trudne do układania, wymagające olbrzymiej ilości drewna, nie przyjęły się i były stosowane tylko w niektórych rejonach o dużej ilości lasów, tartaków i warsztatów obróbki drewna. Np. do budowy drewnianego pasa startowego lotniska II klasy potrzeba było ok. 8200 m<sup>3</sup> drewna i 26 ton gwoździ. Nawierzchnia taka mogła być ułożona przez jeden batalion budowy lotnisk w ciągu jednego miesiąca. Drewniane płyty rozbieralne o wymiarach 50 x 300 cm, grubości 12 cm ważyły ok. 70 kg; były przy tym mało wytrzymałe na zginanie i uderzenia, trudne do transportu, ciężkie, słabe i łatwopalne.

W tym okresie w USA powstały różne rozwiązania szybkiej budowy dróg

startowych z gotowych, wykonanych fabrycznie elementów, składanych i łączonych na miejscu układania, łatwych do rozbierania w razie potrzeby. Przeważnie były to siatki, płyty stalowe lub maty z różnych materiałów, a mianowicie:

- stalowe płyty perforowane /z otworami/;
- stalowe płyty /maty/ korytkowe /z otworami/;
- siatki metalowe z drutu 5 mm;
- maty trzcinowe, drewniane, gumowe lub z juty smołowanej o ograniczonym użytkowaniu /przeważnie jednokrotnie/.

Do stabilizacji gruntów podłoża stosowano żwir lub tłuczeń /na gruntach gliniastych/, glinę ze żwirem /na gruntach piaszczystych/, a w niektórych przypadkach bitumy, ropę naftową, tłuczoną cegłę z wapnem /zaprawą/ itp. Mieszanie gruntu i wałowanie /zagęszczanie/ było stosowane sporadycznie, ponieważ samoloty były lekkie i wystarczył im krótki pas startowy, utwardzony tylko w wyjątkowych wypadkach.

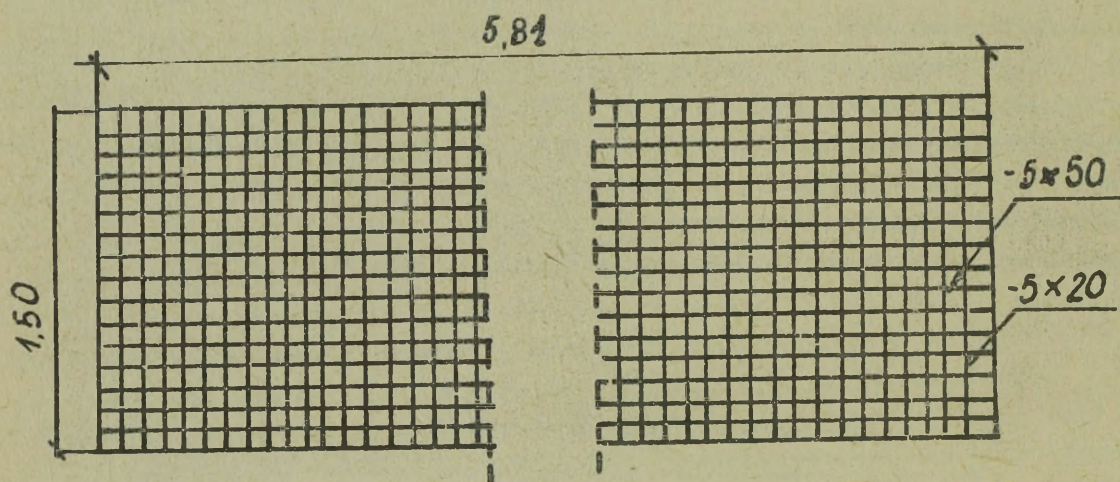


Rys. nr 1. Standardowa rozbieralna płyta drewniana:

1. Śruba /pręt montażowy/ 37 mm
2. Deska 50 x 120 mm
3. Przekładka

W okresie międzywojennym drewno zastąpiono gęstymi kratami, potem siatkami metalowymi, a w końcu perforowanymi płytami metalowymi. Przed II wojną światową, ze względu na eksploatację coraz cięższych samolotów, zaistniała konieczność budowy nawierzchni utwardzonych. Zaczęto także stosować metalowe nawierzchnie rozbieralne. Pierwsze takie drogi

startowe rozbieralne zostały wykonane ok. 1936 roku na zachodnim brzegu Afryki /przez niemieckie towarzystwo "Lufthansa"/ o długości 600 m, szerokości od 20 do 81,3 m. Rozmiary oddzielnych płyt wynosiły 581 x 150 cm. Płyta składała się z podłużnych płaskowników o przekroju prostokątnym 5 x 50 mm, na których, w kierunku poprzecznym, przyspawane były płaskowniki 5 x 20 mm /rys. nr 2/.



Rys. nr 2. Płyta kratowo-metalowa

Ciężar 1 m<sup>2</sup> takiej płyty wynosił 20 kg. Płyty były układane bezpośrednio na nawierzchni gruntowej lub trawiastej /darniowej/, wyrównanej i niekiedy stabilizowanej pospółką, żwirem lub grysem na głębokość ok. 10 cm. Zwiększało to nośność nawierzchni metalowej oraz stwarzało dobre warunki odwodnienia, zabezpieczając jednocześnie kołujące samoloty od uderzeń bryzgów błota czy wody. Poszczególne płyty łączono ze sobą za pomocą sprężystych zatrzasków, a w niektórych wypadkach stosowano spawanie. Płyty były mocowane do podłoża za pomocą stalowych kotew. Ten rodzaj DS o nawierzchniach rozbieralnych, zwanych kratowo-metalowymi, szybko się rozpowszechnił. Stosowany był głównie w Anglii i we Francji, przy czym w Anglii na terenach równinnych, porośniętych darnią w większym stopniu stosowane były nawierzchnie z siatek metalowych. Również w ZSRR opracowano i stosowano w tym okresie szereg typów nawierzchni metalowych.

W pierwszych latach II wojny światowej /1939-1941/ opracowano w USA szereg rodzajów metalowych nawierzchni rozbieralnych, przy czym największe uznanie od 1941 r. zdobyły płyty stalowe perforowane, które by-

By następnie powszechnie stosowane na lotniskach polowych w USA, Europie, Azji i Afryce. Ogólnie powierzchnie stalowe były dzielone na dwie grupy: lekkie - o ciężarze  $5-9 \text{ kg/m}^2$  i ciężkie - o ciężarze  $19-27 \text{ kg/m}^2$  i więcej.

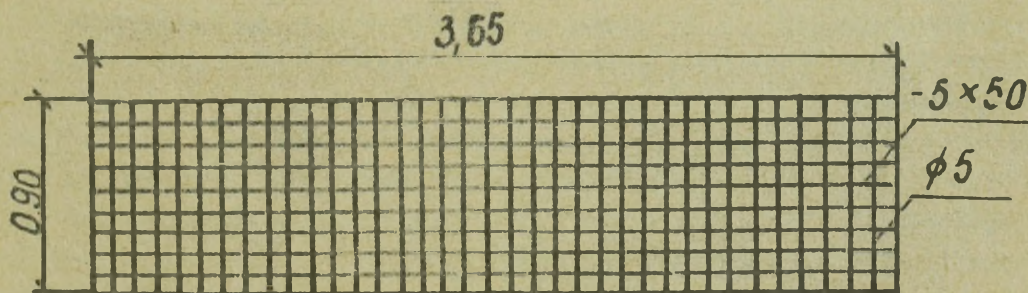
Do lekkich metalowych powierzchni rozbieralnych zaliczano:

- kraty z płaskowników i prętów okrągłych;
- siatki z prętów spawanych;
- siatki Sommerfelda.

Do ciężkich mat stalowych /powierzchni rozbieralnych/ należały:

- kraty Irvinga;
- ciężkie kraty z płaskowników i prętów;
- maty korytkowe;
- stalowe płyty perforowane.

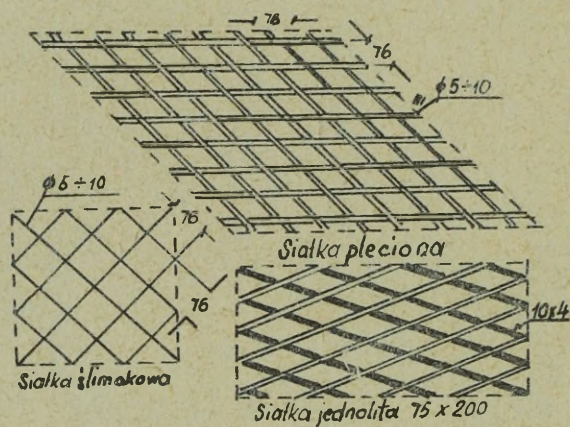
W celu zmniejszenia ich ciężaru czynione były próby produkcji płyt perforowanych aluminiowych lub duraluminiowych. Okazały się one jednak znacznie słabsze i droższe od stalowych, wobec czego produkcja ich była ograniczona. Znaczne zastosowanie znalazły różne typy krat /lekkich, średnich i ciężkich/ o wymiarach  $3,65 \times 0,9 \text{ m}$ , wykonanych z płaskowników ułożonych "na kant" oraz z prętów okrągłych o średnicy  $5 \text{ mm}$ , które były przyspawane pod ciśnieniem do stalowych podłużyc w odstępach co /ok./  $10 \text{ cm}$  /rys. nr 3/.



Rys. nr 3. Płyta kratowo-metalowa

Do budowy dróg startowych dla lekkich i średnich samolotów znalazły zastosowanie siatki spawane z grubego drutu /zwykle/ lub z rozciąganej grubej blachy  $3-4 \text{ mm}$  /jednolite/. Siatki miały oczka  $7,56 \text{ mm}$  i były

wykonane z drutu ocynkowanego o średnicy 5-10 mm. Układane były z reguły na dobrze zdrenowanej, wysuszonej nawierzchni naturalnej /gruntowej lub trawiastej/. Dostarczane je na miejsce ułożenia w rolkach, które po rozwinięciu łączono za pomocą klamer. Ponadto siatkę mocowano stalowymi kotwami do podłoża /tzw. kotwami Sommerfelda/.

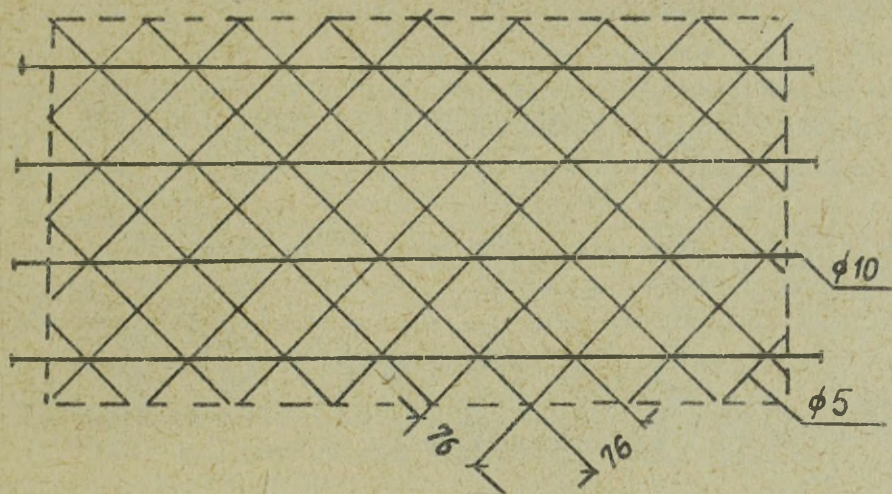


Rys. nr 4. Siatka metalowa zwykła

Odmianą nawierzchni siatkowych były wzmocnione nawierzchnie Sommerfelda, które znalazły szerokie zastosowanie do szybkiej budowy lub odbudowy dróg startowych. Poprzez rozłożenie nacisku opon samolotów na dużą powierzchnię uzyskiwano znaczną nośność nawierzchni, dzięki czemu nie następowało rozluźnienie gruntu lub darniny w podłożu. Były to zwykle siatki z drutu o średnicy 5-10 mm, przez które przewleczone /poprzecznie do kierunku ruchu/ stalowe pręty o średnicy ok. 10 mm. Siatki mocowano wzajemnie klamrami lub poprzez spawanie, a do podłoża - stalowymi kotwami /rys. nr 5/. Zaletą nawierzchni siatkowych było szybkie ich układanie i rozbieranie oraz łatwy transport drogą lotniczą, a wadą - nieduża nośność.

Do budowy dróg startowych dla ciężkich samolotów stosowano kraty Irvinga. Stanowiły one siatkę z płaskowników o przekroju 4,8 x 25,4 mm, której oczka miały kształt rombu. Wzdłuż większej osi każdego oczka przechodziły także płaskowniki o tym samym przekroju. Płyty łączono wzajemnie za pomocą pierścieni i odgięć końców płaskowników. Używano również ciężkich spawanych krat z prętów okrągłych o średnicy ok. 10 mm ułożonych podłużnie i płaskowników 4,8 x 25,4 mm ułożonych poprzecznie.

Dla najcięższych samolotów stosowano natomiast ciężkie płyty kratowe, tzw. maty korytkowe, wykonane ze stalowych ceowników lub specjal-

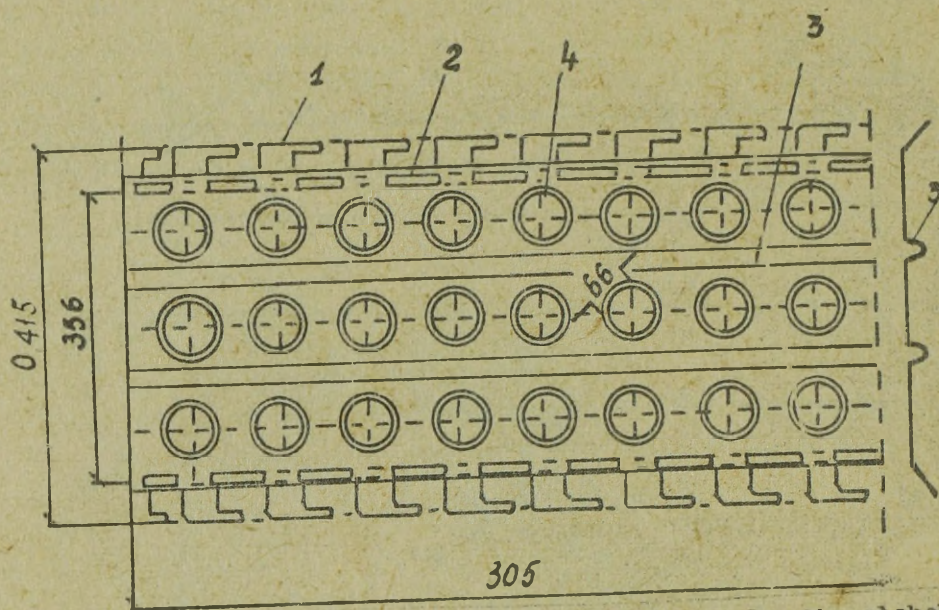


Rys. nr 5. Siatka metalowa Sommerfelda

nych profili walcowanych /kształtowników oewoyoh/ spawanych podstawkami 280 x 150 mm. Układano je prostopadłe do osi drogi startowej i łączone w jedną całość przez spawanie. Uszkodzone płyty można było łatwo wymieniać.

Największe zastosowanie znalazły jednak w tym okresie /głównie w ZSRR/ płyty stalowe perforowane z głęboko tłoczonej blachy o grubości 2-3 mm i wymiarach: długość - 3040 mm, szerokość - 415 mm, wysokość - 22 mm. W celu zmniejszenia ciężaru, płyty miały powycinane w 3 rzędach otwory o średnicy 66 mm. Ponadto miały także tłoczone podłużne żebra /karby/, których zadaniem było usztywnienie oraz lepsze unieruchomienie ich w podłożu. Na dłuższych krawędziach płyty miały powycinane haki bagnetowe /zęby, zaczepy/ i prostokątne otwory /wycięcia, wpusty/ montażowe, służące do łączenia płyt ze sobą. Do zabezpieczenia połączenia płyt używano sprężystych zatrzasków mocujących. Płyty malowano na kolor ochronny /zielony/, co chroniło je również przed korozją. Ciężar jednej płyty wynosił 18-35 kg, a powierzchnia 1,16-1,26 m<sup>2</sup>. Praktycznie stosowano wówczas różne odmiany płyt perforowanych.

Wśród nawierzchni perforowanych w USA dużą popularność zyskały natomiast tzw. płyty Martsona /rys. nr 6/. Wykonane z nich nawierzchnie charakteryzowały się znaczną nośnością, stosunkowo małym ciężarem, szybkością montażu, łatwością wymiany uszkodzonych elementów oraz możliwością wielokrotnego użycia. Wykonane były ze stalowych żebrowanych



Rys. nr 6. Płyta Martsona - perforowana z blachy stalowej, głęboko tłoczona 3-3,5 mm z otworami o 66 mm i wymiarach 3040x415 mm /powierzchnia 1,16 m<sup>2</sup>/ oraz ciężarze 27-32 kg; 1 - haki, 2 - wpusty, 3 - żebra usztywniające, 4 - otwory /perforacje/

arkuszy blachy stalowej o grubości 3,4 mm, z trzema rzędami otworów o średnicy 66 mm. Otwory, stanowiące ok. 1/3 powierzchni płyty, zmniejszały znacznie jej ciężar, zwiększając jednocześnie przyczepność opony koła samolotu. Płyta miała dwa podłużne żebra usztywniające, które wraz z odpowiednio zagiętymi krawędziami bocznymi i wyprofilowanymi obwodami otworów nadawały jej właściwą sztywność oraz sprzyjały unieruchomieniu w podłożu. Ciężar płyty wynosił 29 kg, długość - 3048 mm, szerokość 381 mm i wysokość profilu - 22,5 mm. Łączenie płyt następowało przez wprowadzenie haków jednej płyty w prostokątne wycięcia sąsiedniej i przesunięcie jej w kierunku układania. Wzajemnego zamocowania płyt dokonywało się za pomocą sprężynujących zatrzasków /zawleczek/.

W czasie II wojny światowej powszechnie stosowano już nawierzchnie lotniskowe z elementów prefabrykowanych, rozbierane wraz z przesuwaniem się frontu i przebazowywaniem lotnictwa. Niektóre z pomysłów poczyniły jednak także z okresu I wojny światowej. Generalnie chodziło o podwyższenie nośności nawierzchni lotniskowych /gruntowej lub darniowej/, budowanych niekiedy w trudnych warunkach hydrogeologicznych, przy ograniczonej możliwości wyboru lepszego terenu pod lotnisko i ograniczonym czasie jego budowy /24-72 godziny tj. 1-3 dób/.

Po zakończeniu wojny nawierzchnie płyt perforowanych były przez dłuższy czas eksploatowane przez lotnictwo wojskowe. W trakcie wieloletniej

eksploatacji nawierzchnie te zaczęły wykazywać wiele niedomagań, jak odginanie się ku górze końców płyt /krawędzi czołowych i narożników/, wyginanie się haków montażowych, itp. co doprowadzało do częstych uszkodzeń opon samolotowych. Doraźnie starano się zapobiegać tym zjawiskom m.in. przez układanie płyt na różnego rodzaju podbudowach ze żwiru, tłucznia, gruntu stabilizowanego /wzmocnionego/ bitumem itp., lecz nawierzchnie te nie były już w stanie sprostać wymogom szybko rozwijającego się lotnictwa.

Z chwilą wprowadzenia do uzbrojenia lotnictwa samolotów odrzutowych zaostrzyły się wymagania stawiane lotniskowym nawierzchniom rozbieralnym. Znacznie zwiększone ciężary samolotów, ciśnienie w oponach kół oraz prędkości startu i lądowania postawiły przed konstruktorami zadanie opracowania nowego typu nawierzchni rozbieralnych o większej nośności i sztywności. Ponieważ z perforowanych płyt pod działaniem podmuchu silników odrzutowych wydobywały się tumany kurzu, a po opadach deszczu podczas rozbiegu /dobiegu/ samolotu - strugi błota o dużej sile uderzenia, które uszkadzały silniki, podwozie i pokrycie samolotów, wprowadzono płyty stalowe zmodyfikowane - bez otworów. W celu wzmocnienia płyt tłoczono w nich kuliste wypukłości, rozmieszczone rzędami lub w szachownicę /zamiast poprzednio stosowanych otworów/. Wypukłości te miały nie tylko znaczenie wytrzymałościowe, ale także zwiększały współczynnik tarcia na śliskiej nawierzchni stalowej. Celem obniżenia ciężaru  $1 \text{ m}^2$  płyty wykonywano je z metali lekkich /np. aluminium i dural/ oraz tworzyw sztucznych, które bez obniżenia ich wytrzymałości zwiększały nośność nawierzchni /powyżej 10-20 ton/. Obok modyfikacji zmierzających do zwiększenia wytrzymałości nawierzchni rozbieralnych, dążono także do poprawienia ich walorów montażowych.

## 1.2. Charakterystyka techniczna rozbieralnych nawierzchni lotniskowych produkcji radzieckiej

Rozbieralne nawierzchnie metalowe, składające się z oddzielnych elementów - płyt, stanowią współczesne, tymczasowe nawierzchnie lotniskowe wykorzystywane na lotniskach specjalnego przeznaczenia /operacyjnych, polowych/ i na lądowiskach śmigłowcowych. Doświadczenia z zastosowań różnych typów metalowych nawierzchni /siatki, kraty, płyty/, głównie w okresie II wojny światowej, pozwoliły na opracowanie różnych nowych konstrukcji stalowych płyt /perforowanych i szczelnych/. W ZSRR tym - czasowe, rozbieralne nawierzchnie lotniskowe z płyt metalowych wprowadzono do eksploatacji na początku 1944 r. na lotnisku Połtawa, a już w 1945 r. ogólna powierzchnia metalowych nawierzchni lotniskowych wynosiła ok. 5 mln  $\text{m}^2$ .

Lotniskowe nawierzchnie metalowe przeznaczono są ponadto do zabezpieczenia działania lotnictwa w rejonach trudno dostępnych, w okresie wiosennych roztopów i długotrwałych opadów atmosferycznych, a więc w okresach utraty nośności nawierzchni gruntowych /naturalnych i wzmacnianych/ oraz darniowych /trawiastych/.

Do budowy lotniskowych nawierzchni metalowych stosowano różne płyty rozbieralne /wiele z nich eksploatuje się również obecnie/, wśród których należy wymienić:

Płyta stalowa perforowana - PSP /metalowa płyta perforowana - MPP/ posiada wymiary użytkowe 3,05 x 0,38 m i 1,16 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej /opisano ją w punkcie 1.1/.

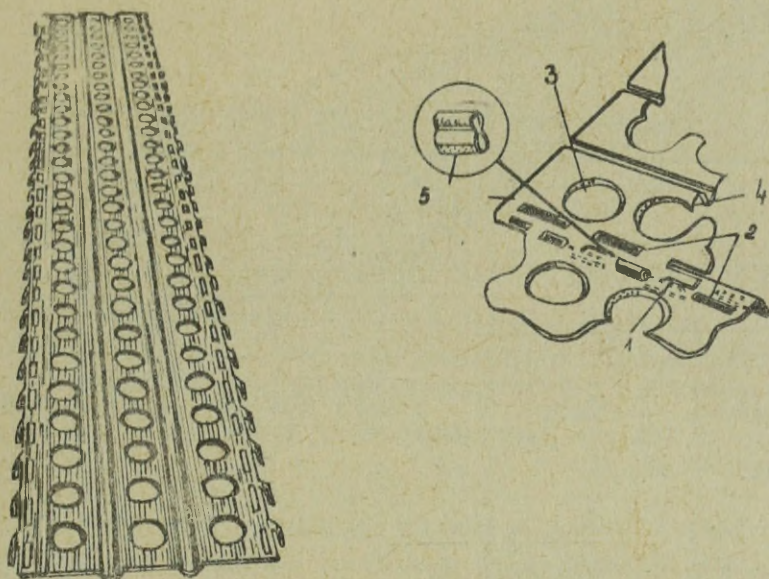
Z wprowadzeniem do wyposażenia lotnictwa samolotów odrzutowych, charakteryzujących się dużymi prędkościami lądowania i wyższym ciśnieniem w oponach kół, dotychczasowe konstrukcje metalowych nawierzchni z perforowanych płyt rozbieralnych wymagały unowocześnień. Na początku 1949 r. przystąpiono więc do opracowania nowych typów płyt metalowych, które spełniałyby wymagania współczesnych samolotów. Modyfikacje ich prowadzono drogą zmodernizowania dotychczasowych płyt perforowanych oraz drogą opracowania nowych ich konstrukcji.

Płyta PMP-1-53 /MPP-1-53/ różni się od poprzedniej - perforowanej starego typu - tylko zmniejszeniem średnicy okrągłych otworów /do 50 mm/ i obniżeniem jednej z czołowych krawędzi w dół /skos montażowy/ dla wzajemnego zazębienia przy montażu. Pojedyncza płyta posiada powierzchnię użytkową 1,16 m<sup>2</sup> i ciężar 28 kg, co daje ciężar jednostkowy nawierzchni 24 kg/m<sup>2</sup>. Produkowana jest w postaci płyt i półpłyt pakowanych w pakiety po 30 szt. w każdym /rys. nr 7/.

Płyty MPP /PMP/ i PMP-1-53 /MPP-1-53/ posiadają perforację /wytlaczane otwory/ o średnicy 50-66 mm rozmieszczone między żebrami, które zmniejszają ciężar płyt, a jednocześnie zwiększają ich wytrzymałość. Łączy się je za pomocą 30 standardowych zamków, składających się z bagnetowych haków i otworów montażowych. Sąsiednie płyty łączy się ze sobą poprzez nałożenie brzegu płyty z hakami na brzeg płyty z otworami i wzajemne przesunięcie względem siebie. Takie połączenie zamkowe zabezpiecza się dodatkowo sprężynowymi zawleczkami /zatrzaskami/.

Płyta MP-1-53 i MP-2-51 nie posiada perforacji. Otwory zastąpiono tu kulistymi wypukłościami na dolnej i górnej półce płyty. Łączy się je za pomocą jednostronnych zamków bez zawleczek /zatrzasków/ sprężynujących.

Płyta K-1-D ma profil korytkowy z dwoma rzędami kulistych wypukłości /bez otworów/, tłoczony z blachy stalowej o grubości 3 mm. Wzajemne połączenie płyt uzyskuje się poprzez bezzatrzaskowe zamki jednostronne.

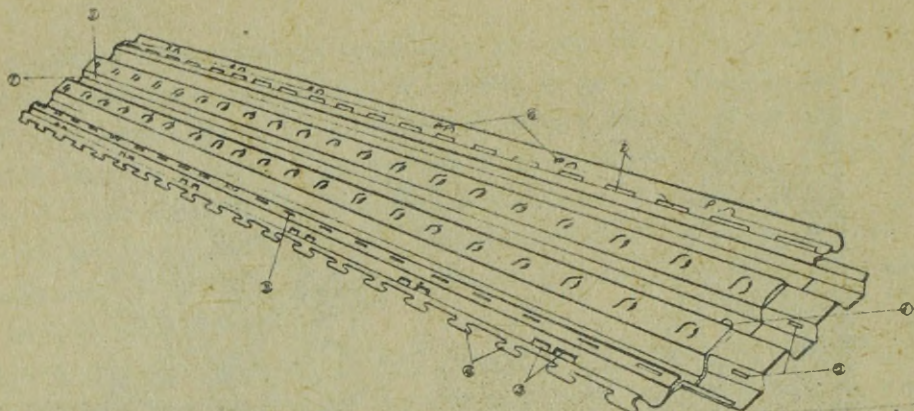


Rys. nr 7. Płyta PMP-1-53: 1 - hak łączący /montażowy/, 2 - otwory do łączenia płyt /wpusty/, 3 - otwory zmniejszające ciężar płyty /perforacja/, 4 - żebra usztywniające, 5 - zawlecзка sprężająca /mocująca/

Z jednej strony płyty, na kołnierzu, znajduje się 20 T-owych haków, a z drugiej strony 20 prostokątnych otworów montażowych. Właściwe połączenie płyty w nawierzchni uzyskuje się za pomocą specjalnych, znajdujących się na powierzchni płyty, ustalaczy /ograniczników/, które znajdując się po jednej stronie płyty wchodzi w odpowiednie otwory rozmieszczone na drugiej stronie sąsiedniej płyty, co ułatwia także jej montaż. Krawędzie czołowe płyt łączą się natomiast między sobą za pomocą listew mocujących. W taki sposób każda płyta zamocowana jest w nawierzchni ze wszystkich stron. Pozwala to przekazywać obciążenia pochodzące od kół samolotów na większą ilość płyt, a tym samym na większą powierzchnię. Pojedyncza płyta K-1-D posiada wymiary użytkowe  $3,00 \times 0,42$  /wymiary gabarytowe  $3,09 \times 0,48$  m/ i powierzchnię użytkową  $1,26 \text{ m}^2$ . Ciężar płyty wynosi 43 kg, co daje ciężar jednostkowy nawierzchni  $34,1 \text{ kg/m}^2$ . Produkuje się ją w postaci płyt i półpłyt, transportując w pakietach po 20 szt. w każdym /rys. nr 8/.

Obecnie do budowy lotniskowych nawierzchni rozbieralnych obok płyt stalowych używa się w ZSRR płyty aluminiowe lub duralowe.

Płyta K-1-A jest tłoczona z blachy duralowej o grubości 4 mm. Wymiary geometryczne oraz konstrukcja płyty są identyczne, jak płyty K-1-D /stalowej/. Obie te płyty są wzajemnie zamienne. Ciężar płyty K-1-A wynosi 19 kg, co odpowiada ciężarowi jednostkowemu nawierzchni  $15,1 \text{ kg/m}^2$ .



Rys. nr 8. Płyta K-1-D: 1 - otwory dla ozołowych listew mocujących, 2 - otwór montażowy, 3 - otwory uzupełniające, 4 - haki montażowe /łączące/, 5 - otwory dla ustalaczy /ograniczników/, 6 - ustalacze /ograniczniki/, 7 - otwory montażowe /do łączenia płyt/

Płyta K-2-A jest tłoczona z blachy duralowej o grubości 4,8 mm. Wymiary użytkowe płyty wynoszą 3,00 x 0,53 m, co odpowiada powierzchni użytkowej 1,59 m<sup>2</sup>. Ciężar płyty wynosi 22,1 kg, czyli 16,1 kg/m<sup>2</sup>.

W ostatnich latach do budowy nawierzchni lotniskowych zaczęto stosować także tworzywa sztuczne: np. laminaty z plecionek szklanych z żywicą poliestrową, epoksydową lub tworzywo poliestrowe z włókien szklanych o zwiększonej wytrzymałości na temperaturę. Przykładem takiej nawierzchni jest stosowana w ZSRR płyta ASP-1.

Płyta ASP-1 o wymiarach użytkowych 3,00 x 0,53 m i grubości 6 mm, co odpowiada powierzchni użytkowej 1,59 m<sup>2</sup>. Daje to przy ciężarze płyty 24 kg ciężar jednostkowy nawierzchni równy 15,1 kg/m<sup>2</sup>.

Płyty z betonu cementowego i wstępnie sprężonego wykorzystane są również do budowy nawierzchni rozbiernych, ale w zasadzie do odbudowy /naprawy/ nawierzchni lotniskowych zniszczonych w wyniku działań wojennych i ich eksploatacji. Mają one wiele zalet, m.in. trwałość, szorstkość, mniejsza wrażliwość na destrukcyjne działanie czynników zewnętrznych oraz na skutki użycia broni jądrowej /neutronowej/, ale ich duży ciężar /około 3-krotnie większy niż tej samej wielkości płyty stalowej/, mała wytrzymałość na zginanie i uderzenia w czasie transportu oraz stosunkowo uciążliwy i długotrwały montaż, stały się powodem ich malej przydatności do budowy dróg startowych na lotniskach operacyjnych /polowych/ wykonywanych metodami szybkościowymi.

W latach 50-tych opracowano konstrukcję lotniskowych nawierzchni rozbiernych z elementów strunobetonowych. Były to nawierzchnie z płyt lub beleczek /rusztów/. Pojedyncza płyta miała wymiary 0,44 x 3,0 m, grubość 3 cm, a ciężar 95 kg. Powierzchnia płyty wynosiła 1,32 m<sup>2</sup>, zaś ciężar 1 m<sup>2</sup> nawierzchni 71 kg. W nawierzchni z beleczek pojedynczy ele-

Podstawowe parametry techniczne metalowych płyt lotniskowych

Parametry	J.m.	T y p p l y t y													Pły- ty stru- nobet	Bele- czki stru- nobet	PAG-14 PAG-15
		PSP	MPP	MPP-1- 53	MP-1- 51	MP-2- 51	MP-3- 53	K-1	K-1- D	K-1- A	K-2- A	AAP	ASP- -1				
Rodzaj płyty		perforowana						szczelna									
Wymiary gabarytowe:																	
- długość	mm	3040	3041,5	3041,5	3042,4	3042,5	3034	2994	3080	3045	3045	3045	3095		3000	3000	6000
- szerokość	mm	415	411	411	411	411	436	427	482	482	482	482	476		440	60	2000
- wysokość /w profilu/	mm	22	22	21	21	21	25	26	31	31	31	31	42		30	50	140
Wymiary użytkowe:																	
- długość	mm		3048	3048	3048	3040	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000			
- szerokość	mm		381	381	381	381	390	370	420	420	420	530	400	3000			
Powierzchnia użytkowa	m <sup>2</sup>	1,26	1,16	1,16	1,16	1,16	1,19	1,11	1,26	1,26	1,26	1,59	1,26	1,59	1,32		12,0
Grubość blachy płyty	mm	3	3,5	3	3	3	2,5	3	3	3	4	4,8	4	6			
Rodzaj materiału		stal						dural						alum.	tw.	strunobeton	
Ciężar płyty	kg	27	31	27	28	30	30	34,5	42	43	19	22,1	19	24	95	21,6	4400
Ciężar 1 m <sup>2</sup> powierzchni	kg	21,4	26,7	23,3	24	25,9	25,3	31	33,3	34,1	15,1	13,9	15,1	15,1	71	86,6	
Średnica perforacji	mm	66	66	66	50												
Sposób łączenia płyt		zawleczkami /zatrzaskami/ spręży- nującymi						czołowymi listwami mocującymi									
Ilość haków mocujących	szt.	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
Ilość zawleczek spręż. /listew/	szt.	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	4	2				
Możliwość wymiany płyt w na- wierzchni				+	+	+		+	+	+	+	+	+				
Liczba płyt /półpłyt/ w pakiecie	szt.	30	30	30	30	30	20	25	20	20	20	20	25	30			
Ciężar pakietu płyt	kg	810	930	810	840	900	600	863	840	860	380	442	475	720			
Ciężar pakietu półpłyt	kg	405	465	405	420	450	300	432	420	430	190	221	238	360			
Wymiary pakietu płyt:																	
- długość	mm	3040	3042	3042	3042	3042	3034	2997	3080	3045	3045	3045	3095	3000			
- szerokość	mm	415	411	411	411	411	436	426	482	482	482	482	476	530			
- wysokość	mm				330					323- 345			430- 460	47,7			
Powierzchnia użytkowa pakietu płyt	m <sup>2</sup>	37,8	34,8	31,3	34,8	34,8	23,2	27,75	25,2	25,2	25,2	31,8	30,0				
Ilość płyt w komplecie	tys. szt.				160	160	156	168		147							
Ciężar kompletu płyt	ton				4500	5000	4700	5900		6200							

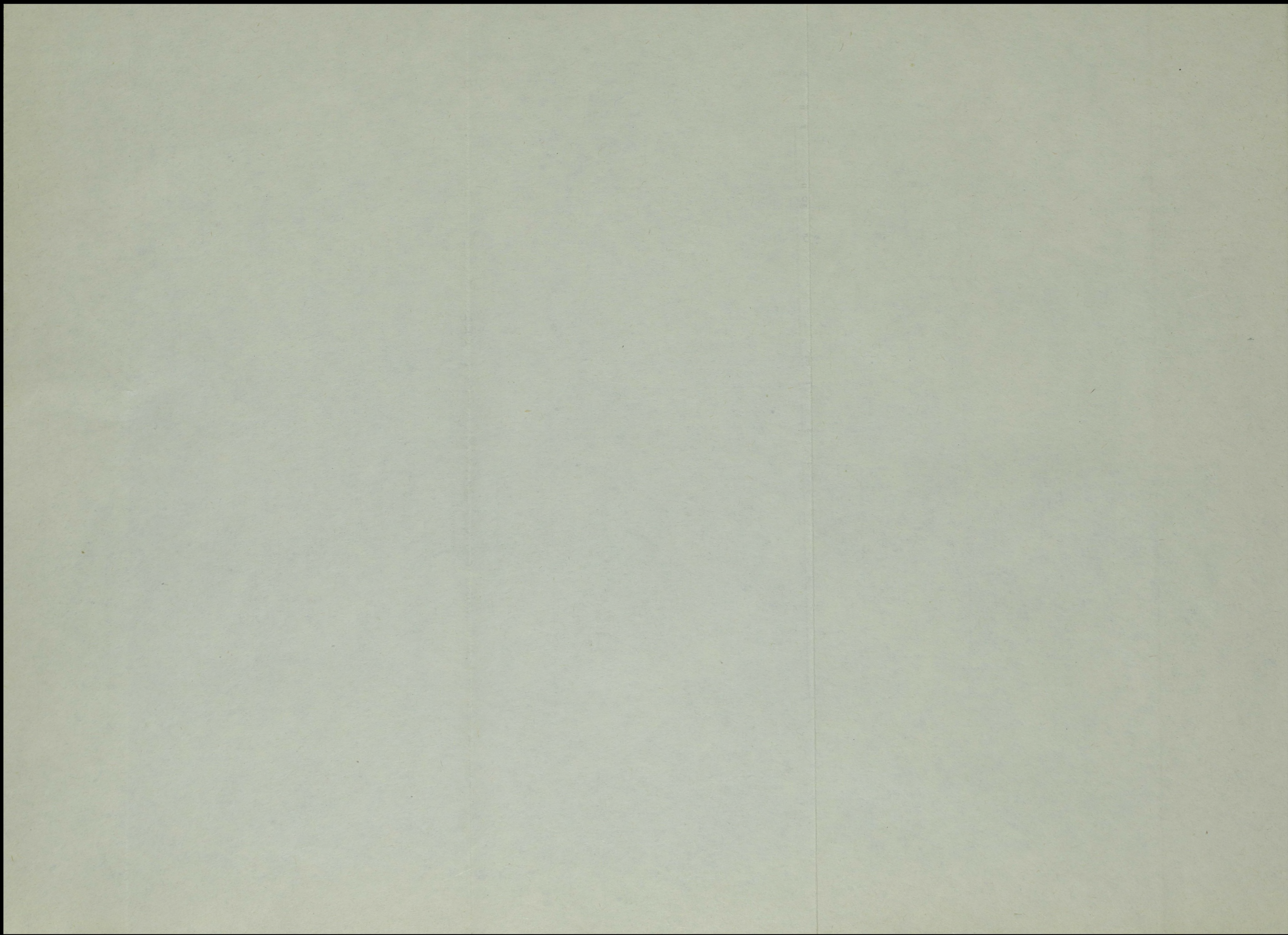


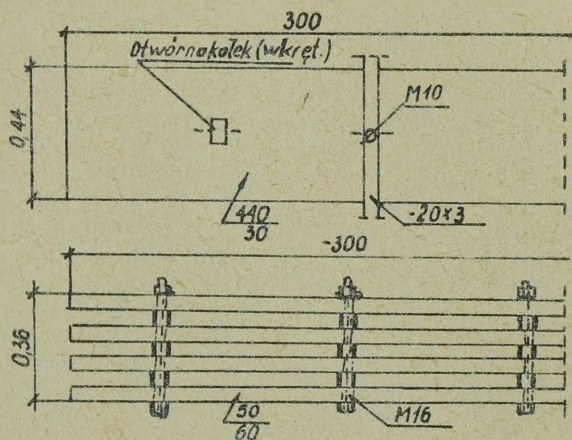
Tabela nr 2

Skład kompletu metalowych nawierzchni lotniskowych  
/na jedno lotnisko/

Lp.	Wyszczególnienie	J.w.	Typ płyty		
			MFP-1-53	K-1-D	AAF
1	2	3	4	5	6
1	Skład kompletu: - płyty - półpłyty Ciężar kompletu	szt szt ton	152000 16000 6800	148000 24000 6924,4	
2	Ilość i rodzaj elementów mocujących: - zawlecзки sprężynujące/zatrza- ski mocujące/ - w 1 kpl - czołowe listwy mocujące TP-4 lub TP-5 - w 1 kpl - dodatkowe wpusty /otwory/ dla haków /piór/, pozwalające montować nawierzchnię z kilku frontów /5000 szt. płyt w 1 kpl/ - haki /pidra/ wpusty /otwory/ montażowe wzdłuż bocznych krawędzi płyt - ustalacze /ograniczniki/ - w 1 płycie - wpusty /otwory/ dla ustalaczy - w 1 płycie - wpusty /otwory/ w skosach monta- żowych dla listew mocujących - w 1 płycie		1350000	400000 20 20 6 6 x 2 10	
3.	Sprzęt i narzędzia pomocnicze: - romili montażowe - haki o długości 1,10 m - haki o długości 0,30 m - młotki ślusarskie o ciężarze 0,8 kg - młotki ślusarskie o ciężarze 1,5-2,0 kg - dźwignie do czołowych listew mocujących - dźwignie do ustalaczy /ogranic- czników/ - oskardy - nożyce do drutu - olinowanie - drut montażowy 3-3,5 mm	szt "- "- "- "- "- "- "- "- "- "- "- "- "- ton	100 100 100      20      2,5-3,0	50 100 100  50 10 50 20 10 10 10 2,5-3,0	50 100 100  50 10 20 20 10 10 2,5-3,0

1	2	3	4	5	6
- spawarka		szt.		1-2	
- teodolit		"		2	
- niwelator		"		1	
- tyczki miernicze		"		100	
- łaty niwelacyjne		"		4	
- taśmy miernicze		"		12-17	
- linia traserska		m		1000-2000	

mont miał wymiary 0,06 x 3,0 m, grubość 5 cm, a ciężar 21,6 kg. Beleczki łączone śrubami M 16 w zespoły po 4 szt., tworząc rodzaj żebrowanej płyty o wymiarach 0,35x3,0 m. Ciężar 1 m<sup>2</sup> takiej nawierzchni z beleczek wynosił 86,6 kg. Oba typy nawierzchni z elementów strunobetonowych /zarówno z płyt jak i z beleczek/ wykazywały bardzo dobrą sztywność i należytą współpracę z podłożem, jednak z uwagi na zbyt duży ciężar oraz wady produkcyjno-montażowe nie znalazły szerszego zastosowania. Montaż tych płyt /układanie nawierzchni/ był bowiem bardzo uciążliwy i długotrwały, ponieważ płyty skręcane śrubami, a do gruntu mocowano je za pomocą wkrętów.



Rys. nr 9. Płyty strunobetonowe

Obecnie najpowszechniej przy budowie lotniskowych nawierzchni rozbieralnych stosuje się płyty stalowe, aluminiowe i z tworzyw sztucznych, przy czym te pierwsze, jako najtańsze, uważa się za zasadnicze. Podstawowe parametry techniczne rozbieralnych płyt lotniskowych podano w tabeli nr 1, a skład kompletu płyt /na jedno lotnisko/ wraz ze sprzętem i narzędziami pomocniczymi do ich montażu /układania/ przedstawiono w tabeli nr 2.

### 1.3. Charakterystyka i technologia budowy przenośnych nawierzchni lotniskowych stosowanych przez państwa NATO

Szczególne dynamiczny rozwój konstrukcji nawierzchni przenośnych obserwowano od II wojny światowej w USA, które z uwagi na sojusze militarne w różnych częściach świata i prowadzone działania wojenne /konflikty zbrojne/ daleko poza granicami kraju, zmuszone były do stałego ich doskonalenia z uwzględnieniem potrzeb transportu lotniczego. Budowa nawierzchni lotnisk polowych narażała niekiedy poważnych trudności, stąd up. w terenie, który cechuje się niekorzystną wytrzymałością gruntu, tzn. w którym występują niekorzystne warunki geofizyczne, przewiduje się budowę nawierzchni lotniskowych z elementów składanych.

Podstawowymi nawierzchniami przenośnymi baz lotniczych USA były do niedawna nawierzchnie wykonywane z plyt typu Martson, które scharakteryzowane zostały w punkcie 1.1. tego skryptu. Potrzeba ich modyfikacji, spowodowana wymaganiami sprzętu lotniczego oraz koniecznością poprawienia warunków montażowych, doprowadziła do opracowania w USA nowych nawierzchni typu M. Wszystkie odmiany tej serii były wzorowane na nawierzchni "Martsona" i posiadały plyty stalowe perforowane.

W nawierzchniach typu M-6 i M-7 wprowadzono łączenie końców sąsiednich płyt przy pomocy odpowiednich nakładek, przy czym w typie M-7 zwiększono ponadto wymiary płyt i wysokość profilu. W typach M-8 i M-9 nakładki zastąpiono zatrzaskami sprężynującymi /zawieszkami mocującymi/ i zastosowano łączenie końców płyt na zakładkę, a w miejsce stosowanych pierwotnie zamków /haków/ typu bagnetowego wprowadzono zamki w kształcie litery T, pozwalające na łączenie płyt przez ich przesuwanie wzdłuż krawędzi. W nawierzchni M-8 dokonano dalszego wzrostu sztywności elementów, uzyskanej na drodze powiększenia wysokości profilu płyty oraz grubości blachy, z której jest ona wykonana. Zmiany te spowodowały jednak znaczny przyrost ciężaru nawierzchni przenośnych, który dla typu M-6 wynosił  $26,8 \text{ kg/m}^2$ , a dla typu M-8 już  $36,3 \text{ kg/m}^2$ . Do budowy dróg kołowania i miejsc postoju samolotów, przeznaczonych dla taktycznego lotnictwa myśliwskiego, wykorzystywano elementy składane w postaci wytłaczanych płyt stalowych typu M-8 A1 tzw. maty lekkie, produkowane z miękkiej /niskowęglowej/ stali grubości 3,1-3,5 mm. Płyty te miały wymiary: długość - 3600 mm, szerokość 495 mm oraz ciężar ok. 65 kg. Takie maty lekkie wytrzymują 200 przejazdów pojedynczego koła samolotu o obciążeniu 12500 kG i ciśnieniu w oponie  $17,5 \text{ kG/cm}^2$ . M-8 A1 mogą być układane w tempie  $22,6 \text{ m}^2/\text{rbh}$ . Celem zmniejszenia ciężaru jednostkowego nawierzchni przenośnych opracowano i uruchomiono produk-

oje plyt perforowanych z duraluminium. Jedną z nowszych konstrukcji tego typu była nawierzchnia M-bis, w której zastosowanie znacznie lżejszego materiału umożliwiło zwiększenie powierzchni i wysokości płyt oraz zmniejszenie rozstawu /zagęszczenie/ żeberak usztywniających. Dzięki temu uzyskano znacznie wyższy wskaźnik wytrzymałościowy, obniżając jednocześnie ciężar nawierzchni do  $17,1 \text{ kg/m}^2$ .

W wojnie wietnamskiej szczególnie znaczenie miała budowa dróg startowych z płyt metalowych /bez zastosowania tych płyt Amerykanie potrzebowali na budowę lotniska ponad 3 miesiące/. Aktualnie USA dysponuje wieloma typami lotniskowych elementów płytowych /ze stali o dużej wytrzymałości, z mas plastycznych, ze stopów magnezu i aluminium/, spełniających zasadnicze wymogi, takie jak: bezpieczna eksploatacja współczesnych samolotów lotnictwa taktycznego i transportowego, mały ciężar, przystosowanie do transportu drogą powietrzną, dogodność i łatwość prac montażowych i demontażowych. Amerykańskie normy określają wytrzymałość przenośnych dróg startowych na 1600 cykli /start i lądowanie/ w odniesieniu do jednego miejsca, przy pionowej składowej szybkości w czasie lądowania wynoszącej 2,44-6,10 m/s. Krótkotrwałe uderzenie na DS w takich warunkach może wynosić do  $1055 \text{ kG/cm}^2$ . Taka droga startowa powinna być dostosowana do współpracy z urządzeniami hamującymi /np. gdy samoloty są wyposażone w haki zaczepne do lotniskowych urządzeń hamujących/.

W Wietnamie Południowym największe zastosowanie miały plyty aluminiowe typu AM-2 o wymiarach 3660x610x38/75/ mm i ciężarze 65,3 kg. DS zbudowana z takich płyt jest wytrzymała na obciążenie dynamiczne 12,25 tys. kG przy ciśnieniu pneumatycznym w oponie  $28 \text{ kG/cm}^2$  oraz prędkości opadania samolotu do 5,2 m/s. Płyta nawierzchniowa typu AM-2 /wytlaczana mata aluminiowa o pełnych powierzchniach górą i dołem/ składa się z dwóch okładzin, między którymi /dla zwiększenia ich wytrzymałości/ znajdują się podłużne żebra. Części połączeniowe płyt wzdłuż ich długości są odpowiednio formowane w procesie walcowania, natomiast wzdłuż szerokości - płyty są spawane w czasie montażu. Płyty zazębiają się ze sobą tworząc gładką szczelną powierzchnię, którą dla zwiększenia współczynnika tarcia pokrywa się specjalnymi powłokami chemicznymi /substancją przeciwślizgową/. W miejscach połączeń podkłada się pod płyty dodatkowe wzmocnienie DS, nadające jej jednocześnie elastyczność. Do budowy DS z tych płyt nie używa się ciężkiego sprzętu, potrzebny jest natomiast dość liczny zespół przeszkolonych żołnierzy, przeważnie saperów /grupa robocza w składzie 4 żołnierzy może ułożyć w ciągu 1 h ok. 220 m nawierzchni/. Teren pod budowę przenośnej DS musi być uprzednio przygotowany, a jego powierzchnię nasycza się specjalną substancją chroniącą przed przedostawaniem się wody do podłoża gruntowego, co przy startach

i lądowaniach ciężkich samolotów odrzutowych mogłoby spowodować wypaczenie się DS. Zbudowana w ten sposób DS może być wykorzystywana przez różne typy samolotów lotnictwa taktycznego, do ciężkich samolotów odrzutowych włącznie /np. F-4 Phantom - o ciężarze do 18 ton/. Konstrukcja takiej DS wytrzymuje do 1600 startów i lądowań w czasie 1 miesiąca eksploatacji, bez poważniejszych napraw. Do skrócenia dobiegu wykorzystywane są siatki hamujące zdolne zatrzymać samolot na odcinku 200 m.. Płyty AM-2 są transportowane w zestawach /pakietach/ po 12 szt.

Nawierzchnia z płyt AM-2 - wypróbowana podczas ćwiczeń w USA, Azji i Europie - została wprowadzona przed kilku laty, jako standardowa do systemu SAST /Short Airfields for Tactical Support - krótkie lotniska do wsparcia taktycznego/, jako nawierzchnia lotniskowa dla samolotów myśliwsko-bombowych oraz niektórych typów samolotów transportowych. Prace w zakresie tych nawierzchni są nadal prowadzone, przy czym jednak z kierunków poszukiwań są próby zastąpienia stopów aluminiowych stopami magnezowymi lub tytanowymi. Uzyskane z tych stopów nawierzchnie są jednak na razie zbyt kosztowne.

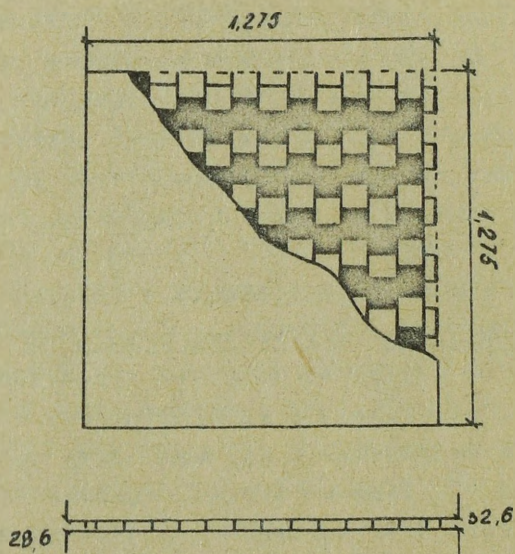
W Wietnamie Południowym Amerykanie stosowali także maty /płyty/ aluminiowe MX-19 przystosowane do przerzutu drogą powietrzną przez samoloty i śmigłowce. Wykorzystywano je do budowy lotnisk polowych dla lotnictwa taktycznego oraz dla lotnictwa sił lądowych. MX-19 jest to trójwarstwowa /przekładkowa/, kwadratowa płyta nawierzchniowa o boku 1222 mm i ciężarze 20 kg /35% lżejsza od płyty AM-2/, składająca się z aluminiowego komórkowego rdzenia /formowanego na kształt plastra pszczelego/ grubości 35 mm zewnętrznie oblicowanego /górną i dolną/ płytami aluminiowymi o grubości 1,6 mm. Ten wypełniacz plastrowy połączony jest z okładzinami za pomocą specjalnego środka wiążącego. Powierzchnia płyty, dla zwiększenia przyczepności kół samolotu, pokryta jest specjalną masą przeciślizgową. Urządzenia połączeniowe tych płyt są takie same jak płyt typu AM-2, co ułatwia montaż i konserwację. MX-19 może być układana w tempie 18,6 m<sup>2</sup>/rbh.

W celu umożliwienia lądowania śmigłowców w terenach bagnistych lub na wodzie opracowano nawierzchnię pływalną typu AM-3 /zmodernizowana płyta AM-2/. Poszczególne jej płyty mają wymiary 2440x910x152 mm. Materiałem konstrukcyjnym płyty jest stop aluminiowy, a wypełniaczem poliuretan, przy czym dla zmniejszenia ciężaru płyty jej wnętrze ma budowę komórkową. Płyty te są łączone śrubami tworząc wodoszczelną powierzchnię. Przeprowadzone doświadczenia z lądowiskiem wykonanym z płyt AM-3 wykazały pełną przydatność nawierzchni podczas startów i lądowań śmigłowców o ciężarze do 6 ton /śmigłowców lekkich/.

W USA stosowano także maty aluminiowe /duralowe/ kwadratowe o wymia-

rach 1275 x 1275 mm, konstrukcji kratowej /o oczkach kwadratowych lub sześciokątnych/, o grubości 28,6 mm, łączone na czopy. Maty te pokrywane płytami z blachy tak, że całkowita grubość nawierzchni wynosiła 32,6 mm. Ogólny ciężar maty o powierzchni 1,63 m<sup>2</sup> wynosił 33 kg /20,3 kg/m<sup>2</sup>/, a grubość blachy 4 mm /rys. 10/, przy czym tej samej grubości płyta stalowa ważyłaby ok. 61 kg/m<sup>2</sup>.

Niezbędnym warunkiem prawidłowego ułożenia nawierzchni jest staranne przygotowanie podłoża. Na twardym gruncie płyty można układać bezpośrednio, natomiast na terenach podmokłych lub piaszczystych Amerykanie przed ułożeniem płyt stosują elastyczne pokrycia izolujące. Jest to najczęściej dwuwarstwowa tkanina nylonowa, pokryta kauczukiem, odporna na działanie paliwa i innych związków chemicznych, która nie pali się, nie gnije i nie pokrywa pleśnią. Przy złych właściwościach nośnych podłoża wzmacnia się je materiałami wiążącymi /bitum, cement i inne np. mieszanka optymalna/. Za najodpowiedniejszą podbudowę pod nawierzchnię przenośną Amerykanie uważają wzmocnienie gruntu cementem na grubość 18-19 cm. Dla zapewnienia większej odporności na obciążenia dynamiczne i destrukcyjne działanie wody na gruncocement zaleca się układać płyty dopiero po trzech dniach jego twardnienia, a loty rozpoczynać nie wcześniej niż po następnych czterech dniach. Wadą dróg startowych zbudowanych z płyt typu AM-2 jest stosunkowo nietrwałe połączenie powierzchni płyt z powłoką zwiększającą współczynnik tarcia. Powłoka ta w miejscach schodzenia samolotów z DS na DK stosunkowo szybko ściera się i na po-



Rys. nr 10. Mata kratowa, aluminiowa /duralowa/ o wymiarach 127,5x127,5 cm, powierzchni 1,63 m<sup>2</sup> i ciężarze 33 kg /razem z płytą nakrywową/

wierzchni DS pojawiają się odcinki bez powłoki o małym współczynniku tarcia. W czasie silnego hamowania /koniec dobiegu/ wejście jednego koła samolotu na taki odcinek nawierzchni może doprowadzić do złamania podwozia /goleni/ lub do wyrzucenia samolotu poza powierzchnię DS. Amerykanie pokrywają dlatego takie odcinki nową powłoką, lecz wymaga to wstrzymania lotów na ok. 48 godzin. Ponieważ drogi startowe z płyt metalowych nie nadają się do długotrwałej, intensywnej eksploatacji i wymagają częstych, pracochłonnych konserwacji oraz napraw, wykorzystywane są przez Amerykanów głównie na lotniskach zapasowych i lotniskach eksploatowanych przez lotnictwo wojsk lądowych.

Do przewożenia rozbiernego /przenośnego/ pasa startowego /DS/ i innych urządzeń lotniskowych wykorzystywano okręty, samoloty transportowe i śmigłowce. Komplet przewoźnych urządzeń lotniskowych obejmuje rozbierny, metalowy pas startowy o długości 609,5 m /podwójna długość pokładu lotniskowca "Forrestal"/, szerokości 64-80 m, ciężarze ok. 800-1000 ton oraz katapulty i liny hamujące. Urządzenia te umożliwiają skrócony start i lądowanie samolotów takich, jak np.: myśliwsko-bombowe: A-4 "Skyhawk", myśliwskie: F-4 B "Phantom" i F-8 "Crusader". W skład przewoźnego kompletu urządzeń lotniskowych wchodzi także sprzęt inżynierski do budowy lotnisk. Przetransportowanie płyt metalowych potrzebnych do ułożenia jednej DS o wymiarach 600 x 60 m, tj. 36000 m<sup>2</sup>, o ciężarze ok. 1080 ton /30 kg/m<sup>2</sup> - ciężar jednostkowy nawierzchni/ wymaga użycia minimum 12 samolotów "Lockheed C-5A" o użytecznym udźwigu 90 ton każdy. Natomiast przetransportowanie przeciętnego spoiwa o ciężarze 360 ton /przy wydatku 10 kg/m<sup>2</sup>/ potrzebnego na utwardzenie tej samej powierzchni wymagałoby użycia 6-7 samolotów, które nie tylko przewoziłyby spoiwo, ale także specjalny sprzęt lotniskowy i ludzi.

Stale wzrastające wymagania związane ze zwiększeniem nośności przy jednoczesnej potrzebie zachowania, a nawet obniżenia ciężaru jednostkowego nawierzchni przenośnych, zmuszały do szukania coraz nowych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych. Konieczność ekonomicznego wykorzystania materiału konstrukcyjnego spowodowała, że na podlegające dużym obciążeniam nawierzchnie przenośne używano dotychczas stosunkowo cienkich blach odpowiednio profilowanych dla zwiększenia sztywności płyt. Ostatnie doświadczenia jednak prowadzą do wniosku, że element cienkościenny jakim jest np. blacha, najlepiej byłoby usztywnić nie liniowo za pomocą żeber, lecz na całej jego powierzchni. Rozwiązanie takie zastosowano w konstrukcjach wielowarstwowych typu "Sandwich" np. MX-19, co umożliwiło przenoszenie dużych obciążeń przy małym ciężarze własnym konstrukcji. Są to najczęściej płaskie płyty lub przestrzenne powłoki, składające się z kilku warstw /przeważnie trzech/ materiałów o różnych

właściwościach. Warstwy zewnętrzne /pokrycia/, stanowiące zasadnicze elementy nośne, wykonane są z materiałów o wysokiej wytrzymałości; zaś warstwa wewnętrzna - zwana wypełniaczem /rdzeniem/ wykonana jest z materiałów plankowych lub różnorodnych lekkich konstrukcji komórkowych. Połączenie tych warstw uzyskano za pomocą ich sklejenia lub zgrzewania, rzadziej nitowania. Charakterystyczne cechy konstrukcji typu "Sandwich" to lekkość, duża wytrzymałość, równość powierzchni zewnętrznych oraz wysoka sztywność, a więc są to cechy w pełni odpowiadające wymaganiom stawianym współczesnym lotniskowym nawierzchniom przenośnym. Konstrukcje typu "Sandwich" rozwinęły się dopiero po II wojnie światowej z chwilą opanowania technologii klejenia i produkcji odpowiednich klejów, zwłaszcza żywic fenolowych. Obecnie konstrukcje takich nawierzchni są wykonywane z różnych materiałów, głównie jednak ze stopów lekkich i tworzyw sztucznych. W ostatnich latach w USA opracowano nową nawierzchnię rozbierną z aluminiowych płyt typu "Sandwich". Charakteryzuje się ona pełną /beztworową/ powierzchnią, bardzo dogodną do eksploatacji przez samoloty odrzutowe. Jej płyty mają stosunkowo duże wymiary, wynoszące 3700 x 600 mm oraz wysoki profil, sięgający 80 mm. Wśród konstrukcji typu "Sandwich" znane są także kombinacje warstw tkanin z włókna szklanego nasyconych żywicami.

Z doświadczeń w zakresie eksploatacji lotnisk polowych o nawierzchni podobnej do używanych w Wietnamie Południowym wynika, że w porze deszczowej przez styki płyt przechodzi woda, co powoduje zmiękczenie podłoża i zmniejszenie jego wytrzymałości. W czasie naprawy nawierzchni zachodziła więc konieczność zdejmowania płyt i utwardzania podłoża takimi materiałami stabilizującymi, jak cement i bitum. Dlatego amerykańskie siły powietrzne już w wojnie wietnamskiej szeroko stosowały prowizoryczne DS z tworzyw sztucznych, produkowane przez firmę Firestone Ceated Fabrics Co, przystosowane do przyjmowania i bazowania średnich samolotów transportowych i śmigłowców.

Najbardziej udanym sposobem zabezpieczenia DS przed przedostawaniem się na nią wody, piasku, błota i kurzu jest przykrycie jej powierzchni specjalnym pokrowcem /powłoką, przeponą/ typu T-17, wykonanym z dwóch warstw tkaniny nylonowej impregnowanej neoprenem /kautuczkiem syntetycznym/. Taki pokrowiec jest elastyczny, trwały, odporny na ścieranie spowodowane kołowaniem samolotów i ruchem innych pojazdów mechanicznych. Zastosowana impregnuacja tkanin nylonowych zabezpiecza je przed środkami niszczącymi /materiały palne, smary itp./. Elementy nawierzchni stanowią pasy pokrowca o wymiarach 30,5x20,13 m; 30,5x10,98 m lub 41x20,13 m, które tworzy się poprzez fabryczne połączenie pasm o szerokości 1,37 m /metodą wulkanizowania/ przy pomocy nakładek o szeroko-

ści 63-75 mm. Ciężar jednostkowy pokrowca wynosi  $1,6 \text{ kg/m}^2$ . W celu zwiększenia przyczepności kół samolotu /zapewnienia odpowiedniej szorstkości nawierzchni w czasie niekorzystnych warunków atmosferycznych/ powleka się ją specjalną masą /mastiką - preparat przeciwślizgowy/, stanowiącą mieszankę materiału ściernego z żywicą katalizowaną jako spoiwem. Do wzmocnienia łączy konstrukcyjnych /między arkuszami pokrowca w nawierzchni/ oraz do naprawy uszkodzonych odcinków przeznaczone są /dostarczone w rolkach/ pasma pokrowca o szerokości 0,82 m i długości 73,20 m. Złącza te są klejone za pomocą syntetycznego kleju żywicowo-kauczukowego. Taki pokrowiec może być również stosowany do powierzchniowego zabezpieczenia warstwy ścieralnej nawierzchni podatnej na lotniskach stałych. Przygotowanie DS polega na tym, że przed ułożeniem pokrowca przeprowadza się prace przygotowawcze, polegające na wytyczeniu PS /DS/, wykonaniu plantacyjnych robót ziemnych, zagęszczeniu powierzchni podłoża gruntowego /ewentualne jego wzmocnienie/ i wykopaniu dwóch rowów bocznych, wzdłuż krawędzi DS. Następnie pokrywa się powierzchnię DS odcinkami pokrowca o długości 30 m i szerokości 11 m albo 20 m. Odcinki te są przymocowywane do podłoża na stykach dużymi gwoździami /szpilkami/. W celu zabezpieczenia styków nakleja się na nie dodatkowo wąskie paski tworzywa. Nałożony pokrowiec chowany jest na bokach do rowów i przysypany gruntem. Taka nawierzchnia chroni jednocześnie DS przed przedostaniem się na nią wody od spodu, a samoloty - przed piaskiem, pyłem i błotem. Ostatnio wprowadzono do eksploatacji płyty elastyczne umożliwiające eksploatację nawierzchni w ciężkich warunkach gruntowo-wodnych. Każda płyta składa się z czterech połączonych ze sobą warstw impregnowanej tkaniny nylonowej. Płyty te są wykonywane w arkuszach o wymiarach 16,2x20,1 m.

Celem dalszego obniżenia ciężaru nawierzchni stosowano maty wykonane z laminatów, plecionek szklanych z żywicą poliestrową, epoksydową lub tworzywa poliestrowego z włókien szklanych "Glasweld" o zwiększonej wytrzymałości na temperaturę. Żywice zmniejszają w dalszym ciągu ciężar mat /nawet w porównaniu z matami z metali lekkich/ o 100%, np. płyty z żywicy poliestrowej zbrojonej drutem i plecionką szklaną o wymiarach 520 x 3030 mm i grubości 2 mm, stosowane w USA ważą tylko 5,1 kg, jednak ich koszt jest na razie bardzo wysoki.

Oprócz mat są stosowane nawierzchnie z tworzyw sztucznych w postaci plecionki z taśm elastycznych o wymiarach 300 x 30 cm. Taśmy te są zbrojone drutami stalowymi o średnicy 3 mm i łączone między sobą za pomocą haczykowato zakończonych końców drutów w odstępach co 12 cm. W przekroju poprzecznym, w miejscu podwójnego zbrojenia taśmy, mają grubość 15 mm, a w miejscach pojedynczego zbrojenia - 4 mm. Taśmy mocowa-

ne są do podłoża szpilkami stalowymi, wbijanymi ukośnie w grunt. Oprócz żywic poliesterowych stosowano także utwardzane na gorąco żywice fenolowo-formaldehydowe w postaci laminatów z tkaniną azbestową lub polichloro- rek winylu także zbrojony tkaniną.

Jeszcze innym szczególnie interesującym typem nawierzchni przenośnej, stosowanej przez siły powietrzne USA, jest tzw. konstrukcja "MO-MAT", wykonana z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem szklanym. Jest ona przeznaczona głównie do wykonywania lądowisk dla śmigłowców, ale oprócz tego posiada szereg innych zastosowań, jak np. lądowiska dla samolotów PSL, miejsca postoju dla samolotów, lekkie drogi startowe, drogi samochodowe, obudowa ukryć dla stanu osobowego itp. Nawierzchnia ta ma szereg zalet: mały ciężar jednostkowy /nie przekraczający  $5 \text{ kg/m}^2$ /, łatwość transportu, montażu, eksploatacji i naprawy, szczelna i szorstka nawierzchnia /zbliżona wyglądem do wafla/, ogranicza do minimum możliwość uszkodzeń samolotów /ich silników/ odłamkami nawierzchni, niski koszt produkcji. Materiałem używanym do produkcji "MO-MAT" jest "Stratoglas", który ma wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu ok.  $7000 \text{ kg/cm}^2$ , czyli prawie dwukrotnie większą niż zwykła stal. Ponadto granica plastyczności tego materiału wynosi ok. 98% wytrzymałości na rozciąganie, podczas gdy stal czy aluminium odkształcają się trwale już po osiągnięciu 60-70% tej wytrzymałości. Wytrzymałości fizyczne materiału konstrukcyjnego "MO-MAT" dają możliwość wielokrotnego zwijania i rozwijania maty oraz przenoszenia przez nią dużych obciążeń statycznych oraz dynamicznych na nierównym i miękkim podłożu gruntowym bez obawy zniszczenia nawierzchni /nawet przy dużych jej ugięciach/. Dodatkową zaletą "Stratoglasu" jest jego niewielki ciężar jednostkowy równy 26% ciężaru stali lub 71% ciężaru aluminium. Arkusze maty łączy się przy pomocy pasków podkładowych i śrub, a styki między arkuszami uszczelnione są wodoodporną taśmą. Arkusz nawierzchni ma następujące wymiary: szerokość - 3,71 m, długość - 14,78 m; wysokość profilu z "warstwą jezdnią" - 18,5 mm, a ciężar 272 kg. Może być on ręcznie zwijany w rulon o minimalnej średnicy wewnętrznej 91,5 cm. Do transportu arkusze zwija się w rolki po 10 szt. Z jednej rolki pokrywa się powierzchnię  $554 \text{ m}^2$  w czasie 4 roboczogodzin. Maty "MO-MAT" mogą być eksploatowane w temperaturach od  $-4$  do  $+57^{\circ}\text{C}$ . Są one całkowicie odporne na działanie wody, soli i rozpuszczalników, a poddane działaniu płomienia wykazują właściwości samogaszące.

W Wielkiej Brytanii stosowano nawierzchnię DS z tworzywa sztucznego. Płyty o powierzchni  $8 \text{ m}^2$  i różnej grubości /w zależności od ciężaru lądującego samolotu/ są łączone za pomocą zaczepów i kleju w jeden pas o dowolnej długości i szerokości. Płyty takie mają być wykorzystywane

także do szybkiej budowy tymczasowych pasów startowych w terenie trudno dostępnym, na którym mogą lądować nawet samoloty transportowe.

Z dokonanego przeglądu lotniskowych nawierzchni przenośnych i porównania ich charakterystyk technicznych można wysnuć wnioski, że istnieją obecnie dwa podstawowe, w zasadzie przeciwstawne, lecz równocześnie uzupełniające się kierunki rozwoju nawierzchni przenośnych: stałe powiększanie sztywności płyt z równoczesnym zastępowaniem stali przez aluminium /jego stopy, dural/ i tworzywa sztuczne, przy czym konstrukcją przyszłości wydają się być rozwiązania typu "Sandwich" ze stopów lekkich oraz wręcz odmienna tendencja, tj. uelastycznienie nawierzchni przez stosowanie kombinacji materiałów nowych o bardzo dużych wytrzymałościach na rozciąganie, a jednocześnie w dużym stopniu podatnych na ugięcia, w rodzaju opisanej nawierzchni "MO-MAT". Nawierzchnie "sztywne", których ciężar jednostkowy waha się od 15 do 34 kg/m<sup>2</sup> /w zależności od konstrukcji i użytego materiału/ mogą być układane na stosunkowo słabych gruntach, zaś nawierzchnie "elastyczne" /typu "MO-MAT"/, których ciężar jednostkowy wynosi ok. 6 kg/m<sup>2</sup>, a koszt nie przekracza kilkunastu dolarów za 1 m<sup>2</sup>, powinny być układane na odpowiednio przygotowanym podłożu gruntowym. We wszystkich produkowanych obecnie przez państwa NATO typach nawierzchni przenośnych obserwuje się tendencje do zwiększania wymiarów ich elementów składowych /szczególne osiągnięcia w tym zakresie widoczne są na przykładzie nawierzchni "MO-MAT" i "Dekway", zwijanych w rulony/.

x x x

Wszelkie próby z rozbieralnymi /przenośnymi/ nawierzchniami lotniskowymi oraz ich praktyczne wykorzystywanie głównie przez USA i ZSRR wykazały, że najlepsze do budowy nawierzchni lotnisk polowych są płyty stalowe, aluminiowe i duralowe szczelne. Płyty z tworzyw sztucznych są lekkie i wytrzymałe, ale drogie i łatwopalne. Płyty strunobetonowe okazały się bardzo ciężkie i słabe; podobnie płyty drewniane były ciężkie, słabe i palne. Ponadto płyty strunobetonowe nie nadawały się do transportu i wielokrotnego użycia nie tylko ze względu na duży ciężar, ale i małą wytrzymałość na zginanie i uderzenia, co spowodowało ich łamanie podczas transportu takimi środkami, jak: okręty, samoloty transportowe, śmigłowce i samochody ciężarowe.

Stosowanie rozbieralnych nawierzchni z płyt stalowych lub z metali lekkich wymaga stworzenia specjalnego działu przemysłu metalowego, natomiast z tworzyw sztucznych /zwłaszcza epoksydowych, poliestrowych itp./ - rozwinętego przemysłu chemicznego. Odpowiednio wysoko kształtują się też koszty takich dróg startowych. Najtańsze okazały się płyty stalowe,

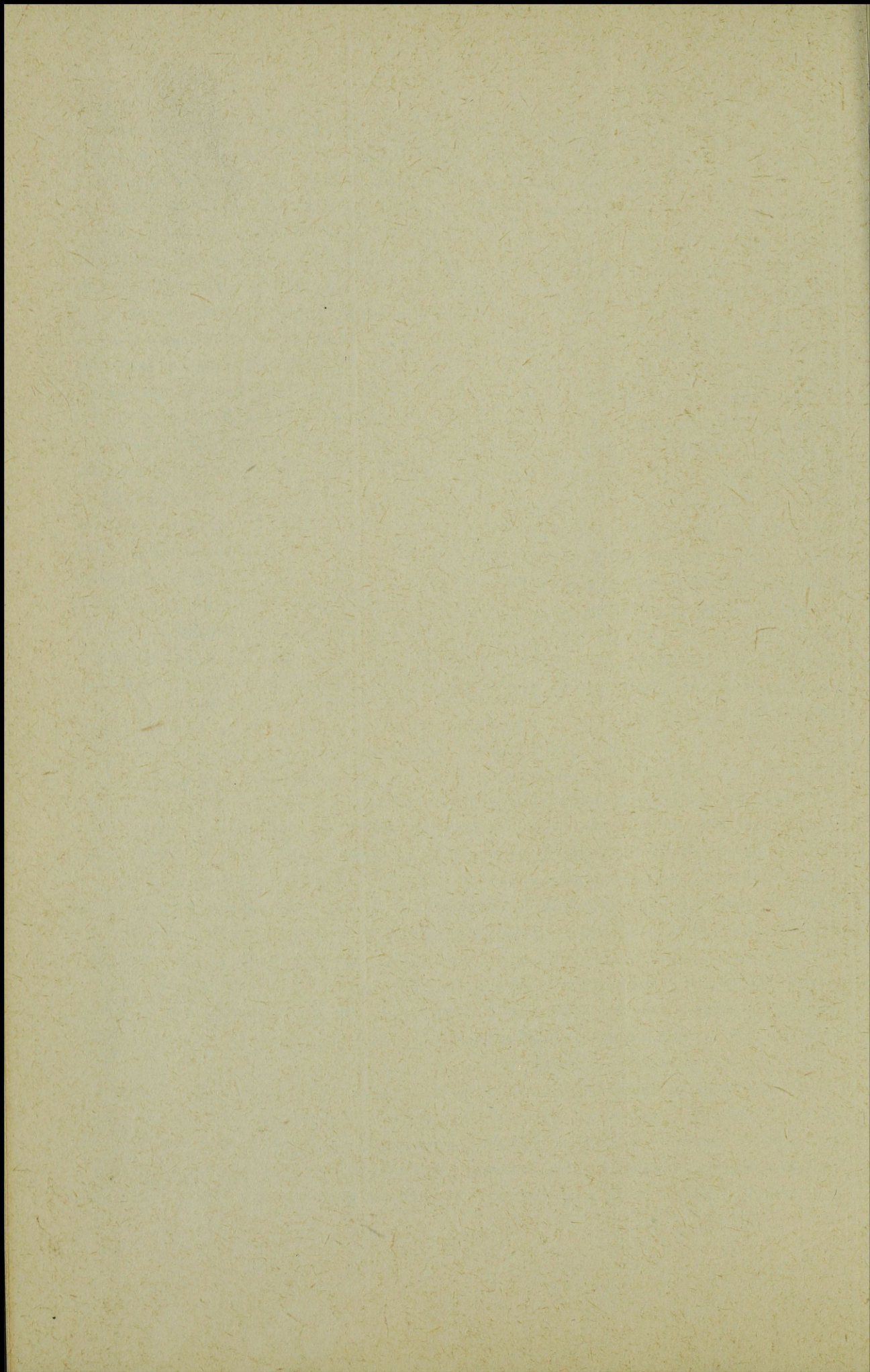


Tabela nr 3

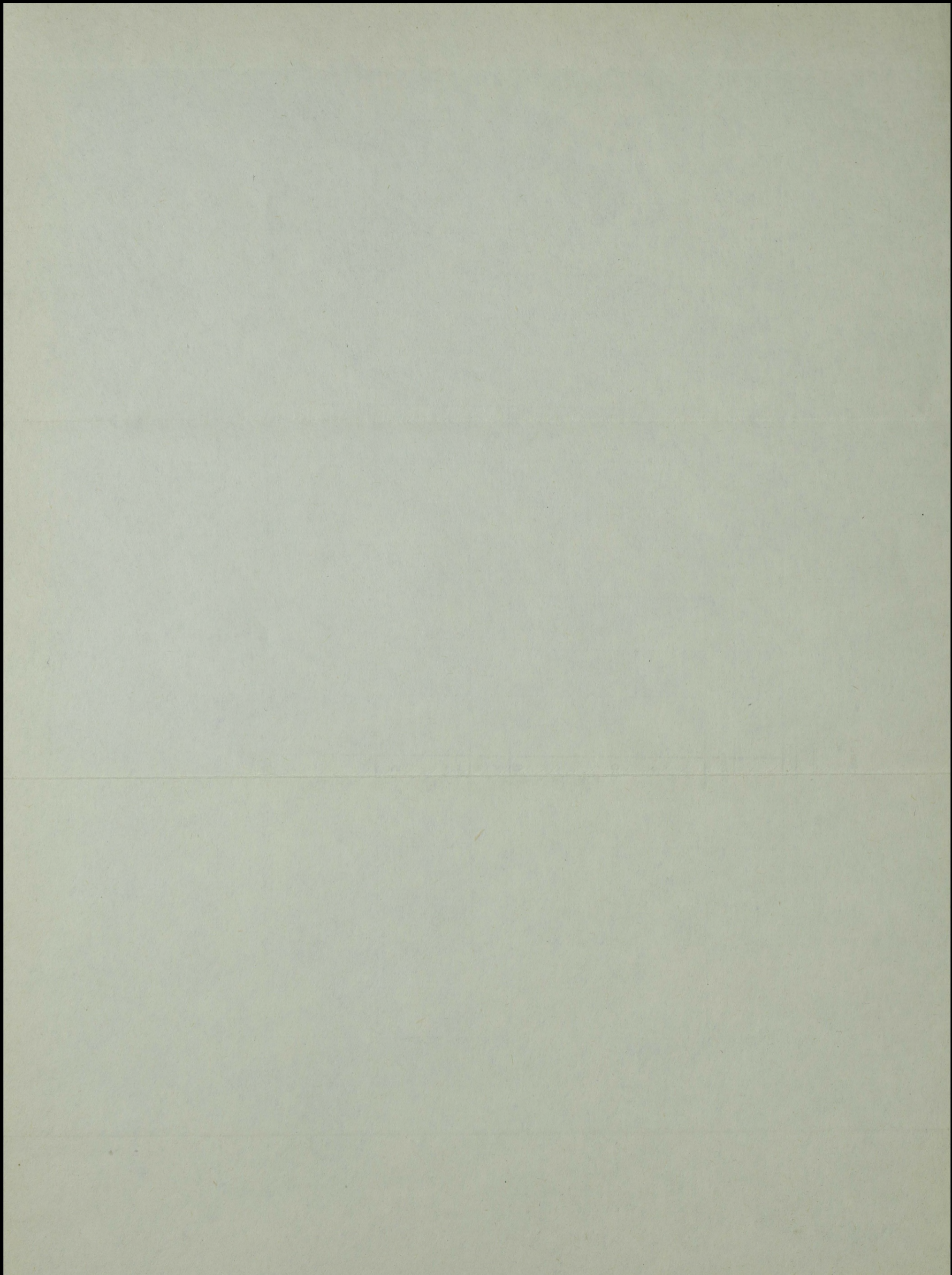
Podstawowe parametry techniczne przenośnych nawierzchni lotniskowych

Parametry	J.m.	Produkcja																				
		U S A																W. Brytania				
		Mart-sona	M-5	M-6 /16T/	M-7	M-8 /3Π/	M-8 A1	M-9 /36T/	M-9 bis	AM-2	MX-19	AM-3	maty	Sandwich	pokrowiec T-17	maty elastyczne	taśmy elast.	MO-MAT	Kal-ser	Air-deck	Dek-way	pow-łoka
perforowana						szczelna	perforowana		szczelna										szczelna	szczelna		
Charakter konstrukcji																						
Wymiary elementów																						
- długość	mm	3041								3660	1222	2240	1275	3700	3050	3030	3000	4780			3350	
- szerokość	mm	411								610	1222	910	1275	600	1370	520	300	3710			227	
- wysokość profilu	mm	22,5	23,8	22,5	28,4	28,8		37,8	38,1	75/38		152	28,6	80		2	15/1	18,5			21,4	
Wymiary montażowe																						
- długość	mm	3048	3048	3048	3556	3600	3600	3600	3600									45000			45950	
- szerokość	mm	381	432	382	476	486	495	578	378									3710			3350	
Średnica otworów /perforacji/	mm	66																				
Ilość rzędów otworów	szt	3																				
Powierzchnia elementów /montażowa/	m <sup>2</sup>	1,16	1,31	1,16	1,70	1,75	1,78	2,10	2,10	2,23	1,49	2,04	1,63	2,22		1,58	0,9	1554			164,0	8,0
Rodzaj materiału		stal	dural		stal			dural		alu-minium		alumin.+wypełniacz				tworzywo sztuczne			du-ral	stal	dural	tw.szt.
Grubość ścianki	mm	3,40	4,7	3,40	3,04	3,4	3,1-3,5	4,0	4,8	3,8			2,0					3,0			4,7	
Ciężar elementu	kg	29,0	16,1	31,0	53,0	63,5	65	30,1	36	65,3	20		33			5,1		2950 <sup>3/</sup>	19,4	16,9	3077	
Ciężar jednostkowy nawierzchni	kg/m <sup>2</sup>	25,0	12,3	26,7	31,0	36,3	36,5	14,3	17,2	20,8	13,4		20,2		1,6	3,4		5,3-6,4			18,7	
Rodzaj łączenia		zatrza-ski spręż.		nakładki		zatrza-ski spręż.		zatrzaski sprężynują-oc		zakład lub spawanie		śruby		czopy		gwoź-dzie lub klej		ha-czy-ki dru-towe szpi-łki sta-łowe		śruby maski pod-kła-szowe		za-cze-py. klej

1/ Z pokrowcem nakrywającym - 32,6 mm

2/ Elementami nawierzchni są pasy pokrowca o wymiarach: 30,6 x 21,13 m; 30,5x10,98 m i 41 x 2013 m

3/ Ciężar 1 arkusza = 272 kg /1 rolka = 10 arkuszy/.



droższe aluminiowe /duralowe/, a najdroższe z żywio epoksydowych. Na produkcję różnych rodzajów płyt mogą sobie pozwolić jedynie takie mo- carstwa przemysłowe, jak USA i ZSRR, stąd one wiodą prym w tej dzied- zinie.

Uważane za podstawowe metalowe nawierzchnie rozbieralne posiadają następujące zalety:

- prostota montażu /układania/, nie wymagającego wykwalifikowanej siły roboczej, co pozwala prowadzić prace jednocześnie na kilku odcin- kach /frontach/ i w ten sposób przyspieszyć budowę nawierzchni DS;
- płyty ze względu na wymiary i ciężar mogą być transportowane wszy- stkimi rodzajami środków transportowych;
- uszkodzona w czasie eksploatacji lub w wyniku działań wojennych dowolna płyta może być usunięta z nawierzchni i wymieniona na nową;
- istnieje możliwość wielokrotnego wykorzystania metalowych płyt lotniskowych, co pozwala na manewrowanie nawierzchniami rozbieralnymi w toku działań bojowych.

Do ujemnych natomiast stron metalowych nawierzchni rozbieralnych na- leżą:

- stosunkowo duży ich ciężar /tabela nr 1, 2 i 3/ utrudniający ich dowóz na lotnisko i wymagający dużej ilości środków transportowych;
- niemożliwość zastosowania mechanizacji, wszystkie prace związane z montażem /demontażem/ nawierzchni wykonywane są ręcznie i dlatego zbyt długi czas układania nawierzchni nie odpowiada współczesnym wymaga- niom operacyjnym;
- deformacja pojedynczych elementów nawierzchni /płyt/ w toku jej eksploatacji w postaci powstawania progów, uskoków krawędzi czołowych płyt, co powoduje uszkodzenie opon kół samolotów, łamanie się elemen- tów połączeniowych /zamków i wiązań/ i wyskakiwanie zawleczek spręży- nujących z zamków połączeniowych;
- utrata szorstkości nawierzchni w wyniku opadów atmosferycznych, tworzenie się zastoisk wodnych i wydostawanie się błota spod nawierzchni podczas ruchu samolotów oraz zanieczyszczenie nawierzchni gruntem sypkim i pyłem w okresie suszy;
- podatność na korozję, co ogranicza okres ich wykorzystania na lot- niskach i powoduje konieczność systematycznego dokonywania zabiegów kon- serwacyjnych.

Obecnie oprócz prac nad rozwojem nawierzchni przenośnych /rozbieral- nych/ prowadzi się prace badawcze nad metodami wzmacniania /stabiliza- cji/ gruntów za pomocą różnych spoiw, jako metodami przyszłościowymi. One to bowiem ze względu na możliwości przemysłowe, łatwe technologie i stosunkowo niski koszt uważane są za podstawowe w krajach małych i śred- nich, gdzie brak jest rozwiniętego przemysłu metalowego i chemicznego.

## TECHNOLOGIA BUDOWY METALOWYCH NAWIERZCHNI LOTNISKOWYCH

2.1. Przygotowanie podłoża

W skład robót związanych z budową metalowych nawierzchni lotniskowych wchodzi następujące operacje technologiczne:

- przygotowanie podłoża;
- transport /dowóz/ płyt;
- wstępne rozkładanie płyt na podłożu;
- montaż nawierzchni;
- zamocowywanie krawędzi nawierzchni.

Metalowe nawierzchnie lotniskowe układa się na podłożu gruntowym, naturalnym /w przypadku występowania w nim gruntów przepuszczalnych/ lub na podłożu gruntowym wzmocnionym za pomocą mieszanek optymalnych, stabilizowanym spoiwami chemicznymi czy organicznymi. W innych przypadkach, przy krótkotrwałym użytkowaniu /eksploatacji/ nawierzchni można układać je na rodzimym podłożu gruntowym, dobrze splantowanym /wyprofilowanym/ i zagęszczonym. Najlepsze podłoże stanowi nawierzchnia darniowa na gruntach piaszczystych i piaszczysto-gliniastych. Przy konieczności układania płyt perforowanych na gruntach sypkich /bez darni/ zaleca się powierzchnie takich odcinków pokrywać materiałem zwojowym, pokrowcem, tkaniną, słomą, sianem itp., co zapobiegnie wydmuchiwaniu przez otwory gruntu spod nawierzchni.

Przy wyborze odcinków terenu do budowy lotniska polowego z DS o nawierzchni rozbieralnej /metalowej/ należy kierować się podobnymi wymogami, jak przy lotniskach z DS o nawierzchni gruntowej a więc należy rozpatrzyć warunki:

- ukształtowania pionowego terenu;
- eksploatacji;
- usytuowania poszczególnych elementów lotniska;
- dojazdów kołowych i kolejowych;
- geotechniczne terenu;
- maskowania;
- zakwaterowania /zabezpieczenia socjalno-bytowego/.

Teren pod nawierzchnię metalową musi odpowiadać określonym wymaganiom, szczególnie pod względem ukształtowania i warunków geotechnicznych. Ukształtowanie pionowe terenu powinno zapewniać możliwość budowy pola wlotów przy jak najmniejszej objętości robót ziemnych. Z tego względu teren powinien być płaski /spadki 1-3%/, o regularnym układzie warstw,

co ułatwi warunki eksploatacyjne i odpowiednie odwodnienie DS poprzez powierzchniowy spływ wód opadowych. Określa się więc w tym celu maksymalne i minimalne spadki podłużne i poprzeczne PS, DK i MPS. Dopuszczalne maksymalne spadki dla lotnisk polowych wynoszą 0,010-0,030 w zależności od elementu ich pola naziemnego ruchu lotniczego, natomiast minimalne spadki poprzeczne powinny być nie mniejsze niż 0,005. Spadki mniejsze /0,003/ dopuszcza się przy:

- gruntach dobrze przepuszczalnych /piaszczystych i zwirowych/;
- gruntach o mniejszej przepuszczalności w przypadku dobrego funkcjonowania sieci drenażowej.

Spadki minimalne powierzchni dróg startowych powinny jednak zapewnić odprowadzenie wód opadowych. W tym celu zaleca się przyjmowanie minimalnego spadku poprzecznego 0,01. Spadki sąsiednie łączy się za pomocą krzywizn powierzchni w płaszczyźnie pionowej, które powinny mieć następujący promień:

- w kierunku poprzecznym - nie mniej niż 2000 m;
- w kierunku podłużnym - nie mniej niż 4000 m.

Podłużny profil DS powinien być tak zaprojektowany, aby z każdego punktu znajdującego się na wysokości 3 m nad powierzchnią DS zapewniana była widoczność drugiego punktu, znajdującego się na tej samej wysokości, a oddalonego minimum o 1000 m. Zmiany profilu poprzecznego DS z jednospadowego na dwuspadowy lub odwrotnie są dopuszczalne tylko dwukrotnie na części środkowej DS, w odległości nie mniejszej od jej końców niż  $1/4$  długości DS. Dokonuje się je przez przeniesienie grzbietu nawierzchni z krawędzi na oś DS lub odwrotnie, przy czym wielkość przesunięcia na każde 50 m długości DS powinna wynosić nie więcej niż 10 m. Nie dopuszcza się zmian profilu poprzecznego DS z jednospadowego na dwuspadowy lub na spadek odwrotny na końcowych odcinkach DS o długości 400-600 m /ok.  $1/4$  długości całej DS/.

Przy budowie lotnisk polowych z drogą startową, drogami kołowania i miejscami postoju samolotów o nawierzchni metalowej, stosuje się zwykle dopuszczalne spadki poprzeczne i podłużne określone w tabeli nr 4, przy czym minimalne spadki poprzeczne powinny być nie mniejsze niż 0,005-0,008. Na zakrętach DK /łuki poziome/ zaleca się wykonać przechył ze spadkiem poprzecznym 0,020-0,040 w kierunku do wewnątrz łuku o promieniu 40 m. Podłużny profil PS /DS/ powinien być zaprojektowany w zasadzie jako dwuspadowy. Wszystkie inne zalecenia projektowo-wykonawcze dla ukształtowania powierzchni PW /PS/ lotnisk polowych obowiązują także przy przygotowaniu podłoża gruntowego pod rozbieralną /metalową/ nawierzchnię lotniskową.

Dopuszczalne maksymalne spadki PS /DS/ o nawierzchni lotniskowej z płyt metalowych

Lp.	Elementy pola wlotów i ich parametry	Spadki maksymalne	
		podłoże sztuczne	podłoże naturalne
1	Spadek podłużny DS	0,020	0,025
2	Spadek poprzeczny DS:		
	- dwuspadowej	0,012	0,015
	- jednospadowej	0,015	0,025
3	Spadek podłużny DK i MPS	0,030	0,035
4	Spadek poprzeczny DK i MPS	0,020	0,025

Zasadnicze roboty nawierzchniowe /układanie nawierzchni metalowej/ poprzedzają prace przygotowawcze, obejmujące:

- pomiary geodezyjne;
- urządzenia placu budowy;
- usuwanie lasu, oczyszczenie terenu budowy z pni, krzewów, kamieni itp.;
- przesunięcie lub zniesienie budowli, dróg oraz sieci technicznych /urządzeń telekomunikacyjnych, elektrycznych/;
- wstępne osuszenie i odwodnienie terenu;
- wyznaczenie i urządzenie dróg dojazdowych, objazdów oraz granic terenu przeznaczonego na budowę.

Główną rolę odgrywają jednak nie roboty przygotowawcze, a roboty ziemne /powierzchniowe i głębokościowe/. Przystępując do budowy należy przede wszystkim wyprzedzająco wyznaczyć /zapalikować/ krawędzie boczne /podłużne/ DS, DK i MPS /co 200-500 m, zwykle co 400 m/, oraz podłużną oś DS /co 20-50 m, zazwyczaj co 40 m/. Szczegółowe /instrumentalne/ prace geodezyjne przeprowadza się podczas wykonywania robót ziemnych oraz przed układaniem płyt metalowych.

Przygotowanie podłoża gruntowego pod nawierzchnię z płyt metalowych, przy jedno- lub dwu - frontowym wykonywaniu robót, powinno wyprzedzać montaż nawierzchni o jedną zmianę /począwszy od osi poprzecznej DS w obu kierunkach/. Dla zapewnienia dokładnego przylegania płyt do podłoża gruntowego /całą ich powierzchnią oporową/ szczególnego znaczenia nabiera jego równość i dokładność zagęszczenia. Przy wielofrontowym układaniu nawierzchni, prowadzonym od razu na wszystkich płaszczyznach

nawierzchni, podłoże gruntowe powinno być przygotowane przed rozpoczęciem jej montażu.

Przy wyborze terenu pod lotnisko opole acyjne /z DS o nawierzchni metalowej/ powinno wybierać się odcinki z gruntami piaszczystymi, żwirowymi /dobrze przepuszczalne/, w miarę możliwości położone na wododziałie z niskim poziomem wód gruntowych co zapewnia najlepsze warunki naturalnego odwodnienia. Nawierzchnie metalowe nie ułatwiają powierzchniowego spływu wód opadowych, toteż przy licznych obniżeniach terenowych oraz przy wysokich poziomach wód gruntowych konieczne jest rozpatrzenie wykonania podstawowych elementów odwodnienia /drenaż, sączki gruntowe, studnie chłonne, rowy osuszające i odprowadzające itp./.

W przypadku konieczności ułożenia nawierzchni metalowej na gruntach sypkich lub podłożu o niewystarczającej nośności, celowe jest odpowiednie jego wzmocnienie poprzez zagęszczenie lub stabilizację wierzchniej /górnjej/ warstwy przy pomocy doziarniania lub spoiw chemicznych. W warunkach zastosowania podłoża sztucznego niezbędne jest, dla zapewnienia lepszego przylegania płyt, wykonanie podsypki z gruntu piaszczysto-żwirowego grubości do 5 cm.

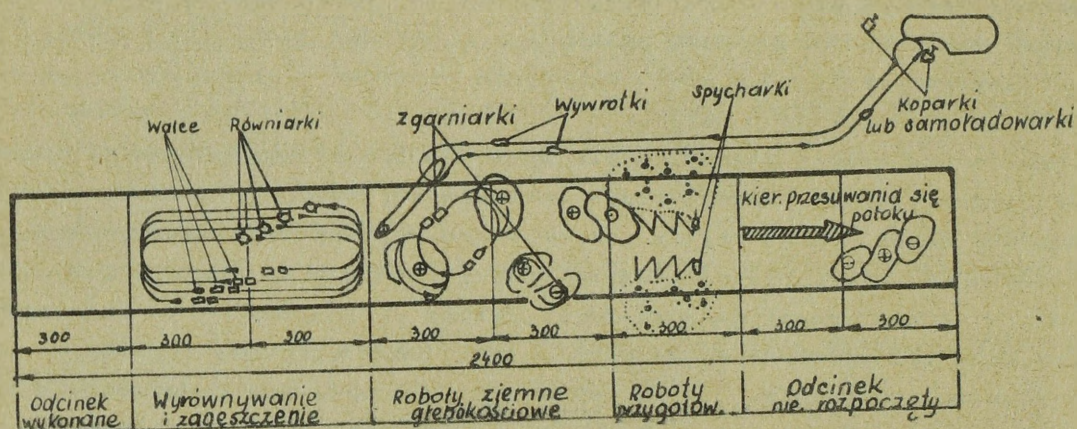
Zasadnicze roboty ziemne zwykle wykonuje się metodą potokową, przy której poszczególne rodzaje prac realizuje się kolejno na wszystkich odcinkach robót. Prace należy tak organizować, aby istniała możliwość oddawania do użytku poszczególnych części lotniska wg stopnia ich ważności. W szczególności dotyczy to PS, który ze względu na znaczne rozmiary może być oddawany do eksploatacji w dwóch etapach, tj. najpierw w minimalnej szerokości - 40 m, a następnie doprowadzony do szerokości projektowanej. Wykonywany w pierwszym etapie pas szerokości 40 m należy wybierać w miejscu o możliwie najmniejszym zakresie prac. W każdym potoku ustala się prace podstawowe /roboty przygotowawcze, ziemne, plantacyjne i nawierzchniowe/, a w nich poszczególne czynności technologiczne. Spośród nich należy wydzielić najbardziej pracochłonne /prowadzące/ i podporządkować im pozostałe. Czasy wykonania robót prowadzących, ich kolejność i powiązanie z robotami towarzyszącymi ustala się w projekcie techniczno-organizacyjnym budowy z takim wyliczeniem, aby prace wykończeniowe zostały zakończone w nakazanym terminie. Podziału obszaru robót na działki robocze oraz określenie ich ilości i rozmiarów dokonuje się pod kątem stworzenia optymalnych warunków dla pracy maszyn, terminowego ukończenia każdego rodzaju robót oraz przygotowania frontu dla robót nawierzchniowych /ułożenie nawierzchni metalowej/. Następnie określa się także kolejność wykonania poszczególnych czynności, składających się na całość robót na danym lotnisku.

Do zorganizowania takiego systemu wykonawstwa robót /głównie ziem-

nych/ konieczne jest rozstrzygnięcie, stosownie do określonych warunków budowy lotniska, szeregu zagadnień, polegających na:

- wyborze sposobu wykonywania robót;
- określeniu składu i ilości zmechanizowanych zespołów roboczych, niezbędnych do wykonania robót w nakazanym czasie;
- ustalenie planu ruchu potoku.

Do potoku włącza się zespoły nie jednocześnie, lecz stopniowo w miarę przygotowania dla nich frontu robót. Rozmieszcza się je na obszarze robót /na poszczególnych działkach roboczych/ w kolejności odpowiadającej wykonaniu całości robót ziemnych.



Rys. nr 11. Schemat organizacji pracy przy przygotowaniu podłoża pod nawierzchnię metalową /metoda potokowa/

W systemie potokowego wykonawstwa robót poszczególne ich rodzaje wykonują specjalistyczne pododdziały, oddziały inżynieryjno-lotniskowe, wyposażone w odpowiedni sprzęt techniczny oraz aparaturę kontrolno-pomiarową, a całość prac musi być prowadzona według wcześniej przygotowanego, zvariantowanego harmonogramu realizacji robót, opracowanego zwykle na podstawie zasad analizy sieciowej. Przy budowie lotniska siłami dwóch lotniskowych jednostek wykonawczych /bbl/ roboty mogą być zorganizowane metodą równoległą - potokową. Polega ona na podzieleniu pola wzlotów na dwa lub kilka rejonów ich wykonywania, w których organizuje się niezależne od siebie potoki. Takie niezależne potoki mogą być także organizowane w czasie prowadzenia robót przez jeden bbl, np. przy równoległym wykonywaniu DS, DK i dróg dojazdowych.

## 2.2. Transport płyt /dowóz na miejsce układania nawierzchni/

Równoległe z robotami przygotowawczymi i ziemnymi organizuje się transport /dowóz/ płyt na miejsce budowy. Czynność ta wymaga wcześniejszego przygotowania dróg dowozu płyt ze stacji /wylądowczej/ kolejowej na lotnisko oraz przygotowania urządzeń dźwigowych /przeładunkowych/ i placów składowania płyt.

Metalowe płyty lotniskowe mogą być transportowane wszystkimi rodzajami transportu. Najczęściej jednak będą przewożone transportem kolejowym ze składów /magazynów/ lub zakładu produkującego do stacji kolejowej /wylądowczej/ położonej w pobliżu budowanego lotniska oraz transportem samochodowym ze stacji wylądowczej na miejsce ich układania. Liczba pakietów płyt ładowanych na wagony kolejowe zależy od ich ładowności:

- platformy kolejowe o ładowności 16-20 ton - 18-22 szt. pakietów /360-440 szt. płyt/;
- platformy kolejowe o ładowności 50-60 ton - 44-66 szt. pakietów /880-1320 szt. płyt/.

W przypadku braku platform kolejowych /w szczególnych przypadkach/ płyty można przewozić w wagonach krytych. Na dostarczenie jednego kompletu płyt /w zależności od ich typu/ potrzeba 270-400 platform kolejowych o podwoziu dwuosiowym. Jeden zestaw pociągu składającego się z 50 platform o ładowności 60 ton, na które układa się po 50-52 pakiety, transportuje ok. 2500-2600 pakietów lub 50000-78000 płyt /zależnie od typu/, co wystarczy na DS o rozmiarach 2000x40 m. Liczbę pakietów płyt ładowanych na samochodowe środki transportowe przedstawia tabela nr 5.

## Ilości pakietów płyt ładowanych na samochodowe środki transportowe

Rodzaj samochodu /typ/	Ładowność w tonach		Ilość załadowanych pakietów płyt w szt.			
	skrzyni ładunkowej samochodu /bez przyczepy 1/	przyczepy /po drogach ulepszonych/	na skrzyni ładunkowej /bez przyczepy/	na samoch. przyczep.		Razem
				na skrzyni ładunkowej	na przyczepie	
Gaz-63	1,5/2,0	2,0	2-3	2	2	4
Gaz-51	2,0/2,5	3,5	2-3	2	2	4
Zil-150	3,0/4,0	4,5	3-4	3	3	6
Zil-151	2,5/4,5	3,6	3-4	3	3	6
Maz-20 0,214	5,0/7,0	9,5	8/6-7/	6	5	11
Jaz-210	10,0/12,0	15,0	11	11	15	26
Jaz-210E, 220, 218	15-20	12/11-13/	11	11	15	26

- 1/ W liczniku podano ładowność przy transporcie płyt po drogach gruntowych, a w mianowniku - przy transporcie po drogach ulepszonych.
- 2/ Transport płyt samochodami z przyczepą dopuszcza się tylko po drogach suchych gruntowych i drogach ulepszonych.
- 3/ Przy przewożeniu płyt transportem samochodowym po szosach i suchych drogach gruntowych konieczne jest maksymalne wykorzystanie samochodowych przyczep transportowych.

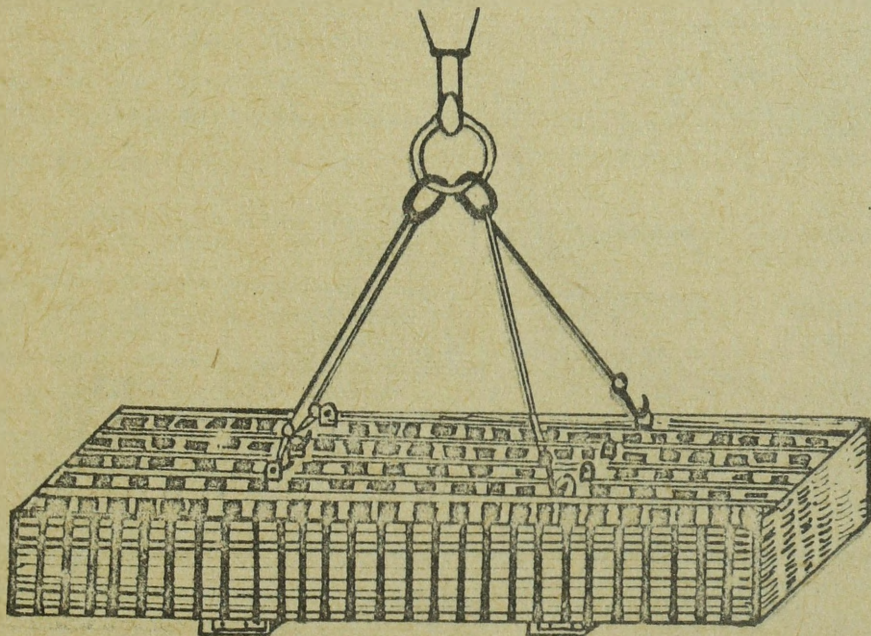
Jednodobowe zapotrzebowanie na transport samochodowy do przewozu płyt zależec będzie od ładowności samochodów wykorzystywanych do transportu, odległości przewozu oraz wymogów co do skrócenia do minimum czasu dowozu. Przy określaniu potrzebnej ilości środków transportu samochodowego i planowaniu dowozu płyt należy pamiętać o tym, że powinien on wyprzedzać początek układania nawierzchni o 1-2 dni i powinien być zakończony na 0,5-1 dnia przed ukończeniem montażu nawierzchni. Wynika z tego, że czas dowozu płyt będzie o 0,5-1 dnia dłuższy od czasu układania nawierzchni, tzn. że np. przy czasie układania nawierzchni równym 4 dni, dowóz płyt będzie trwać maksymalnie 5 dni.

Dowóz płyt metalowych /przy dużych odległościach transportu/ należy organizować tak, aby transport samochodowy nie miał przestojów podczas oczekiwania na ładowanie i rozładowanie płyt i dlatego też wydzieloną do przewozu ilość samochodów należy podzielić na 4 grupy, z których

plorwaza byłaby ładowana, druga w drodze na lotnisko, trzecia rozładowana, a czwarta w drodze powrotnej na stację kolejową /magazyn płyt/ po płyty.

W celu ułatwienia załadowania i wyładowania płyty pakowane są w pakiety /paczki/ po 20-30 szt. w zależności od ich typu /tabela nr 1/. Połączone są one w pakietach za pomocą T-owych listew łączących, które mają na swoich końcach uchwyty umożliwiające zaczepienie lin dźwigowych. Listwy te u dołu zaczepione są o płytę oporową i przechodzą przez 8. od skraju /czoła/ otwór uzupełniający płyt /a przez 3 otwór półpłyt/ i zabezpieczone są zawleczkami /przetyczkami/.

Załadunek i wyładunek płyt wykonuje się za pomocą dźwigów samochodowych, podnośników widłowych /samojezdnych/ lub ciągników. W zależności od możliwości udźwigu i wysokości wysięgnika dźwigu można jednocześnie przenosić kilka pakietów płyt. Zastosowanie dźwigów samochodowych od prac za- i wyładowniczych skraca czas ich wykonania, zmniejsza potrzeby siły roboczej oraz znacznie podnosi bezpieczeństwo pracy. Zespół obsługujący 1 dźwig samochodowy składa się z 5 żołnierzy /operator dźwigu + 4 pomocników/. Zaczepienie pakietu wykonuje się za pomocą specjalnego oprzyrządowania /olinowania/, składającego się z 4 lin, których górne końce wyposażone są w uchwyt do zaczepienia na hak dźwigu, a dolne zaopatrzone są w haki do zaczepienia pakietu płyt za T-owe listwy łączące /rys. nr 12/. Przy prowadzeniu robót 2 żołnierzy zespołu robo-



rys. nr 12. Sposób podłączenia /zaczepienia/ pakietu płyt do wysięgnika dźwigu samochodowego

czego łączy liny z hakami za uchwyty T-owych listew pakietu lub za paletę opakowania pakietu płyt, a 2 odczepia je na miejscu ułożenia po zmniejszeniu nacisku lin. Liczba jednocześnie przenoszonych pakietów wynosi dla dźwigu samochodowego typu K-32 1-2 pakiety, a dla K-51 2-5 pakietów. Średnia wydajność zespołu przy ładowaniu i rozładowywaniu pakietów płyt dźwigiem samochodowym z przemieszczeniem specjalnego oprzyrządowania do zaczepienia pakietów płyt wynosi 21-25 ton/h /tzn. 25-30 pakietów/. Dla ułatwienia zaczepiania pakietów płyt powinny one być układane na skrzyniach ładunkowych na drewnianych 5-10 cm podkładkach /paletach/.

Tabela nr 6

Orientacyjne normy wydajności przy ładowaniu i rozładowywaniu pakietów płyt za pomocą dźwigów samochodowych

Rodzaj pracy	Skład zespołu roboczego	Norma wydajności zespołu w ciągu 8h /pakiety/
Ładowanie dźwigiem płyt lub półpłyt na platformy kolejowe: - dwuosiołowe - czterosiołowe	kierowca-operator dźwigu - 1 żołn. pomocnicy - 4 żołn.	230 330
Rozładowywanie dźwigiem płyt lub półpłyt z platformy kolejowej: - dwuosiołowe - czterosiołowe	- " -	245 350
Ładowanie dźwigiem płyt lub półpłyt na samochód lub rozładowanie z samochodu	- " -	205

Tabela nr 7

Orientacyjne normy wydajności przy ręcznym rozładowywaniu, przenoszeniu i ładowaniu płyt

Rodzaj pracy	Jednostka miary	Norma czasu /rob h/
Ładowanie płyt	1 tona	0,62
Rozładowywanie płyt	1 tona	0,44
Przenoszenie płyt: - do 10 m, z układaniem w stosy - na każde następne 10 m powyżej pierwszych 10 m	1 tona	0,65 0,23

W przypadku braku dźwigów samochodowych załadunek i rozładunek płyt może być wykonywany za pomocą samojezdnych podnośników widłowych, ciągników lub samochodów samoza - i wyładowczych. Wymaga to jednak budowy estakad i ramp, które łączy się z platformą załadowywania /wyładowania/. Ciągnik za pomocą poprzecznej belki /orczyka/ ściąga pakiety płyt na estakadę /rampę/, a potem od razu na samochód ciężarowy. W przypadku wymagającym szybkiego rozładowania wagonów, pakiety płyt rozładowuje się ciągnikami bezpośrednio na plac obok torów kolejowych. Wówczas pakiety zaczepia się do liny wyposażonej w orczyk z hakami, po czym ciągnikiem ściąga się je z platformy kolejowej na ziemię po uprzednio ustawionej równi pochyłej lub rampie kolejowej /zamiast estakad lub ramp można wykorzystać skośnie ustawione szyny kolejowe lub belki drewniane/. Zwykle rozładunek pakietów łączy się jednak z ładowaniem ich na skrzynie ładunkowe samochodów i przyczepy transportowe. Wydajność ciągnika przy rozładowaniu platformy kolejowej i ładowaniu pakietów płyt na samochody /przyczepy transportowe/ wynosi 2-3 pakiety jednocześnie. Obsługujący ciągnik zespół roboczy składa się z operatora ciągnika i 4 pomocników /2 - zaczepia belkę - orczyk z hakami do pakietów na platformie kolejowej, a 2 odczepia je na miejscu wyładowania/. Średnia wydajność takiego zespołu przy rozładowaniu pakietów płyt z platformy kolejowej ciągnikiem typu DT-54 wynosi 18 ton/h, tj. ok. 21 pakietów. Przy rozładowywaniu płyt ciągnikiem z samochodu ciężarowego lub z przyczepy transportowej wykorzystuje się więc następujące oprzyrządowanie:

- drewnianą rampę /przenośną/ dla zabezpieczenia przed uszkodzeniem burt samochodu /przyczepy/ krawędziami pakietów płyt;
- metalowy podkład /paletę/ z 3 mm blachy, zabezpieczający płyty /pakiet/ przed uszkodzeniem podczas przeładunku /ściągnięcia pakietów płyt/;
- belki drewniane z hakami /orczyk/ do zaczepienia pakietów podczas rozładowania.

W niektórych przypadkach za pomocą ciągnika można także ładować pakiety płyt na środki transportowe, a wykorzystuje się w tym celu te same urządzenia co przy rozładowywaniu. Ciągnik może jednocześnie wciągać na przyczepy /skrzynie ładunkowe/ do 3 pakietów, a średnia wydajność zespołu roboczego wynosi wówczas 11-12 ton/h, tj. 13-14 pakietów płyt.

Przy braku środków mechanizacji pracy ładowanie i rozładowywanie pakietów płyt może być wykonywane ręcznie. W takich przypadkach płyty ładuje się /rozładowuje/ pojedynczo po uprzednim ich rozpakowaniu z pakietów /lub po 2 jednocześnie/. Rozpakowanie pakietów płyt polega

na wyjęciu z otworów T-owych listew łączących, służących do połączenia płyt w pakiecie. Rozładowanie płyt będących w pakietach można też wykonać ręcznie przy pomocy równi pochyłej i łomów. Praca ta wykonuje wówczas zespół roboczy - 4 żołnierzy, a ich wydajność przy ręcznym ładowaniu płyt na samochód lub przyczepę transportową wynosi 6-6,5 tony/h /7-8 pakietów/, a przy rozładowywaniu z przenoszeniem - ok. 8,5 tony/h /10 pakietów/.

#### Rozkładanie pakietów płyt

Układanie pakietów płyt w stosy może odbywać się na placu składowania /magazynowania/ lub bezpośrednio obok miejsca układania /montażu/ nawierzchni. Przywiezione środkami transportowymi pakiety płyt układa się z jednej lub z obu stron DS oraz po jednej stronie DK lub MPS, w odległości nie bliższej niż 1,5-2,0 m od ich krawędzi. Należy zwrócić uwagę na właściwe rozstawienie stosów pakietów płyt, aby odległość do noszenia podczas układania nie przekraczała 25-30 m. Odstępy pomiędzy układanymi stosami określić można /rozstaw stosów/ wg wzoru:

$$l_s = b \cdot \frac{N_s}{n} \cdot k \quad /m/$$

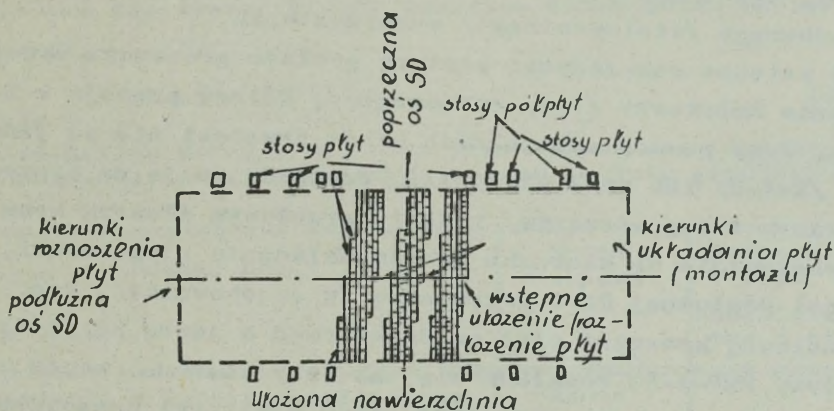
- gdzie:  $l_s$  - rozstaw między osiami stosów pakietów płyt - /m/;  
 $b$  - użytkowa szerokość płyty, zależna od typu metalowej płyty /szerokość montażowa płyty/ - /m/;  
 $N_s$  - ilość płyt w stosie, równa lub krotna ładowności środka transportowego wykorzystywanego do przewozu pakietów płyt - /szt./;  
 $n$  - średnia ilość całych płyt w jednym poprzecznym rzędzie, zależna od szerokości układanej nawierzchni - /szt./;  
 $k$  - współczynnik, wynoszący przy jednostronnym rozmieszczeniu stosów - 1, a przy dwustronnym - 2.

Półówki płyt /półpłyty/ niezbędne przy układaniu nawierzchni "w przekładkę - szachownicę" układa się w stosy pojedynczymi pakietami, oddzielnie od całych płyt. Ponieważ na jeden poprzeczny rząd potrzeba 1 półpłyty /lub 2 na jeden rząd/, stąd liczba półpłyt w stosie jest zależna - równa liczbie rzędów między osiami stosów całych płyt. Zatem odległość pomiędzy pakietami półpłyt oblicza się ze wzoru:

$$l_p = b \cdot N_p \quad /m/$$

- gdzie:  $l_p$  - odległość między środkami /osiami/ stosów pakietów półpłyt - /m/;  
 $b$  - szerokość montażowa /użytkowa/ półpłyty - /m/;  
 $N_p$  - ilość półpłyt w pakiecie - /szt./.

Przykładowy schemat rozłożenia stosów pakietów płyt i półpłyt wzdłuż DS przedstawiono na rys. nr 13.



Rys. nr 13. Schemat rozłożenia stosów pakietów płyt na poboczu DS

### 2.3. Układanie nawierzchni /montaż/

Po przygotowaniu podłoża gruntowego oraz wytyczeniu osi i krawędzi DS<sup>x/</sup> przystępuje się do układania nawierzchni. W skład robót technologicznych przy montażu nawierzchni wchodzi:

- rozpakowywanie pakietów płyt;
- roznoszenie i wstępne rozkładanie płyt rzędami na podłożu gruntowym;
- montaż /łączenie/ płyt między sobą;
- zamocowanie krawędzi ułożonej nawierzchni.

#### 2.3.1. Rozpakowywanie, roznoszenie i wstępne rozkładanie płyt na podłożu gruntowym

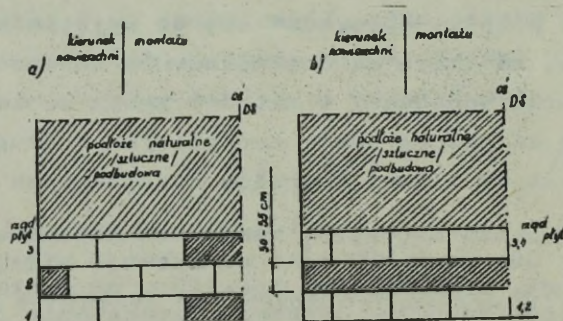
Rozpakowywanie płyt i półpłyt sprowadza się do wyjęcia, z otworów T-owych listew łączących, na które są one nasadzone tworząc pakiet. Pracę tę wykonują żołnierze wchodzący w skład brygady montażowej, układającej nawierzchnię za pomocą haków montażowych o długości 30-40 cm. Ich ilość uzależniona jest od ilości zespołów roznoszących płyty, a

x/ Za pomocą teodolitu wytycza się osie, krawędzie podłużne i poprzeczne /boczne i czołowe/ DS, DK i MPS oraz oznakowuje się je palikami co 20 m. Na końcach osi, w odległości 150-200 m od czoła nawierzchni, ustawia się doraźne /robocze/ repery. Oznakowanie jednej z krawędzi zagęszcza się do 5 m, a w zależności od potrzeb rozmieszcza się też poprzeczniki, ułatwiające ułożenie pierwszych, kierunkowych /bazowych/ rzędów płyt.

dobiera się ją tak, aby na każdy zespół roznoszący przypadał 1 żoł -  
 nierz rozpakowujący płyty. Cały sprzęt pomocniczy, służący do pakowa-  
 nia płyt /tzn. T-owe stalowe listwy łączące, drewniane krawędziaki -  
 podkłady i palety, zawlecзки itp./, należy zebrać i przechowywać w  
 skrzyniach do ponownego /wielokrotnego/ wykorzystania.

Roznoszenie i wstępne rozkładanie płyt na podłożu gruntowym wykonu-  
 ją zwykle ręcznie żołnierzy /tzw. roznoszący/, którzy pracują w 2-oso-  
 bowych zespołach. Przy pomocy specjalnych haków przenosi się po jednej  
 płycie PMP-1-53 /K-1-D/ lub po 2 płyty AAP, rozkładając je na przygoto-  
 wanym /sprofilowanym i zagęszczonym/ podłożu gruntowym dłuższą krawę-  
 dzią /boczną/ prostopadle do kierunku frontu układania nawierzchni, tj.  
 prostopadle do osi podłużnej DS z przekładką /w szachownicę/, tzn. z  
 przesunięciem oszowej krawędzi płyt co drugi rząd o jedną półpłytę  
 /rys. nr 14a/. Płyty PMP-1-53 rozkłada się tak, aby kierunek haków mon-  
 tażowych, łączących ze sobą dwa sąsiednie rzędy płyt, był przeciwny  
 względem siebie, a płyt K-1-D /AAP/ - hakami w stronę początku frontu  
 układania /montażu/ nawierzchni. Ponieważ przy wstępnym rozkładaniu  
 płyt nieuchronnie tworzą się pomiędzy sąsiednimi rzędami luki, koniecz-  
 ne jest w co 7-10 rzędzie ułożyć rząd uzupełniający na szerokość  
 jednej płyty. Dlatego lepiej jest przy wstępnym rozkładaniu płyt, np.  
 PMP-1-53 lub K-1-D, każdy co 7-10 rząd układać podwójnie /dwie warstwy  
 płyt jedna na drugiej/. Umożliwia się w ten sposób pełne pokrycie pły-  
 tami powierzchni pomiędzy wstępnie rozłożonymi płytami, a frontem mon-  
 tażu /już ułożoną nawierzchnią/. Natomiast każdy rząd wstępnie rozło-  
 żonych płyt AAP układa się na podłożu dwuwarstwowo z rozstawem 30-35 cm  
 między sąsiednimi, podwójnymi rzędami /rys. nr 14b/.

Przed frontem układania nawierzchni, w odległości 1,0-1,5 m od nie-  
 go, zawsze powinien być wstępnie rozłożony pewien zapas płyt, w ilości  
 potrzebnej na 0,5-1 h montażu, tj. ok. 30-35 rzędów płyt PMP-1-53,  
 40-45 rzędów płyt K-1-D lub 30-35 podwójnych rzędów płyt AAP.



Rys. nr 14. Sposób wstępnego rozłożenia płyt na podłożu gruntowym

Zamiast ręcznie roznosić płyty można wykorzystać do tego celu ręczne wózki, samochody ciężarowe, podnośniki widłowe /samojezdne/ wózki akumulatorowe lub specjalne rozkładacze płyt.

Liczba żołnierzy /ilość zespołów roboczych/ roznoszących płyty zależy od /powinna być równa/ liczby zespołów montujących nawierzchnię /tzw. układaczy/.

Tabela nr 8

Orientacyjne normy wydajności przy roznoszeniu i wstępnym rozkładaniu płyt na przygotowanym podłożu gruntowym

Rodzaj pracy	Skład zespołu	Norma wydajności na 1 żołn. w ciągu 8 h /szt./		
		PMP-1-53	K-1-D	AAP
Roznoszenie i wstępne rozkładanie płyt na przygotowanym podłożu gruntowym /przed montażem/ przy szerokości nawierzchni:	rozno- szący 2 żołn.			
9 m		$\frac{455}{570}$	$\frac{420}{500}$	$\frac{840}{960}$
12 m		$\frac{420}{520}$	$\frac{390}{480}$	$\frac{790}{930}$
18 m		$\frac{365}{460}$	$\frac{335}{420}$	$\frac{680}{840}$
21 m		$\frac{345}{430}$	$\frac{310}{410}$	$\frac{630}{810}$
24 m		$\frac{325}{420}$	$\frac{290}{390}$	$\frac{605}{790}$

UWAGA: 1. W mianowniku podano normy wydajności przy ułożeniu stosów pakietów płyt po obu krawędziach nawierzchni w odległości 1-1,5 m od każdej z nich, a w liczniku normy wydajności przy ich ułożeniu tylko wzdłuż jednej krawędzi nawierzchni.

2. Przy pracy w warunkach złej widoczności /np. noc, mgła itp./ normy wydajności należy zmniejszyć o 25-30%, a przy pracy w czasie roztopów o 15-20%.

### 2.3.2. Układanie nawierzchni /montaż płyt/

#### Montaż płyt MPP i PMP-1-53

Montaż tych płyt wykonuje 4-osobowy zespół roboczy, składający się z 3 żołnierzy układających płyty /układacze/ i 1 żołnierza wstawiającego zawleczki sprężynowe /mocujące/. Proces układania płyty polega

na tym, że 2 układacze podnosi płytę za jej końce specjalnymi hakami, podsuwa ją dłuższą krawędzią /pod kątem 30-45°/ do ostatniego z ułożonych w nawierzchni rzędu i wstawia jej haki w otwory montażowe tworzących go płyt. Trzeci układacz podtrzymuje łomem wcześniej ułożony rząd płyt, a w przypadku koniecznym naprawia - prostuje pojedyncze skrzywione haki montażowe wstawianej płyty. Układacze podtrzymujący płytę przesuwają ją z kolei do pełnego przylegania sztyjek haków montażowych do ozołowych ścianek otworów w płycie sąsiedniej /3 układacz kontroluje, aby dopuszczalna szczelina pomiędzy ozołami sąsiednich płyt wynosiła 4-6 mm/, po czym opuszczają płytę na podłoże, a ozarty układacz wstawia sprężyste zawlecзки mocujące, zabezpieczające przed rozłączeniem się płyt. Zwykle układacz "zabija" drewnianym młotkiem 3-4 zawlecзки równomiernie rozłożone na całej długości płyty /z obu jej krawędzi bocznych/.

Montaż płyt prowadzi się zwykle w tzw. "przewiązkę", w szachownicę, "przekładkę", przesuwając każdy rząd o 1/2 długości płyty w stosunku do poprzedniego i dlatego na ich końcach układa się, będące w komplecie, półpłyty. Przy łączeniu ostatnich rzędów dwóch sąsiednich odcinków /frontów/ robót może okazać się, że konieczne jest "podciągnięcie" ostatnich ich rzędów dla pełnego zamknięcia nawierzchni. Rozciągnięcie lub ściągnięcie to, możliwe dzięki istnieniu w płytach odpowiednich rowków między otworami i hakami montażowymi, wykonuje się zwykle za pomocą łomów lub ciągników /samochodów/ wyposażonych w liny i haki. Pierwsze dwa rzędy płyt, tzw. kierunkowe, układa się pod kontrolą geodezyjną /instrumentacyjną/ i łączy je między sobą zawleczkami sprężynującymi, a poprzez otwory uzupełniające w płytach przymocowuje się je odciągami drutowymi lub gwoździemi /szpilkami/ stalowymi do podłoża gruntowego, po czym dopiero układa się kolejne rzędy.

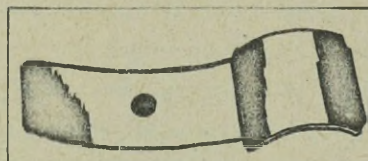
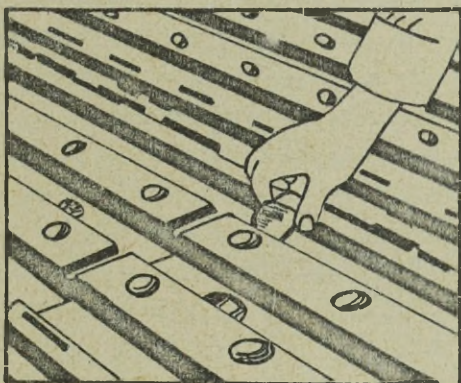
#### Montaż płyt MP-2-51

Podczas układania tych płyt wykonuje się następujące czynności: haki układanej płyty wstawia się w otwory montażowe płyt rzędu wcześniej ułożonego, a następnie przesuwają się ją na całą długość podstawy haka "do oporu" i powoli opuszcza na podłoże, co powoduje samoczynne zamknięcie się /bez użycia zawleczek/ i połączenie płyt. Do ułożenia pierwszych rzędów tych płyt, przy pracy na dwóch frontach zaczynając od środka nawierzchni, służą specjalne płyty łączące, mające na obu krawędziach bocznych prostokątne otwory montażowe /bez haków/.

#### Montaż płyt K-1-D

Płyty K-1-D łączy się w sposób następujący: haki układanej płyty wstawia się w otwory wcześniej ułożonych płyt i przesuwają się ją tak, aby zachodziły pod wycięcia płyt sąsiedniego rzędu. Podczas opuszczania

nia płyty na podłoże ustalacze /ograniczniki/ powinny swobodnie wejść w odpowiednie wycięcia w płycie, a T-owe haki "zamknąć się" w otworach montażowych. Czołowe krawędzie sąsiednich płyt łączy się ze sobą dwiema czołowymi listwami mocującymi /łączącymi/, które wstawia się w specjalne czołowe otwory, a poprzez ich podbijanie drewnianym młotkiem wyrównuje się obie powierzchnie sąsiednich płyt i zaklinowuje listwy.

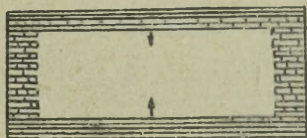


Rys. nr 15. Sposób łączenia płyt K-1-D za pomocą czołowych listew łączących /mocujących/

Płyty rzędów zamykających sąsiednie odcinki montażu nawierzchni można łączyć dwoma sposobami:

- za pomocą tzw. "rzędów kierunkowych";
- za pomocą tzw. "likwidacji wybrzuszenia nawierzchni".

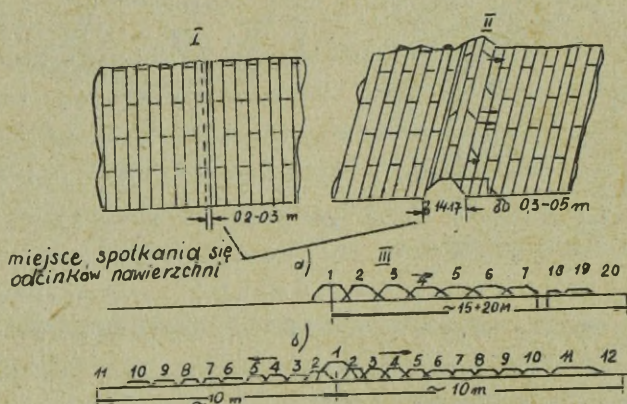
Sposób za pomocą "rzędów kierunkowych" sprowadza się do tego, że np. na odległości 15-20 m między schodzącymi się odcinkami nawierzchni układa się po 2 kierunkowe rzędy skrajne /boczne/ z taką rozpiętością /rozstawem/, która zapewni właściwe połączenie - pokrycie płytami całej powierzchni. Układanie kierunkowych rzędów wymaga jednak długiego czasu i dokładności w pracy.



Rys. nr 16. Schemat układania płyt z zastosowaniem "rzędów kierunkowych"

Najprostszym sposobem łączenia dwóch sąsiednich odcinków nawierzchni jest układanie z tzw. "likwidacją wybrzuszenia nawierzchni", który sprowadza się do tego, że płyty na sąsiednich odcinkach układa się do

pełnego pokrycia powierzchni, a potem łączy się je, co może być wykonane w przypadku rzędów stykających się. W przypadku niedostatecznego odstępu między ostatnimi rzędami sąsiednich odcinków nawierzchni /rys. nr 17/ ułożenie rzędu zamykającego spowoduje uniesienie się /wybrzuszenie/ nawierzchni, po czym jego zlikwidowanie następuje poprzez rozciągnięcie nawierzchni /ściągnięcie/ w jedną lub w drugą stronę /często w obie strony/, w zależności od wielkości wybrzuszenia. Podobnie łączy się rzędy dwóch sąsiednich odcinków nawierzchni układanej z płyt PMP-1-53, wykorzystując do tego celu odpowiednie rowki w płytach. Przy układaniu nawierzchni z płyt K-1-D należy zwrócić uwagę na sprawność i prawidłowość położenia ustalaczy /ograniczników/.



Rys. nr 17. Schemat łączenia dwóch schodzących się odcinków nawierzchni za pomocą tzw. "likwidacji wybrzuszenia nawierzchni": a/ z przesuwaniami płyt w jedną stronę, b/ z rozsuwaniem płyt w obie strony, I - położenie płyt przed przesunięciem, II - ogólny widok wybrzuszenia, III - schemat "likwidacji wybrzuszenia nawierzchni"

Dla zapewnienia możliwości wyjmowania pojedynczych płyt /np. uszkodzonych/ i demontażu nawierzchni w dowolnym miejscu płyty PMP-1-53 przeciąga się hakami w przeciwnym kierunku /sąsiednie rzędy/, a płyty K-1-D /mające T-owe haki montażowe/ tylko w jedną stronę, przesuwać przy układaniu płyty na przemian w przeciwnie strony, tj. jeden rząd w lewo, drugi w prawo. Dla przesunięcia styków płyt w sąsiednich rzędach nawierzchni układa się je w przekładkę /przewiązkę, w szachownicę/ z przesunięciem o 1/2 długości płyty. W tym celu wykorzystuje się półpłyty, które układa się na krawędziach bocznych nawierzchni. Przy szerokości nawierzchni krotkiej długości całej płyty, półpłyty układa się w każdym rzędzie przemiennie z prawej lub z lewej strony rzędu /na jego skraju/.

łączenie płyt MP-2-51 i K-1-D przy zamykaniu nawierzchni /łączeniu sąsiednich odcinków/ jest możliwe do wykonania tylko za pomocą specjalnych płyt lub listew, a w przypadku ich braku za pomocą tkaninowych powłok rozkładanych na szerokości np. 0,7-1,0 m jedna od drugiej lub poprzez zespawanie płyt. W taki sposób zwykle łączy się sąsiednie rzędy gdy spotykają się one pod różnym kątem np. połączenie DS z DK itp. Wówczas zwykle ostatnie rzędy DK podkłada się pod nawierzchnię DS i zabezpiecza w ten sposób pełne pokrycie nawierzchni spawając je ze sobą lub łącząc 4-5 drutowymi wiązaniami w odstępach co 0,75-1,0 m.

#### Montaż płyt AAP

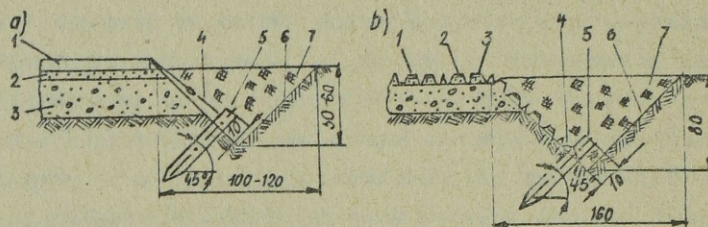
Układanie nawierzchni rozpoczyna się od ułożenia pierwszego rzędu płyt, przy czym jeżeli układanie nawierzchni prowadzi się tylko w jednym kierunku, to układa się go zwykle z płyt z jednostronnie rozmieszczonymi otworami montażowymi. Natomiast przy montażu nawierzchni w dwóch kierunkach - po obu stronach pierwszego rzędu, układa się go z płyt posiadających otwory montażowe rozmieszczone wzdłuż obu krawędzi bocznych płyt. Bezpośrednio po ułożeniu wszystkie płyty pierwszego rzędu powinny być połączone między sobą za pomocą czołowych listew łączących /mocujących/. Układaniu kolejnych rzędów powinna towarzyszyć dokładna kontrola. Należy więc śledzić, aby ustalacze płyt /ograniczniki/ każdego ułożonego rzędu wchodziły w przewidziane dla nich otwory w płytach układanych. Połączenie krawędzi czołowych tych płyt uzyskuje się poprzez włożenie w odpowiednie otwory wzajemnie dopasowanych płyt czołowych listew mocujących /łączących/. Poszerzona część każdej listwy powoduje zaklinowanie w otworach montażowych, co zabezpiecza przed samoczynnym rozłączeniem się płyt.

#### 2.3.3. Zamocowanie krawędzi nawierzchni

##### Zamocowanie krawędzi bocznych /podłużnych/

Czynność ta kończy etap układania /montażu/ metalowej nawierzchni lotniskowej. Realizuje się ją różnymi sposobami, zgodnie z projektem techniczno-organizacyjnym budowy nawierzchni. Zwykle płyty przytwierdza się do podłoża gruntowego za pomocą kołków /palików/ i odciągów drutowych /rys. nr 18a/. Paliki wbija się pod kątem  $45^{\circ}$  do poziomu w skarpe boczną wykopanego wzdłuż krawędzi nawierzchni dołka lub rowka trójkątnego o głębokości 30-40 cm tak, aby górny jego wierzchołek znajdował się poniżej powierzchni terenu nie mniej niż o 5 cm. Płyty do kołków przymocowuje się odciągami z drutu montażowego. Nawierzchnię końcowych odcinków DS o długości  $1/4$  całej długości DS oraz nawierzchni

nię DK przymocowuje się do podłoża na każdym rzędzie płyt, a środkowych odcinków DS i MPS - na co 4 rzędzie.



Rys. nr 18. Zamocowanie krawędzi lotniskowej nawierzchni metalowej: a/ podłużnych /bocznych/, b/ poprzecznych /czołowych/, 1 - metalowa płyta K-1-D, 2 - warstwa wyrównawcza /bitumiczna/, 3 - podłoże sztuczne /podbudowa/, 4 - odciąg drutowy, 5 - drewniany palik o długości 50-60 cm i średnicy 8-10 cm, 6 - skarpa rowu /dołka/, 7 - grunt ponownie zasypany do rowu /dołka/

#### Zamocowanie krawędzi czołowych /poprzecznych/

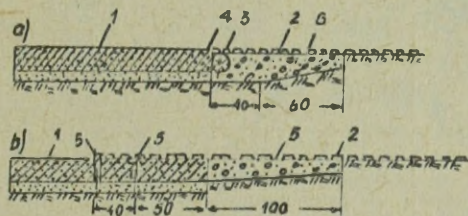
Krawędzie czołowe /poprzeczne/ DS przytwierdza się do podłoża w sposób następujący: skrajne 1-2 /3-4/ rzędy płyt obniża się pod kątem  $45^{\circ}$  do poziomu w wykopane w tym celu rowy trójkątne i zamocowuje odciągami drutowymi do wbitych kołków /palików/ - rys. 18b /tzw. zakotwienie w gruncie podłoża/. Czołowe krawędzie DK i MPS zamocowuje się podobnie jak ich krawędzie boczne, stosując na połączeniach z DS spawanie, złącza /wiązania/ drutowe w ilości 4-5 co 0,75-1,0 m na płytach zachodzących na siebie /płyty DK powinny zachodzić pod płyty DS/, lub odciągi drutowe od każdej płyty /w 3 miejscach - w narożnikach i w środku/. Po zamocowaniu krawędzi bocznych i czołowych nawierzchni metalowej dołki /rowki/ zasypuje się gruntem i zagęszcza, aby zapobiec przed osiadaniem gruntu oraz utworzeniu się obniżień wzdłuż krawędzi nawierzchni metalowej /zachowanie dobrych warunków eksploatacyjnych nawierzchni/.

Dla lepszego przylegania całej nawierzchni /powierzchnią oporową płyt/ do podłoża gruntowego po jej ułożeniu zaleca się przetaczać po niej walec drogowy /lekki/ pneumatyczny lub wykorzystać do tego celu samochody ciężarowe /7-tonowe/.

#### 2.3.4. Przedłużanie nawierzchni betonowej płytami metalowymi

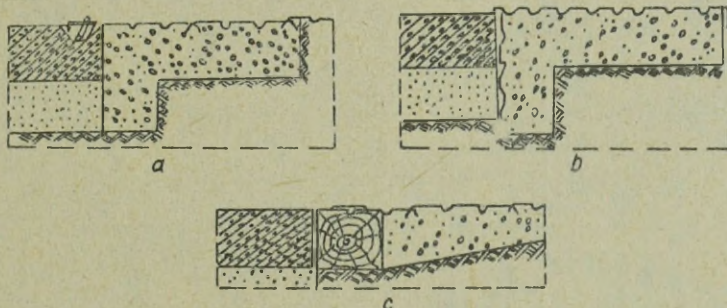
Podczas przedłużania nawierzchni betonowej płytami metalowymi ich połączenie jest możliwe jedynie poprzez przymocowanie płyt szpilkami /gwoździami/ do drewnianego krawędziaka ułożonego wzdłuż nawierzchni betonowej lub drogą przymocowania płyt odciągami drutowymi do specjal-

nych kotew, zabetonowanych w nawierzchni /w jej płytach/ - rys. nr 19. Wzdłuż krawędzi czołowej nawierzchni betonowej, na szerokości nie mniej-  
 azej niż 1 m, wykonuje się podłoże sztuczne /podbudowę/ zapewniające  
 właściwą nośność połączenia obu rodzajów nawierzchni.



Rys. nr 19. Konstrukcja połączenia nawierzchni betonowej z metalową:  
 a/ sposób uproszczony /doraźny/, b/ sposób trwały,  
 1 - nawierzchnia betonowa, 2 - nawierzchnia metalowa,  
 3 - belka drewniana /krawędziak/, 4 - gwoździe metalowe  
 /3 szt. na 1 płytę/, 5 - gniazda, w których zabetonowano  
 odciąg z drutu montażowego 3 mm, 6 - podłoże sztuczne  
 /podbudowa/

Innym sposobem połączenia nawierzchni betonowej z metalową jest spo-  
 sób wykorzystujący same płyty /tzw. „z wykorzystaniem pionowego rzędu  
 płyt metalowych”/ - rys. nr 20.



Rys. nr 20. Schemat połączenia nawierzchni z płyt metalowych z na-  
 wierzchnią betonową: a/ połączenie za pomocą wiązań druto-  
 wych, b/ połączenie za pomocą pionowego rzędu płyt,  
 c/ połączenie za pomocą belki drewnianej

#### 2.4. Organizacja pracy przy układaniu /montażu/ nawierzchni, skład i wydajność zespołów roboczych

Prace przy budowie nawierzchni metalowej na lotnisku operacyjnym  
 /polowym/ powinno rozpoczynać się od ułożenia jej na DS, aby jak naj-  
 szybciej zapewnić gotowość eksploatacyjną do startów i lądowań samo-  
 łotów. Przy posiadaniu odpowiedniej ilości sił i środków można prowa-  
 dzić prace montażowe także na DK i MPS /jednocześnie z DS/.

Układanie nawierzchni może odbywać się na jednym lub kilku frontach

/odcinkach/ jednocześnie. Ilość frontów montażu określa się czasem budowy, typem płyt, posiadanyymi siłami i środkami do montażu oraz transportu płyt, a także przyjętą koncepcją organizacji robót. Wielofrontowy montaż nawierzchni wymaga jednak odpowiedniego łączenia kolejnych odcinków ułożonej nawierzchni /duży stopień trudności/, stąd leższym sposobem wydaje się praca na 2 rozchodzących się od środka odcinkach lub jednofrontowe układanie nawierzchni /przy zastosowaniu potokowego systemu budowy lotniska/. Do szybkiego określenia /w przybliżeniu/ ogólnej ilości siły roboczej, koniecznej do wykonania prac przy układaniu nawierzchni metalowej na jednym lotnisku, może służyć wzór:

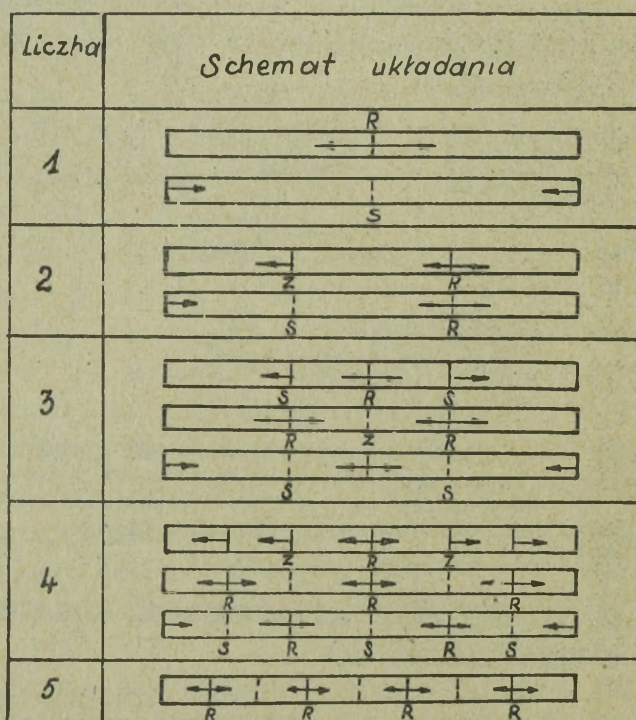
$$P = K \cdot f$$

gdzie:

P - ilość siły roboczej, roboczo-zmiany /10 h/;

K - ilość układanych płyt /w tys. szt./;

f - współczynnik - dla płyt K-1-D f = 10,7, dla innych płyt f = 11.



Rys. nr 21. Przykładowe schematy podziału nawierzchni DS na fronty robót: R - rozchodzące się /rozbieżne/, Z - zbiegające się /zbieżne/, S - schodzące się

W zależności od sposobu przygotowania podłoża gruntowego oraz przyjętego podziału nawierzchni DS /DK, MPS/ na fronty /odcinki/ robót /rys. nr 21/. wydziela się odpowiednią ilość brygad roboczych /grup roboczych/. Montaż nawierzchni metalowej na jednym froncie /odcinku/ robót prowadzi jedna brygada /grupa, pododdział/ pod kierunkiem specjalisty budowy lotnisk, składająca się z określonych zespołów roboczych. Ilość tych zespołów w brygadzie roboczej zależy od szerokości układanej nawierzchni, posiadanych sił i środków oraz czasu wydzielonego na budowę lotniska. Jeden zespół układający /montujący/ nawierzchnię układa 3-4 płyty /9-12 m/, stąd przy szerokości DS np. 50-60 m w brygadzie roboczej powinno być 4-5 takich zespołów. Ilość pozostałych zespołów w danej brygadzie /roznoszących płyty, mocujących krawędzie itp./ należy z kolei tak dobrać, aby nadały one z wykonaniem swych prac za zespołami układaczy. Do prac montażowych na DK i MPS, ze względu na ich mniejsze szerokości, wydziela się brygady o zmniejszonym składzie. Przykładowy skład brygady roboczej i zespołów na 1 odcinku robót jest następujący:

- |  |                    |
|--|--------------------|
| - rozpakowujący pakiety płyt   | - 2 żołnierzy;     |
| - roznoszący i wstępnie rozkładający płyty                             | - 2-4 żołnierzy;   |
| - układający płyty   | - 4 żołnierzy;     |
| - mocujący krawędzie nawierzchni /zależnie od sposobu ich zamocowania/ | - do 10 żołnierzy. |

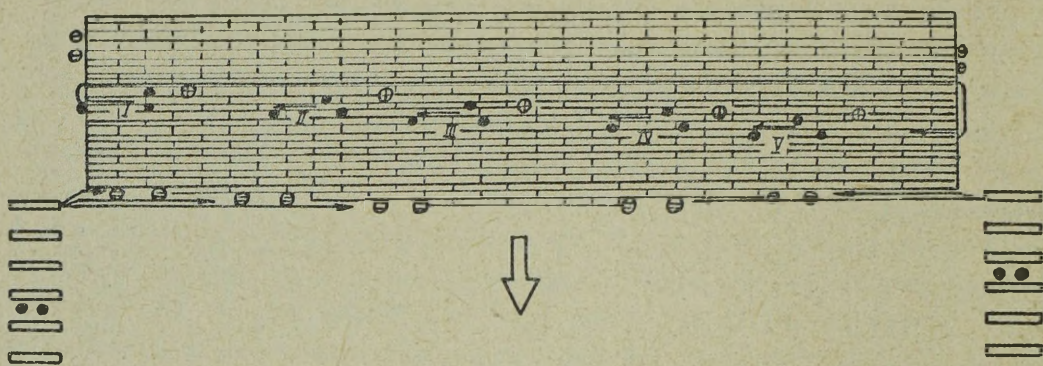
Wiodącym zespołem jest więc zespół układaczy płyt, który na 1 zmianę układa 800-900 płyt lub do 10 000 m<sup>2</sup> nawierzchni. Przykładowy schemat organizacji robót na jednym odcinku /froncie/ robót - przy układaniu płyt "w szachownicę" - pokazano na rys. 22a.

W skład brygady roboczej może wchodzić kilka jednakowych zespołów, może także być kilka brygad, co zależy od liczby odcinków robót. Można obliczyć to ze wzoru:

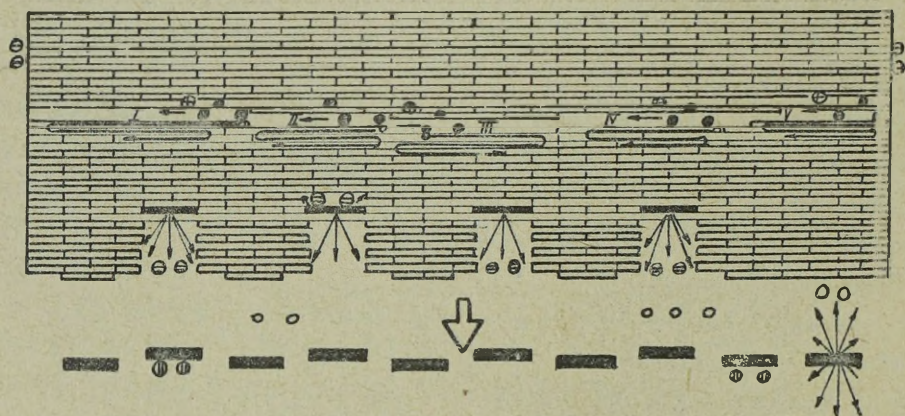
$$K_z = \frac{L \cdot B}{n_1 \cdot n_2 \cdot N_w \cdot C}$$

gdzie:

- $K_z$  - ilość frontów /odcinków/ robót - montażu nawierzchni /szt./;
- $L$  - długość nawierzchni /m/;
- $B$  - szerokość nawierzchni /m/;
- $n_1$  - ilość zespołów układaczy w 1 brygadzie /szt./;
- $n_2$  - ilość układaczy w zespole, zależna od typu układanych płyt /żołnierzy/;
- $C$  - czas budowy, zmiana;
- $N_w$  - norma wydajności układaczy /m<sup>2</sup>/zmianę/.



Rys. nr 22a. Przykładowy schemat organizacji robót przy układaniu płyt metalowych "w szachownicę" na jednym froncie /odcinku/ robót - wariant



Rys. nr 22b. Przykładowy schemat organizacji robót przy układaniu płyt metalowych na dwóch frontach /odcinkach/ robót - wariant

- Oznaczenia:
- zamocowujący krawędzie nawierzchni;
  - zabijający zawleczkę;
  - układacze płyt;
  - podnoszący płyty;
  - rozpakowujący pakiety płyt;
  - rozłożone wzdłuż krawędzi nawierzchni pakiety płyt;
  - kierunek montażu płyt;
  - kopacze.

Ogólny skład brygady roboczej do montażu nawierzchni metalowej  
w zależności od rodzaju płyt

Rodzaj pracy	Skład brygady	Ilość żołnierzy w brygadzie roboczej do montażu nawierzchni		
		PMP-1-53	K-1-D	AAP
Kierowanie robotami	dowódca	1	1	1
Roznoszenie i wstępne rozkładanie płyt przed ich montażem w nawierzchni	roznoszący	2	2	2
Układanie płyt /wraz z zamocowaniem zawleczkami/	układacze	4	-	-
Układanie płyt	- " -	-	2	2
Wstawianie czołowych listew łączących /mocujących/	- " -	-	2	2
Mocowanie krawędzi nawierzchni	mocujący krawędzie /układacze/	3	3	3
Kontrola geodezyjna	geodeta + pomoc.geodez.	2	2	2
Razem w brygadzie		12	12	13

- UWAGA: 1. Przy układaniu płyt do każdego zespołu roznoszącego płyty dodaje się po jednym żołnierzu, który rozpakowuje pakiety płyt.
2. Przy układaniu płyt, które były już w eksploatacji, do każdego zespołu układaczy dodaje się po jednym żołnierzu.

Orientacyjny skład brygady i zespołów roboczych na jeden front  
/odcinek/ układania nawierzchni

Rodzaj pracy	Skład zespołu roboczego	Ilość zespołów roboczych do wykonania pracy na:	
		DS	DK
Kierowanie robotami	dowódca - 1	1 /1/	1 /1/
Rozpakowywanie i wstępno rozkładanie płyt na podłożu, zbieranie opakowań	rozpakowujący - 1 roznoszący - 2	6 /18/	1 /3/
Układanie płyt w nawierzchni /montaż/	układacze - 3	5 /15/	2 /6/
Wstawianie zawleczek lub czołowych listew łączących /mocujących/	mocujący zawleczki /listwy/ /układacze/ - 2	3 /6/	1 /2/
Zamocowywanie krawędzi nawierzchni	mocujący krawędzie /układacze/ - 3	4 /12/	5 /15/
Kontrola geodezyjna	geodeta + pomoc geodezyjna - 1+1	1 /2/	1 /2/
Razem /zołnierzy/	1 + 13 = 14	1+53=54	1+28=29

Zespół układający /montujący/ nawierzchnię z płyt zwykle liczy minimum 2 żołnierzy, ale przy układaniu zniekształconych płyt /zdeformowanych/, które już były eksploatowane, do każdego zespołu układaczy dodaje się po 1 żołnierzu /pomocniczym/. Wstawianie czołowych listew łączących /mocujących/ przy układaniu nawierzchni z płyt K-1-D wykonuje zespół składający się z 3 żołnierzy, a przy układaniu jej z płyt AAP - 2 żołnierzy /tabela nr 9, 10, 11/.

Tabela nr 11

Typowy skład brygad roboczych do układania nawierzchni z jednego frontu robót, zależny od szerokości nawierzchni i rodzaju płyt metalowych

Lp.	Rodzaj pracy	Skład zespołu roboczego	Ilość zespołów roboczych w brygadzie przy szerokości nawierzchni w m				
			9	12	18	21	24
A. Płyty PMP - 1 - 53							
1	Kierowanie robotami	dowódca - 1	1	1	1	1	1
2	Rozpakowywanie pakietów płyt	rozpakowujący - 1	1	1	1	1	2
3	Roznoszenie i wstępne rozkładanie płyt przed układaniem nawierzchni	roznoszący - 2	1	1	2	2	4
4	Układanie płyt w nawierzchni z zamocowaniem zawleczkami	układacze - 4	1	1	2	2	3
5	Zamocowywanie krawędzi nawierzchni	mocujący - 3	2	2	2	2	2
6	Kontrola geodezyjna /pomiar/	geodeta - 1 + pomoc geodezyjna - 1	1	1	1	1	1
Razem w brygadzie		13	16	16	22	22	31
B. Płyty K-1-D							
1	Kierowanie robotami	dowódca - 1	1	1	1	1	1
2	Rozpakowywanie pakietów płyt	rozpakowujący - 1	1	1	2	2	3
3	Roznoszenie i wstępne rozkładanie płyt przed układaniem nawierzchni	roznoszący - 2	1	2	3	4	5
4	Układanie płyt w nawierzchni	układacze - 2	1	1	2	2	3
5	Wstawianie czołowych listew łączących	wstawiacze listew - 2	1	1	2	2	3
6	Zamocowywanie krawędzi nawierzchni	mocujący - 3	3	3	3	3	3
7	Kontrola geodezyjna /pomiar/	geodeta - 1 pomoc geodez. - 1	1	1	1	1	1
Razem w brygadzie		13	19	21	28	30	37
C. Płyty AAP							
1	Kierowanie robotami	dowódca - 1	1	1	1	1	1
2	Rozpakowywanie pakietów płyt	rozpakowujący - 1	1	1	1	2	2
3	Roznoszenie i wstępne rozkładanie płyt	roznoszący - 2	1	1	2	3	4
4	Układanie płyt w nawierzchni	układacze - 2	1	1	2	2	3

1	2	3	4	5	6	7	8
5.	Wstawianie czołowych listew mocujących	wstawiacze listew-3	1	1	1	1	2
6.	Zamocowywanie krawędzi nawierzchni	mocujący - 3	4	4	4	4	4
7.	Kontrola geodezyjna /pomiaru/	geodeta - 1 + pomoc geodez. - 1	1	1	1	1	1
Razem w brygadzie		13	22	22	27	30	37

Uwaga: 1. Przy montażu nawierzchni z płyt będących już wcześniej w eksploatacji, do każdego zespołu wykonującego układanie płyt dodaje się po 1 żołnierzu.

Do zamocowywania czołowych krawędzi nawierzchni DS wydziela się zespół w składzie:

- cieśla do przygotowywania i wbijania palików /kotew/- 1 żołnierz
- kopacze dołków lub rowów oraz wykonujący odciały drutowe - 3 żołnierzy.

Podczas wykonywania prac montażowych poszczególne zespoły wykorzystują narzędzia i materiały pomocnicze, których rodzaj i ilość podano w tabeli nr 12.

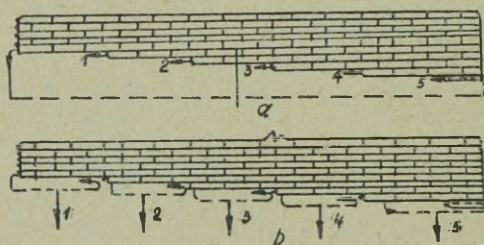
Tabela nr 12

Sprzęt pomocniczy wykorzystywany przy montażu nawierzchni metalowej

Lp.	Rodzaj pracy	Narzędzia i materiały pomocnicze	
		nazwa	ilość
1.	Rozładowanie pakietów płyt ze środków transportowych na lotnisku	olinowanie pomocnicze młotki ślusarskie łomiki montażowe	1 kpl./1 dźwig samochod. 1 szt./1 zespół dźwigowy 1 szt./1 zespół dźwigowy
2.	Rozpakowywanie pakietów	młotki ślusarskie topory	1 szt./1 żołnierz 1 szt./1 żołnierz
3.	Roznoszenie i wstępne rozkładanie płyt /przed montażem nawierzchni/	łomiki montażowe - dług. 30 cm lub 1, 10 m	1 szt./1 żołnierz

1	2	3	4
4.	Układanie płyt w nawierzchni /montaż/	łomiki montażowe młoty kowalskie dźwignie do ustalaczy /ograniczników/ haki montażowe -dług. 30 cm	1 szt./1 zespół 1 szt./1 zespół 1 szt./1 zespół 2 szt./1 zespół
5.	Ustawianie czołowych listew łączących lub wbijanie zawleczek sprężynujących	młotki ślusarskie dźwignie do ustalaczy /ograniczników/ młotki drewniane łomiki-oskardy	1 szt./1 żołn. 1 szt./1 żołn. 1 szt./1 zespół 2 szt./PMP-1-53/
6.	Łączenie zbiegających się frontów montażu nawierzchni lub miejsc zamykania DK z DS i MPS	haki montażowe - dług. 30 cm haki montażowe -dług. 1,10 m młoty kowalskie łomiki montażowe dźwignie do ustalaczy /ograniczników/ nożyce do blachy nożyce do stali zbrojeniowej drut montażowy 3-5 mm	1 szt./1 żołn. 1 szt./1 żołn. 1 szt./1 zespół 1 szt./1 zespół 1 szt./1 żołn. 1 szt./1 zespół 1 szt./1 zespół wg potrzeb
7.	Zamocowywanie krawędzi nawierzchni z przygotowaniem palików i odciągów drutowych oraz wykopaniem dołków /rowów/	łopaty piły poprzeczne topory młoty kowalskie nożyce do stali zbrojeniowej drut montażowy 3-5 mm podstawki d=8-10 cm	2 szt./1 zespół 2 szt./1 zespół 1 szt./1 zespół 1 szt./1 zespół 1 szt./1 zespół 60 kg /100 mb krawędzi/ 0,45 m <sup>3</sup> /100 mb krawędzi/
8.	Kontrola prawidłowości montażu nawierzchni	teodolit niwelator tyczki miernicze łaty niwelacyjne taśmy miernicze taśmy stalowe /ruletki/	1 szt./1 zespół 1 szt./1 zespół 25 szt./1 zespół 2 szt./1 zespół 2 szt./1 zespół 2 szt./1 zespół

Zespoły układające nawierzchnię metalową DS mogą stosować dwa sposoby montażu. Przy pierwszym sposobie układania /rys. 23a/ zespoły przesuwa się poprzecznie do osi DS od jej lewej do prawej strony /krawędzi/, montując każdy swój rząd płyt. Zespoły posuwają się jeden za drugim, a ten który skończył układać swój rząd przechodzi na nowy w ślad za ostatnim zespołem brygady, rozpoczynając układanie następnego /kolejnego/ rzędu. Przy drugim sposobie /rys. nr 23b/ zespoły przesuwa się wzdłuż DS prostopadle do frontu układania, każdy montując na nawierzchnię o szerokości równej 2-3 płyt. Podczas układania nawierzchni metalowej należy zwracać uwagę na dokładnie prostopadle układanie /w stosunku do osi DS/ pierwszych /kierunkowych/ rzędów płyt. Nieprzestrzeżenie tego wymogu może pociągnąć za sobą znaczne odchylenie rzeczywistej osi DS od projektowanej. Wymaga to śledzenia prostoliniowości rzędów płyt w czasie ich montażu.



Rys. nr 23. Schemat organizacyjny pracy zespołów montujących nawierzchnię z płyt metalowych: a/ poprzeczny sposób montażu, b/ podłużny sposób montażu, 1, 2, 3, 4, 5 - numery zespołów układających nawierzchnię

Średnią wydajność pracy całej brygady /grupy/ roboczej określa się wydajnością zespołów montujących /układających/ nawierzchnię. Jeden zespół układaczy, składający się z 3-5 żołnierzy, może w ciągu jednej zmiany /8 h/ ułożyć 800-1000 płyt, czyli około 900-1200 m<sup>2</sup> nawierzchni. Przy układaniu nawierzchni DS z płyt będących już w eksploatacji wydajność ta zmniejsza się o około 18-20% i wynosi 720-740 m<sup>2</sup> w czasie jednej zmiany.

Średnia wydajność zespołów zamocowujących krawędzie /w czasie jednej zmiany/ wynosi:

- a/ zespołu składającego się z 3 żołnierzy /1 cieśla + 2 kopaczy/:
  - mocowanie bocznych krawędzi DS z równoczesnym przygotowaniem kołków /palików/, odciągów drutowych, wykopaniem rowów /dołków/ i ich zasypaniem oraz zagęszczeniem /wyrównaniem/ - 182 m;
- b/ zespołu składającego się z 4 żołnierzy /1 cieśla + 3 kopaczy/:
  - mocowanie krawędzi czołowych DS z jednoczesnym przygotowaniem wszelkich materiałów i rowów /dołków/ - 60 m.

Taka wydajność może być osiągnięta tylko w czasie pracy dziennej, w dobrych warunkach atmosferycznych. Wydajność pracy przy układaniu nawierzchni w nocy /przy sztucznym oświetleniu/ maleje, gdyż nocą utrudniony jest nie tylko montaż płyt, ale i kontrola układania nawierzchni. Dlatego też, jeżeli zezwala na to czas, układanie płyt /montaż/ zaleca się prowadzić w dzień. Podczas układania nawierzchni w nocy konieczne jest oświetlenie wszystkich miejsc pracy /placu budowy/ oraz przestrzeganie prawidłowej techniki montażu, bezpieczeństwa i kontroli jakości wykonania prac.

Tabela nr 13

Orientacyjne normy wydajności przy montażu nawierzchni z płyt metalowych

Lp.	Rodzaj pracy	JM	Skład zespołu roboczego	Norma wydajności na 1 żołnierza na zmianę /8h/ przy montażu naw. z płyt		
				PMP-153	K-1-D	AAP
1	Układanie płyt w nawierzchni z mocowaniem zawleczkami sprężynującymi	szt	Układacze-4	200	-	-
2	Układanie płyt w nawierzchni	szt	Układacze-3	-	510	800
3	Wstawianie czołowych listew łączących	szt	Układacze-2	-	1140	1000
4	Zamocowywanie czołowych krawędzi nawierzchni z przygotowaniem palików, odciągów drutowych i wykopaniem rowów /dołków/ - ręcznie	m	Mocujący krawędzie 4 /monterzy/	15	15	15
5	Zamocowywanie bocznych krawędzi nawierzchni z przygotowaniem palików, odciągów drutowych oraz wykopaniem rowów /dołków/ - przy każdym rzędzie/ - ręcznie	m	Mocujący krawędzie 3 /monterzy/	31	31	31

- UWAGI: 1. Normy ustalono podczas układania nowych płyt w czasie dziennym, w dobrych warunkach atmosferycznych oraz na gruncie o średniej twardości.
2. Przy montażu nawierzchni w nocy wydajność zmniejsza się o 25%, a przy pracy w okresie roztopów o 15-20%.
3. Przy zmechanizowanym wykopywaniu rowów norma wydajności związana z zamocowaniem krawędzi nawierzchni zwiększa się 3 razy.

4. Przy montażu nawierzchni z płyt PMP-1-53, które poprzednio już eksploatowano, norma wydajności przy układaniu zmniejsza się do 165 płyt.
5. Przy montażu nawierzchni z płyt K-1-D, które poprzednio już eksploatowano, zespół układaczy składa się z 3 żołnierzy, a norma wydajności na 1 układaacza zmniejsza się do 34 płyt.

#### 2.5. Organizacja pracy przy rozbieraniu /demontażu/ metalowych nawierzchni lotniskowych

W przypadku konieczności wykorzystania metalowej nawierzchni lotniskowej na innym lotnisku /przebazowanie oddziału lotniczego na nowe lotnisko operacyjne/ lub przy naprawie /odbudowie/ odcinków nawierzchni, a nawet pojedynczych płyt, rozbiera się ją. Nawierzchnię metalową rozbiera się także w celu jej konserwacji lub całkowitej wymiany. Technologiczny proces rozbierania /demontażu/ nawierzchni przebiega w odwrotnym kierunku do układania /montażu/, przy czym jeżeli nawierzchnię należy rozebrać w krótkim czasie to ilość odcinków robót przy demontażu /frontów robót/ może być większa niż przy jej układaniu. Do przybliżonego określenia potrzebnej ilości siły roboczej, niezbędnej do rozebrania nawierzchni metalowej, można wykorzystać ten sam wzór co do układania  $P = k \cdot f$ , ale współczynnik  $f$  powinien wówczas wynosić:

dla płyt PMP-1-53 -  $f = 8$ ;

płyt K-1-D -  $f = 9,3$ .

Przed rozpoczęciem prac związanych z rozbieraniem nawierzchni metalowej organizuje się brygady /grupy/ robocze. Ich ilość ustala się w zależności od planowanego frontu demontażu oraz ilości posiadanych sił i środków /tabele nr 15, 16 i 17/. Brygada demontażowa składa się z zespołów roboczych, które wykonują następujące prace:

- 1 zespół /1-2 żołnierzy/ - usuwanie zamocowania krawędzi bocznych i czołowych;
  - usuwanie /wyjęcie z nawierzchni/ czołowych listew łączących /mocujących/ lub zawleczek sprężynujących;
- 2 zespół /2 żołnierzy/ - demontowanie nawierzchni /rozłączanie i wyjęcie/ płyt z nawierzchni;
- 3 zespół /2-3 żołnierzy/ - zbieranie płyt i pakowanie w pakiety.

Nawierzchnię metalową DK demontuje się łącznie z nawierzchnią MPS tymi samymi brygadami roboczymi co DS.

HARMONOGRAM BUDOWY PASA STARTOWEGO O WYMIARACH 2400x120m O NAWIERZCHNI GRUNTOWEJ Z DROGĄ STARTOWĄ O WYMIARACH 2000x30 m Z PŁYT METALOWYCH /wariant/

Tabela nr 14

Rodzaj robót	Jm	Ilość robot	Rodzaj sprzętu	Norma na 1 rob	Potrzebna ilość	Czas pracy/h	Ilość sprzętu /szt/	Współczynnik sprzętu /szt/	Ilość sprzętu /szt/	Ilość		Dni pracy	
										zobowiązani	robotników	1-szy	2-gi
Roboty ziemne	m <sup>3</sup>	15000	zgarniarki	20,0	750	33	23	0,8	29	58	-	-	-
Plantowanie	ha	28,80	równiarki	0,2	144	36	4	0,8	5	10	-	-	-
Wałowanie	ha	28,80	wałki pneum.	0,2	144	36	4	0,8	5	10	-	-	-
Wyřab lasu	ha	4,00	pily spalin.	0,04	100	24	5	0,8	6	12	-	-	-
Karczowanie pni	ha	2,25	spycharki	0,25	90	12	8	0,8	10	20	16	-	-
Wywóz pni i karczwy	ha	2,25	spycharki	0,05	45	6	8	0,8	10	10	16	-	-
Cięcie zboża	ha	12,00	kosiarki	1,2	10	5	2	0,8	2	2	2	-	-
Wywóz zboża	ha	12,00	samochoody	0,3	40	5	8	-	8	8	48	-	-
Transport /dowóz płyt 1020 tonx100km/	tkm	102000	samochoody	100	1020	24	42	0,9	47	94	47	-	-
Ułożenie nawierzchni	m <sup>2</sup>	60000	łącznie	12,5	4800	30	-	-	-	-	320	-	-

- UWAGI: 1. Podane w rubrykach 13 i 14 okresy pracy uwzględniają krótkie odroczyunki oraz przerwy np. na posiłki i czynności obsługi technicznej sprzętu.  
2. Zakłada się, że połowę potrzebnej ilości płyt bbi przewiezie w czasie przebazowania się do rejonu budowanego lotniska.

Typowy skład brygad roboczych do demontażu nawierzchni metalowej w zależności od typu płyt

Lp.	Rodzaj pracy	Skład zespołu roboczego	Ilość żołnierzy w zespole roboczym przy demontażu płyt	
			PMP-1-53	K-1-D AAP
1	Kierowanie robotami	dowódca	1	1
2	Rozczepianie krawędzi nawierzchni	przecinający odciągi drutowe	2	2
3	Rozbieranie nawierzchni z wyciąganiem zawleczek sprężynujących	pomocnicy demontujących nawierzchnię	4	-
4	Wyjmowanie i pakowanie czolowych listew mocujących /łączących/	pomocnicy demontujących nawierzchnię	-	2
5	Rozłączanie płyt /rozszczepianie/	demontujący nawierzchnię	-	3
6	Naprawa zdeformowanych płyt /ręcznie/	mechanicy /naprawiający płyty/	2	2
7	Układanie i pakowanie płyt w pakiety	pakowacze	2	2
Razem w brygadzie:			11	12

Rozbieranie nawierzchni /demontaż/ rozpoczyna się od przygotowania frontu robót, tj. od wyjęcia jednego rzędu płyt /na każdym odcinku - froncie robót/.

Tabela nr 16

Skład brygady roboczej na jeden odcinek /front/ robót w zależności od rodzaju nawierzchni

Lp.	Rodzaj pracy	Skład zespołu wykonującego dany rodzaj pracy	Ilość zespołów do pracy na	
			DS	DK
1	Kierowanie robotami	dowódca - 1	1	1
2	Rozszczepianie krawędzi nawierzchni	przecinający odciągi drutowe - 2	1	1
3	Wyjmowanie i pakowanie czołowych listew łączących	pomocnicy demontujących nawierzchnię - 2	3	1
4	Rozbieranie płyt /demontaż/	demontujący nawierzchnię - 3	5	2
5	Naprawa uszkodzonych płyt /zdeformowanych/	mechanicy /naprawiający płyty/ - 2	2-4 <sup>x/</sup>	1-2 <sup>x/</sup>
6	Układanie i pakowanie płyt w pakiety	pakowacze - 3	6	2
Razem w brygadzie		1 + 12 = 13	1+45=46 /1+49=50/	1+18=19 /1+20=21/

x/ Ilość zespołów mechaników naprawiających zdeformowane /uszkodzone/ płyty ustala się w zależności od rodzaju i rozmiaru uszkodzeń /stopnia zdeformowania płyt/.

## Sprzęt pomocniczy wykorzystywany przy demontażu nawierzchni metalowej

Rodzaj pracy	Nazwa	Ilość
Rozszczepianie krawędzi nawierzchni	nożyce do drutu	1 szt./1 żołn.
	łopaty	1 szt./1 żołn.
Wyjmowanie czołowych listew łączących	łomy montażowe	1 szt./1 żołn.
	dźwignie do ustalaczy /ograniczników/ lub łomy-oskardy	1 szt./1 żołn.
Rozbieranie płyt /demontaż/	młoty kowalskie	1 szt./1 zespół
	łomy montażowe	1 szt./1 zespół
	młotki ślusarskie	1 szt./1 zespół
Naprawa zdeformowanych płyt	młoty kowalskie	1 szt./1 żołn.
	dźwignie do ustalaczy	1 szt./1 zespół
	młotki ślusarskie	1 szt./1 zespół
Pakowanie płyt /półpłyt/ w pakiety	młoty kowalskie	1 szt./1 zespół
	łomy montażowe	1 szt./1 zespół
	młotki ślusarskie	1 szt./1 zespół

UWAGA: 1. Przy naprawie zdeformowanych i uszkodzonych płyt wykorzystano maszynę profilującą PM-68 lub ślusarsko-kowalski warsztat naprawczy.

2. Łomy-oskardy wydaje się przy demontażu nawierzchni z płyt PMP-1-53.

Jeżeli demontaż rozpoczyna się od czołowych krawędzi DS, to pierwszą operacją jest odkopanie /równiarką lub ręcznie/ dwóch zagłębionych rzędów płyt wraz z przecięciem odciągów drutowych. Po takim przygotowaniu frontu robót należy:

- usunąć zamocowania krawędzi bocznych nawierzchni poprzez przecięcie nożycami odciągów drutowych przytwierdzających płyty /poprzez pali/ do podłoża gruntowego;

- przy pomocy łomów /kleszczy, oskardów/ wyjąć z płyt czołowe listwy łączące /mocujące/ lub zawlecзки sprężynujące, które zbiera się i pakuje w przeznaczone do tego celu skrzynki drewniane;

- zdemontować /rozłączyć i wyjąć/ pojedyncze płyty z nawierzchni podnosząc ich skraj /ich krawędź boczną/ do góry pod kątem 30-40° i przesuwając je o długość występu haków tak, aby można je było swobodnie wyjąć z otworów montażowych sąsiednich płyt;

- posortować płyty według kategorii - sprawne płyty pakuje się w pakiety po 20-30 szt. w każdym /w zależności od ich typu/, łącząc je za

pomocą specjalnych T-owych listew łączących /ściągaczy/ lub drutem montażowym o średnicy 3-5 mm, który przepuszcza się przez otwory w płytach między hakami montażowymi;

- naprawić niesprawne /uszkodzone i zdeformowane/ płyty - najczęściej spotykane uszkodzenia dotyczą haków montażowych lub zmiany profilu /skrzywienia/ płyt /patrz rozdział 3 skryptu/;

- po oczyszczeniu i zakonserwowaniu /pomalowaniu/ płyt i półpłyt poukładać je w pakiety.

Transportowanie płyt na kolejne miejsce układania odbywa się jak przy dowozie płyt - transportem samochodowym lub kolejowym, przy czym wobec konieczności skrócenia do minimum przerwy w działaniach bojowych lotnictwa z lotniska, na którym prowadzony jest demontaż nawierzchni metalowej, rozpoczyna się go od DK i MPS. Płyty z rozebranej nawierzchni DK i MPS wykorzystuje się do układania nawierzchni na DS, a płyty z DS - do montażu nawierzchni na DK i MPS nowego lotniska bazowania.

Średnia wydajność pracy przy rozbieraniu metalowych nawierzchni lotniskowych uzależniona jest od ilości sił i środków przeznaczonych do tego celu oraz ich wyszkolenia. Zespół rozbierający /demontujący/, składający się z 4 żołnierzy, w ciągu 8 h /zmiana/ może rozebrać 750-1090 m<sup>2</sup> nieuszkodzonej nawierzchni, tj. zdemontować ok. 600-940 szt. płyt.

Tabela nr 18

Normy wydajności przy demontażu nawierzchni metalowej w zależności od typu płyt

Lp.	Rodzaj pracy	Skład zespołu roboczego	Jm.	Norma wydajności na 1 żołn. na 8 h przy demontażu nawierzchni z płyt		
				PMP-1-53	K-1-D	AAP
1	2	3	4	5	6	7
1	Rozszczepianie krawędzi nawierzchni	przecinający odciąg drutowe	m	85	85	85
2	Demontaż nawierzchni z wyjmowaniem i zebraniem zawłoczek sprężynujących i płyt	pomocnicy demontujących nawierzchnie	szt.	235	-	-
3	Wyjmowanie z nawierzchni i pakowanie do skrzyń czołowych listew łączących	- " "	szt.	-	200	175

1	2	3	4	5	6	7
4	Rozbieranie nawierzchni /demontaż płyt/	demontujący nawierzchnię	szt.	-	175	275
5	Naprawa płyt /ręczna/ z przenoszeniem na odległość 10 m	mechanicy naprawiający płyty	szt.	150	105	165
6	Układanie płyt i pakowanie w pakiety	pakowacze	szt.	320	195	305

UWAGA: Normy wydajności obniża się o 25-30% podczas pracy w nocy /w złych warunkach atmosferycznych/ i o 15-20% w czasie roztopów.

Średnia wydajność przy rozbieraniu nawierzchni zarosłej trawą lub pokrytej gruntem zmniejsza się o 30%. Odpowiednio wydajność brygady składającej się np. z 4 takich zespołów wynosi 3000-4360 m<sup>2</sup>/2400-3750 szt. płyt/.

## 2.6. Kontrola robót

Przy budowie /układaniu, montażu/ lotniskowych nawierzchni metalowych duże znaczenie ma kontrola jakości wykonywanych robót. W czasie tej kontroli należy przede wszystkim sprawdzać równość, dokładność przylegania nawierzchni do podłoża /podbudowy/ i dlatego plantowanie podłoża oraz jego dokładne zagęszczenie sprawdza się 3-metrowej długości łąką /prześwit między łąką a podłożem nie może przekraczać 10 mm/. Równość, dokładność przylegania nawierzchni do podłoża określa się jako dobrą, jeżeli nie ma przewyższeń odcinków nawierzchni /tzw. progów/. Prowadzi się ponadto dokładną kontrolę geodezyjną równoległości i prostopadłości układania płyt w stosunku do osi podłużnej nawierzchni /osobno na każdym z frontów - odcinków robót/. Dopuszczalne odchylenie nie powinno przekraczać tu 5 cm na każde 100 m nawierzchni /dopuszcza się odchylenie możliwe do usunięcia przez przesunięcie płyty na szerokość skoku łaka w stronę przeciwną do przesunięcia osi montażu.

Kontroli podlega także ilość i prawidłowość założenia zawleczek sprężynujących lub czołowych listew łączących /mocujących/, dokładność spawania szwów, wykonania wiązań i odciągów drutowych, szczególnie na połączeniach DK z DS lub DK z MPS, a także sposób i prawidłowość zamocowania bocznych oraz czołowych krawędzi nawierzchni.

Do wykrycia ewentualnych defektów najlepiej jest przeprowadzić doświadczalny /próbny/ przejazd obciążonych samochodów ciężarowych /7-10-tonowych/. Przejazd taki przeprowadza się na maksymalnej prędkości i przy ostrym hamowaniu. Jeżeli po takiej próbie nie zostaną wykryte de-

fakty połączeń płyt i zamocowania krawędzi, to nawierzchnia DS z płyt metalowych nadaje się do eksploatacji.

W procesie rozbiórania /dismontażu/, naprawy i transportu płyt na nowo lotnisko należy uważnie kontrolować ilość i jakość haków, wyprostowanie płyt i pakowanie w pakiety. Nie wolno rzucać płyt i pakietów przy ich za- i wyladowywaniu /szczególnie stroną z hakami/ na drugie płyty, pakiety lub twarde przedmioty, ponieważ prowadzi to do uszkodzenia elementów połączeniowych.

## ROZDZIAŁ 3

### UTRZYMANIE METALOWYCH NAWIERZCHNI LOTNISKOWYCH

Utrzymanie metalowych nawierzchni lotniskowych w ciągłej gotowości eksploatacyjnej do wykonania operacji lotniczych odbywa się poprzez prawidłową eksploatację, obejmującą:

- okresowe przeglądy ich stanu technicznego;
- systematyczną konserwację;
- naprawy /osuwanie uszkodzeń i deformacji/.

#### 3.1. Rodzaje i przyczyny uszkodzeń

Naprawa nawierzchni lotniskowych z płyt metalowych obejmuje naprawę podłoża /podbudowy/ i naprawę samych płyt. Najbardziej charakterystyczne deformacje i uszkodzenia /zniszczenia/ podłoża gruntowego /naturalnego, sztucznego/ to: osiadanie gruntu, wydmuchiwanie gruntu spod płyt, wysadzenie gruntu spod płyt na powierzchnię nawierzchni oraz zniszczenie górnej warstwy podbudowy.

Osiadanie gruntu jest rezultatem błędów technologicznych w przygotowaniu podłoża, niedostatecznego lub nierównomiernego zagęszczenia poszczególnych odcinków robót /działań roboczych/ w procesie budowy nawierzchni, utraty nośności gruntów zalegających w podłożu wskutek zbyt dużych obciążeń statycznych i dynamicznych. Nierównomierne osiadanie podłoża pod działaniem /ciężarem/ samolotów może spowodować różnorodne deformacje i uszkodzenia nawierzchni /płyt/, np.:

- a/ podnoszenie się płyt;
- b/ wygięcia podłużne płyt i pofalowanie nawierzchni, tzw. zmiana profilu podłużnego nawierzchni;
- c/ powstawanie progów i uskoków czołowych krawędzi płyt;
- d/ deformację nawierzchni wzdłuż ich krawędzi czołowych i bocznych;
- e/ odgięcia /wygięcia/ i odłamanie narożników płyt;
- f/ uszkodzenie nawierzchni w miejscach połączeń płyt:
  - skrzywienia i odłamania haków montażowych łączących płyty między sobą;
  - oderwania elementów wiązań płyt;
  - zniszczenie zamkowych połączeń płyt;
- g/ wygięcia i załamania czołowych listew łączących /mocujących/;
- h/ powstawanie rys i pęknięć płyt.

Wygięcia płyt w kierunku podłużnym i pofalowanie nawierzchni powstają w miejscach osiadczenia podłoża gruntowego /podbudowy/, a także na odcinkach zniszczenia i wydechnienia jego górnej warstwy. Przed kołem kołującego samolotu niekiedy pojawia się "Tala", która powoduje dalsze uszkodzenia typu odgięcie się narożników i krawędzi płyt, wygięcie i zalewanie elementów połączeniowych, czy całkowita zmiana profilu podłużnego nawierzchni /dzw. pofalowanie nawierzchni/.

Progry i uskoki czołowych krawędzi płyt - powstają jako rezultat niedokładnego wykonania podłoża i ułożenia płyt /zle przyloganie zarówno płyt nowych, jak i tych, które były już eksploatowane, gdy np. przy ich naprawie nieprawyldowo wyprostowano haki montażowe połączeń. Przy wielofrentowym układaniu nawierzchni, kiedy ostatnie rzędy płyt zamyka się /łączy/ poprzez spawanie lub "likwidację wybrzuszenia na - wierzchni" przyjmuje ona profil "pły z progami" /pionowymi przesunięciami/.

Deformacja poprzeczna i podłużna krawędzi nawierzchni - powstaje poprzez zbyt mocny nacisk skrajnych rzędów nawierzchni odciągami drutowymi. Powoduje to unoszenie się ich, utworzenie łuków i ogólną falistość wzdłuż krawędzi nawierzchni. Może to spowodować także skrzywienie lub odłamane połączeń zamkowych płyt na linii wygięcia.

Zniszczenia nawierzchni w miejscach połączeń DS z DK i MPS, gdzie metalowe płyty ułożone są podwójnie, pojawiają się w przypadku zerwania odciągów drutowych, którymi połączone są górne i dolne warstwy nawierzchni płyt i przymocowane do podłoża gruntowego /podbudowy/ i uszkodzenia spawu. Mogą one powodować pojawienie się w nawierzchni ostrych końców odciągów drutowych lub samych płyt.

Wygięcia i odłamania narożników płyt są charakterystyczne dla płyt bez czołowych listew łączących sąsiednie płyty lub też tzw. czołowych nakładek. Przy eksploatacji takiej nawierzchni /głównie na odcinkach hamowania samolotów/ powstają "grzeblenie" sterczących narożników płyt, co powoduje uniemożliwienie prowadzenia startów i lądowań z takiej nawierzchni. Wielokrotnie przyglądanie odgiętych narożników płyt w procesie eksploatacji powoduje w końcowym efekcie odłamanie się ich, a zatem i trwałe uszkodzenie płyt.

Wygięcia i odłamania elementów połączeń montażowych płyt zaczynają się zwykle po odłamaniu się narożników, przy czym z początku następuje oderwanie skrajnych elementów połączeniowych położonych na styku z takim narożnikiem, a potem i pozostałych. Wygięcia i oderwania wiązań rozpoczynają się zwykle od centralnego wiązania, które przy hamowaniu na nim kół samolotu najpierw wygina się z niewielkim skreńcieniem, a potem

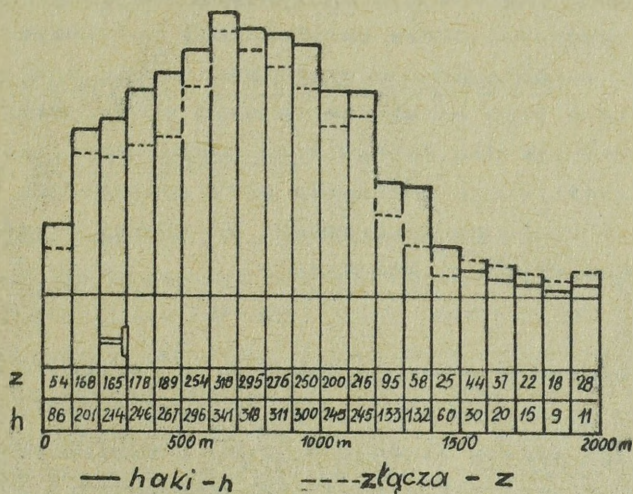
zrywa się. Przy dalszej eksploatacji nawierzchni następuje oderwanie się haków montażowych, będących w pobliżu takiego wiązania. Złamanie połączeń zamkowych z zawleczkami sprężynującymi powstaje w wyniku niedokładnego /niepełnego/ ich wbięcia przy montażu nawierzchni i ze złej ich jakości. Pod działaniem wibracji metalowej nawierzchni przy rozbiegu i dobiegu samolotów /starcie i lądowaniu/ sprężynowe zawleczki tracą sprężystość, łamią się lub wyskakują z otworów, naruszając powność połączeń. W rezultacie tego płyty przesuwały się wzdłuż tych połączeń, co powoduje zupełne rozłączenie się płyt w nawierzchni.

Wygięcia i złamania listew łączących czołowe krawędzie sąsiednich płyt w rzędzie prowadzą do ich wypadania z otworów w płytach, naruszenia równości nawierzchni w miejscu połączenia jednej płyty z drugą i unoszenia się czołowych krawędzi płyt, co powoduje z kolei odłamanie się haków, a zatem i ogólne zniszczenie nawierzchni.

Powstanie rys, pęknięć i szczelin w płytach uwiadczenia się wzdłuż podłużnych karbów /zeber/ i pólek usztywniających płytę. Jest to wynikiem przekroczenia dopuszczalnych naprężeń i wytrzymałości metalu lub wynikiem naruszenia technologii produkcji samych płyt, a możliwie i blachy, z której wykonano płyty.

Korozja płyt pojawia się jako rezultat dłuższego destrukcyjnego działania warunków atmosferycznych na metalowe płyty i w wyniku intensywnej ich eksploatacji /bez konserwacji/. Najpierw powstają wówczas uszkodzenia powierzchniowe warstwy ochronnej /farby/, a potem i metalu. Korozja rozpoczyna się zwykle od pojawienia się na powierzchni płyty kropek i plam rdzy, które następnie rozszerzają się do dużych powierzchni obejmujących niekiedy całą płytę. W niesprzyjających warunkach eksploatacji głębokość takich uszkodzeń w ciągu roku sięga 0,2 mm. Jeżeli w odpowiednim czasie nie odtworzy się powłoki farby na powierzchni płyty, to w ciągu kilku lat eksploatacji nawierzchnia może ulec całkowitemu zniszczeniu.

Rozkład najbardziej charakterystycznych uszkodzeń płyt metalowych na drodze startowej przedstawia rys. nr 24.



Rys. nr 24. Rozkład uszkodzeń płyt na DS

### 3.2. Zasady eksploatacji

Zapewnienie prawidłowej eksploatacji metalowych nawierzchni lotniskowych ma na celu przedłużenie jej używalności, wykluczenie przedwczesnego zużycia płyt i zapewnienie najbardziej sprzyjających warunków wykorzystania ich w zabezpieczeniu lotniskowym. Za prawidłową eksploatację metalowych nawierzchni lotniskowych ponosi odpowiedzialność dowódca oddziału lotniskowego poprzez swoich podwładnych - zastępcę dowódcy ds. zaopatrzenia i komendanta lotniska /dowódcę kompanii obsługi lotniska/.

W zakres prawidłowej eksploatacji metalowej nawierzchni lotniskowej wchodzi następujące przedsięwzięcia:

- zapewnienie prawidłowej i odpowiedniej z przeznaczeniem eksploatacji;
- przeglądy okresowe stanu technicznego nawierzchni;
- zapobieganie uszkodzeniom płyt /nawierzchni/;
- konserwacja i pielęgnacja płyt /nawierzchni/.

Metalowe nawierzchnie lotniskowe przeznaczone są do zabezpieczenia startów i lądowań samolotów w okresie wiosny oraz jesieni /roztopów/. W innym okresie /porze roku/ można je wykorzystywać dla zwiększenia nośności naturalnych /gruntowych, darniowych/ nawierzchni lotnisk operacyjnych /polowych/. Nie zaleca się eksploatować nawierzchni metalowych w zimie, kiedy to łatwo o jej zniszczenie /uszkodzenie/ maszynami stosowanymi do odśnieżania i odladzania. Jeżeli możliwe jest przygotowanie DS /gruntowej/ o nośności odpowiadającej wymaganiom lądowania samolotów,

to celowo jest start samolotów wykonywać z nawierzchni metalowej, natomiast lądowanie może odbywać się na podłożu /nawierzchni/ gruntowej, darniowej. Aby przedłużyć okres eksploatacji metalowych nawierzchni lotniskowych oraz zapobiegać ich uszkodzeniom nie powinno dopuszczać się do korzystania z nich samolotom mającym ciężar startowy większy od samolotu obliczeniowego dla danego typu nawierzchni. Zabrania się ponadto dokonywać gwałtownego hamowania przy dobiegu lub holowaniu samolotów, jak również ruchu po nawierzchni metalowej ciągników, holowników gąsienicowych i ciężkich kołowych.

#### Przegląd okresowe

Metalowe nawierzchnie wymagają dokładnego przeglądu wykonywanego jednorazowo w ciągu dnia oraz przed i po lotach. Podczas takiego przeglądu szczególną uwagę należy zwrócić na rdzę i zanieczyszczenia mechaniczne, stan krawędzi i narożników płyt, ich zamocowanie poprzeczne i podłużne /czołowe i boczne/, dokładność przylegania do podłoża, występowanie osiadania lub wydmuchiwania gruntu z podłoża /spod płyt/ oraz na zastoiska wód powierzchniowych na nawierzchni. Wszystkie dostrzeżone niedociągnięcia, uszkodzenia i zniszczenia odnotowuje się w dzienniku gotowości eksploatacyjnej metalowej nawierzchni i powinny one być usunięte siłami i środkami kompanii obsługi lotniska batalionu zaopatrzenia oddziału lotniczego bez wstrzymywania lotów. O ich powstaniu /szczególnie stanowiących zagrożenie przy operacjach lotniczych/ należy zameldować dowódcy oddziału lotniczego w celu umożliwienia podjęcia określonych decyzji, zapobiegających dalszemu niszczeniu nawierzchni.

#### Pielęgnacja i konserwacja

Sprowadza się do oczyszczenia /zamiatanie i zmywanie/ nawierzchni z błota, kamieni, oderwanych haków, zawleczek i innych przedmiotów, które mogą przeszkadzać w usuwaniu niesprawności płyt, powodować uszkodzenia samolotów oraz do wstawiania nowych zawleczek sprężynujących lub czołowych listew łączących, a także do usunięcia drobnych deformacji płyt /narożników, haków itp./. Oczyszczanie nawierzchni z błota, w zależności od stopnia jej zanieczyszczenia, wykonuje się 2-3 razy w ciągu roku za pomocą mechanicznych szczotek /oczyszczarek lotniskowych/ z włosami ze sztucznego tworzywa /elastycznego/. W okresie zimy z małymi opadami śniegu można eksploatować nawierzchnię metalową pamiętając o oczyszczaniu jej ze śniegu lekkimi, typowymi urządzeniami do zimowego utrzymania nawierzchni lotniskowych, zwracając jednak szczególną uwagę na niedopuszczenie do uszkodzenia nawierzchni. Dlatego używanie do odśnieżania nawierzchni ciężkiego sprzętu lotniskowego jest niedozwolone. Oczyszczanie nawierzchni z rdzy, w zależności od stopnia korozji, po-

winno być przeprowadzone 2-3 razy w ciągu roku przy pomocy ręcznych i mechanicznych szrotok metalowych lub skrobaków, z jednoczesnym zamalowywaniem oczyszczonej powierzchni płyt.

### 3.3. Naprawa metalowych nawierzchni lotniskowych

#### 3.3.1. Bieżąca naprawa uszkodzeń

Przeprowadzane codziennie przeglądy metalowych nawierzchni lotniskowych są podstawą do bieżącego usuwania usterek i uszkodzeń powstałych w wyniku eksploatacji nawierzchni oraz destrukcyjnie działających na nawierzchnię metalową szkodliwych warunków mechanicznych i chemicznych. Bieżące prace naprawcze organizuje się i wykonuje zwykle w okresach między lotami, wykorzystując do tego celu siły i środki batalionu zaopatrzenia /głównie kompanii obsługi lotnisk/, zabezpieczającego działania lotnictwa na danym lotnisku. Sprowadzają się one do usunięcia uszkodzeń, które pojawiły się w rezultacie eksploatacji nawierzchni metalowej lub w wyniku działań bojowych. W pierwszej kolejności, w jak najkrótszym czasie, powinny być zlikwidowane uszkodzenia uniemożliwiające start i lądowanie samolotów, co obejmuje często nie tylko wymianę niesprawnych /uszkodzonych, zniszczonych/ płyt, ale także odtworzenie podłoża gruntowego /naturalnego lub sztucznego/.

Bieżącą naprawę eksploatacyjną lotniskowej nawierzchni metalowej prowadzi się w oparciu o dokumentację jej stanu inwentaryzacyjnego /plan inwentaryzacyjny metalowej nawierzchni lotniskowej, na który nanosi się szczegółowo wszystkie wykryte podczas przeglądów usterki, uszkodzenia i zniszczenia, z zaznaczeniem ich rodzaju, charakteru, a dotyczących samej nawierzchni, pojedynczych płyt, całych odcinków nawierzchni, czy podłoża - podbudowy/.

#### Naprawa podłoża gruntowego /podbudowy/

Odcinki uszkodzonego /osiadanie/ podłoża gruntowego o powierzchni do 50-60 m<sup>2</sup>, znajdującego się pod płytami perforowanymi, naprawia się bez rozbiierania samej nawierzchni. Za pomocą dźwigów samochodowych lub ręcznie /łomami/ podnosi się odcinek nawierzchni położony bezpośrednio nad zniszczonym podłożem gruntowym, a potem przez otwory w płytach podsypuje się wcześniej dowieziony na miejsce robót grunt przepuszczalny /piasek, żwir, pospółka/ lub masę gruntocementową z tzw. "nadmiar", licząc na to, że po kilku przejściach walca drogowego /pneumatycznego/ po nawierzchni nastąpi zagęszczenie podsypanego pod płyty materiału, co umożliwi prawidłowe ułożenie się płyt na naprawianym miejscu /w jed-

nej płaszczyźnie z nawierzchnią je otaczającą/. Naprawę niedużych odcinków podłoża prowadzi się drogą zdjęcia jednej płyty metalowej położonej w centrum naprawianego odcinka, uniesienia płyt pozostałych /sąsiednich/ i podłożenie pod nie podpórek, co umożliwi swobodne podsypanie w obniżone miejsce kruszywa /masy gruntocementowej/, a potem ułożenie zdjętej płyty na miejscu i zagęszczenie /zawałowanie lekkim walcem drogowym pneumatycznym/ naprawianego odcinka nawierzchni.

Przy naprawie odcinków podłoża gruntowego o powierzchni do  $10 \text{ m}^2$ , wykonywanej z zastosowaniem materiałów wiążących najpierw - przez perforację płyt - podsypuje się grunt do podłoża, a potem po powierzchni płyt rozlewa się materiały wiążące /np. żywica epoksydowa, bitum itp./ w ilości  $1 \text{ l/m}^2$  podsypywanego gruntu na grubość  $1 \text{ cm}$ . Pozostającą na powierzchni płyt część zastosowanego materiału wiążącego należy wsunąć do podłoża poprzez perforację płyt i szczeliny w połączeniach między nimi, a potem za pomocą szotek /zamiatarek/ dokładnie oczyścić całą nawierzchnię. W szczególnym przypadku, gdy nawierzchnia wykonana jest z płyt PMP-1-53, celowo jest zamiast pełnego demontażu płyt zwinąć ją "w rulon", np. na DK: 10-15 żołnierzy łatwo zwija do  $15 \text{ m}$  nawierzchni. Pozwala to szybko odtworzyć podłoże, a następnie ponownie ułożyć /rozwinąć/ nawierzchnię.

Naprawę podłoża /podbudowy/ o powierzchni powyżej  $50-60 \text{ m}^2$  prowadzi się wraz z pełną rozbiórką nawierzchni ułożonej nad uszkodzonym miejscem. Bieżącą naprawę większych odcinków podłoża wzmocnionego materiałami wiążącymi /spoiwami, lepiszczami/ prowadzi się przy zastosowaniu technologii, jak przy naprawie takiego samego podłoża zalegającego pod nawierzchnią betonową czy asfaltowo-betonową /sztucznymi nawierzchniami lotniskowymi/. Przy obliczaniu potrzebnych do naprawy objętości gruntu należy uwzględnić następujące współczynniki zagęszczenia:

- dla piasku - 1,1;
- dla żwiru - 1,24;
- dla pospółki - 1,26;
- dla gliny i gliny piaszczystej - 1,05.

Przy usuwaniu zastoisk wodnych na nawierzchni oraz osuszaniu przewilgoconego gruntu w podłożu należy za pomocą prostych urządzeń odwadniających i osuszających odprowadzić wodę poza nawierzchnię metalową, a po wyschnięciu podłoża odtworzyć je, wykonując podsypkę ze żwiru lub piasku.

#### Naprawa pojedynczych płyt w nawierzchni /bez ich wymiany/

Płyty posiadające uszkodzenia możliwe do usunięcia na miejscu naprawia się za pomocą urządzeń i narzędzi wchodzących w skład kompletu

nawierzchni /tabela nr 2, 13 i 17/. Odgięte ku górze narożniki i czołowe krawędzie płyt /głównie wzdłuż bocznych krawędzi nawierzchni/ przygina się do podłoża za pomocą łomów montażowych i młotów kowal- skich. W razie konieczności podniesienia podłużnych /bocznych/ krawędzi nawierzchni zamocowuje się je odciągami drutowymi do dodatkowych pali- ków. Wygięte elementy połączeniowe płyt, tworzące szczeliny w miejscach połączeń sąsiednich płyt, wyprostowuje się lekkimi uderzeniami /młotka- mi ślusarskimi/, a rozerwane haki montażowe, wiązania i połączenia od- twarza się poprzez przyspawanie nowych elementów połączeniowych. Rysy, pęknięcia, szczeliny pojawiające się na powierzchni płyt, jeśli ich długość nie przekracza 30 cm /każdej z nich/, także usuwa się poprzez zaspawanie lub w ostateczności - wymianę płyty. Skrzywione haki monta- żowe płyt K-1-D i AAP, których podstawy wystają ponad nawierzchnię, wy- prostowuje się łomem lub podgina pod sąsiednią płytę, a wystające z otworów czołowe listwy łączące /mocujące/ wstawia się uderzeniami młot- ka ślusarskiego na swoje miejsce.

Naprawa pojedynczych płyt perforowanych, u których na czołowych sty- kach pojawiły się ostre krawędzie, w wyniku oderwania się kilku haków montażowych, polega na nałożeniu półpłyty /czasem wraz z wycięciem usz- kodzonej części płyty na długość nie mniejszą niż 50 cm/ na styk dwóch sąsiednich płyt i połączeniu ich ze sobą za pomocą haków nakładanego elementu. Można to wykonać także za pomocą nałożenia nowej płyty lub jej części. Dla zapobiegania przesuwania się nałożonych płyt, zamoco- wuje się je z każdej strony sprężynowymi zawleczkami. Uszkodzone od- ciągi drutowe w miejscach połączenia i zamocowania krawędzi nawierzchni wymienia się na nowe, wykonywane z miękkiego, giętkiego drutu mon- tażowego o średnicy 3-5 mm, a końce ich podkłada się pod płytę. Przy obluźowaniu się stalowych gwoździ, przymocowujących płyty metalowe do nawierzchni betonowej /w przypadku jej przedłużania nawierzchnią meta- lową/, wymienia się na nowe. Niekiedy wykorzystując istniejące w na- wierzchni betonowej otwory i stare gwoździe /szpilki/ zamocowuje się je poprzez zabetonowanie, lub płyty przymocowuje się do gwoździ odcią- gami drutowymi.

#### Naprawa nawierzchni metalowej połączona z wymianą pojedynczych płyt

Decyduje o tym stopień zniszczenia płyt, według którego określa się konieczność ich wymiany i możliwość /miejsce/ ponownego ułożenia po naprawie - w nawierzchni. Konieczność wymiany płyt charakteryzują także ich kategorie, które określa się podczas przeglądu nawierzchni, kierując się ustaleniami podanymi w tabeli nr 19.

## Kategorie metalowych płyt lotniskowych według stopnia ich zniszczenia

Kategorie płyt	Charakterystyka płyt		Miejsce możliwe- go ułożenia w nawierzchni
	PMP-1-53	K-1-D, AAP	
I	Płyty i półpłyty jeszcze nie eksploatowane, nie posiadające uszkodzeń		W nawierzchni DS, DK, MPS
II	Płyty i półpłyty będące już w eksploatacji, ale całkowicie sprawne /bez uszkodzeń/		- " -
III	Płyty posiadające oberwane nie więcej niż 3 haki lub 3 wiązania na każdej stronie	Płyty posiadające oberwane nie więcej niż 1 hak /jedno wiązanie/ lub 2 ustalacze /ograniczniki/	W nawierzchni DK i na skrajnych rzędach wzdłuż bocznych krawędzi DS
IV	Płyty posiadające oberwane 3 sąsiednie haki lub wiązania oraz posiadające oderwane do 8 haków po jednej stronie	Płyty posiadające oberwane nie więcej niż 2 sąsiednie haki /wiązania/ lub do 3 ustalacze /ograniczników/	W nawierzchni MPS z bezwzględnym wzmocnieniem uszkodzonych połączeń poprzez przyspawanie lub drutem montażowym
V	Płyty posiadające oberwane nie więcej niż 8 haków /wiązań/ z rysami, pęknięciami i skorodowane do stopnia wykluczającego ich użycie w nawierzchni	Płyty posiadające oberwane 3 i więcej sąsiednich haków /wiązań/ lub więcej niż 3 ustalacze /ograniczniki/	Podlegają spisaniu z ewidencji i przekazaniu na złom /wycofanie z eksploatacji/

UWAGA: Płyty zdeformowane /z wygięciami powyżej 5 cm/, skorodowane, ale przydatne do eksploatacji, podlegają usprawnieniu i oczyszczeniu, po czym określa się dla nich odpowiednio kategorie. Płyty kategorii III i IV podlegają naprawie

Naprawę odcinków nawierzchni z rozebraniem i ponownym ułożeniem nowych płyt prowadzi się zwykle dwiema brygadami i roboczymi. Jedna z nich prowadzi rozbieranie /demontaż/ nawierzchni zniszczonej, a druga /po odtworzeniu podłoża/ zajmuje się ułożeniem nawierzchni z nowych płyt /np. z zapasu montażowego lub rezerwy/. Podział obowiązków w składzie brygad i zespołów roboczych jest taki sam, jak przy układaniu /montażu/ lub rozbieraniu /demontażu/ nawierzchni. Nowe płyty w nawierzchni układa się dopiero po zakończeniu naprawy podłoża /podbudowy/ pamiętając o usunięciu uszkodzeń w zdjętych płytach oraz posortowaniu ich wg kategorii i ułożeniu w pakiety.

Naprawę metalowych płyt lotniskowych prowadzi się dopiero po ich wymontowaniu z nawierzchni. Obejmuje ona następujące przedsięwzięcia

- wyprostowanie płyt /nadanie im właściwego profilu/;
- usunięcie zdeformowanych haków, wiązań i połączeń montażowych;
- naprawa zdeformowanych lub skrzywionych elementów montażowych /połączeniowych/;
- zaspawanie rys, pęknięć i szczelin w płytach;
- odtworzenie pokrycia konserwującego płyty /malowanie płyt na kolor maskujący/.

Przy nieznacznych wygięciach płyt /do 3-5 cm/, ich wyprostowanie wykonuje się na lotnisku przy pomocy narzędzi i urządzeń prostych. Silnie zdeformowane płyty prostuje się z wykorzystaniem będącej w komplecie nawierzchni specjalnej maszyny profilującej typu PM-68 lub wymienia się na nowe. W tym celu na każdym lotnisku konieczne jest utrzymywanie zapasu montażowego /rezerwy/ w ilości pozwalającej na pokrycie ok. 3% ogólnej powierzchni nawierzchni. Praktyka wykazuje bowiem, że przy rozbiorze /demontażu/ uszkodzonej nawierzchni ok. 10% płyt wymaga drobnej naprawy, a ok. 2-5% wymiany lub naprawy średniej. Zależy to od długotrwałości i warunków eksploatacji nawierzchni.

Do naprawy płyt metalowych wykorzystuje się zespoły robocze w składzie 2 żołnierzy. Jeden zespół wykonuje wyrównywanie płyt /profilowanie/, drugi wyprostowuje pocięte haki montażowe. Specjalna maszyna profilująca typu PM-68 umożliwia wyprostowanie skrzywionej płyty poprzez przepuszczenie jej przez system rolk profilujących. Wydajność takiej maszyny obsługiwanej przez zespół roboczy w składzie 5 żołnierzy wynosi 400-600 płyt/h. Przy ręcznym wyprostowywaniu skrzywionych płyt metalowych wykorzystuje się warsztat naprawczy /ślusarski-kowalski/, na którym układa się zdeformowaną płytę między podłużnymi prowadnicami hakami ku górze, a potem 3-5 uderzeniami młota kowalskiego po karbach płyty usuwa się jej skrzywienia /dopuszcza się wygięcia do 2 cm/. Naprawę haków montażowych osiąga się poprzez dociskanie ich /płyta leży wówczas na warsztacie naprawczym hakami w dół/ do specjalnej pochylonej prowadnicy. Oderwane /w ilości do 3 sąsiednich lub do 8 haków po jednej stronie płyty/ haki odtwarza się poprzez przyspawanie do płyty nowych haków, wyciętych z takiego samego typu płyty, ale V kategorii. Ręczne prostowanie haków montażowych odbywa się poprzez uderzenia młotem i przywrócenia im w ten sposób właściwego położenia. Średnia wydajność zespołu roboczego /2 żołnierzy/ ręcznie naprawiającego płyty wynosi:

- |                          |              |
|--------------------------|--------------|
| - prostowanie płyt       | - 38 szt./h; |
| półpłyt                  | - 58 szt./h; |
| - odtwarzanie haków płyt | - 21 szt./h; |
| półpłyt                  | - 30 szt./h. |

Malowanie płyt wykonuje się po całkowitej naprawie i oczyszczeniu płyty z pyłu, błota, rdzy, starej farby i odtłuszczeniu z plam olejnych. Oczyszczenie wykonuje się szczotkami drucianymi i sprężonym powietrzem. Płyty maluje się specjalnymi farbami na kolor maskujący, a ich wydatek wynosi 100-150 g/m<sup>2</sup> płyty. Wymaga to jednak wycofania z eksploatacji takich płyt na okres 20-24 h.

Wszystkie naprawione płyty sortuje się według kategorii, pakuje w pakiety i odwozi do magazynów /składow/ lub wykorzystuje do montażu nawierzchni na nowym lotnisku. Terminowe i dokładne /jakościowo/ wykonanie naprawy bieżącej metalowej nawierzchni lotniskowej staje się podstawowym warunkiem przedłużenia okresu jej używalności.

### 3.3.2. Naprawa główna

W warunkach prowadzenia działań bojowych naprawa główna metalowych nawierzchni lotniskowych może być prowadzona na podstawie zarządzenia zastępcy dowódcy WLF ds. techniki i zaopatrzenia. Bezpośrednio prace związane z tą naprawą wykonują w zasadzie wyspecjalizowane pododdziały /oddziały/ służby lotniskowej. W tym przypadku zakres niezbędnych robót przygotowawczych oraz związanych z naprawą główną nawierzchni metalowej określa grupa rekonesansowa jednostki inżynieryjno-lotniskowej, która opracowuje również uproszczoną dokumentację techniczno-organizacyjną naprawy głównej metalowej nawierzchni lotniskowej.

Rozbieranie /demontaż/ metalowej nawierzchni lotniskowej przy naprawie głównej wykonuje się zwykle na najbardziej intensywnie eksploatacyjnych odcinkach DS, /środkowych/ położonych wzdłuż jej osi na szerokości 12-18 m. Prace prowadzi się jednocześnie na kilku frontach /odcinkach/, których liczbę ustala się w zależności od posiadanych sił i środków oraz zadanego terminu ukończenia naprawy. Skład brygad roboczych do rozbierania /demontażu/ odcinków nawierzchni przy pracy na jednym froncie pokazano w tabeli nr 15, 16 i 17, a zakres prac związanych z demontażem nawierzchni poprzedzającym naprawę płyt i elementów mocujących opisano w rozdziale 2.5. skryptu.

Podczas przeprowadzania głównej naprawy metalowej nawierzchni lotniskowej prowadzi się równolegle jej demontaż i odtworzenie podłoża gruntowego /podbudowy/. Wyjmowane z nawierzchni płyty powinny być dokładnie oczyszczone, wyprostowane oraz posortowane na sprawne i uszkodzone. Wszystkie płyty posortowane według kategorii /oprócz kategorii V/ naprawia się, po czym zależnie od kategorii /po naprawie/ układa się w pakiety. Płyty kategorii I-IV wykorzystuje się do powtórnego ułożenia w nawierzchni na dotychczasowym lub nowym lotnisku operacyjnego bazowania lotnictwa.

W nawierzchni dopuszcza się układać płyty następujących kategorii:  
a/ na DS - płyty I i II kategorii; płyty III kategorii zezwala się układać przy występowaniu odłamanych haków tylko z jednej strony, bez naruszenia wiązań /płyte uszkodzoną stroną układa się hakami pod sąsiednią płytę/;

b/ na DK - płyty III kategorii;

c/ na MPS- płyty IV kategorii z konieczną naprawą oderwanych połączeń zamkowych drogą przyspawania lub powiązań drutem montażowym /powiązanie płyt/.

W celu przedłużenia okresu używalności /eksploatacji/ nawierzchni metalowej w ramach naprawy głównej przeprowadza się też odnowienie powłoki ochronnej - malowanie. Podczas eksploatacji nawierzchni fabrycznie wykonane pokrycie ochronne płyt uszkadza się /szczególnie w miejscach startu i lądowania na DS oraz na całej powierzchni DK i MPS/. W rezultacie tych uszkodzeń tworzą się warunki sprzyjające korozji płyt. Płyty przedziewiałe więcej niż do połowy grubości podlegają wymianie na nowe, ponieważ pękając przy starcie i lądowaniu samolotów mogą być przesłanką do awarii samolotu lub katastrofy. W celu niedopuszczenia do przerw w lotach, płyty z uszkodzoną powłoką ochronno-maskującą demontuje się z nawierzchni i zamienia nowymi /z zapasu montażowego/. Po oczyszczeniu z rdzy, błota itp. szczotkami drucianymi i sprężonym powietrzem /strumieniem wody/ maluje się wodoodporną emalią, lakierem bitumicznym lub bitumem rozpuszczonym w benzynie /upłynnionym/ - ręcznie lub poprzez zamurzenie w wannie z farbą.

W przypadkach, kiedy po demontażu i naprawie głównej przewiduje się planowe przewiezienie metalowej nawierzchni lotniskowej na nowe lotnisko operacyjne /polowe/ wykonuje się takie prace towarzyszące, jak: przygotowanie dróg dojazdowych, pakowanie płyt w pakiety, ładowanie na środki transportowe i rozładowanie na nowym lotnisku.

#### 3.4. Przechowywanie metalowej nawierzchni lotniskowej /płyt/

W celu zapewnienia ciągłości eksploatacji nawierzchni metalowej podczas naprawy /główniej/ na lotnisku powinien być zgromadzony zapas /rezerwa/ płyt tzw. zapas montażowy płyt, półpłyt, zawieszek, ocołowych listów łączących itp. w ilości 3% całej nawierzchni wraz z materiałami do pakowania /T-owe listwy stalowe, drewniane belki, palety, druty montażowe, gwoździe itp./ oraz narzędziami, sprzętem pomocniczym i montażowym.

Płyty i półpłyty naprawione /stanowiące teraz rezerwę montażową/ powinny być przechowywane według typów i kategorii /oddzielnie/ w stosach

po 50-70 szt. /lub w pakietach/ na otwartych placach, w magazynach lub pod wiatą na drewnianych podkładach lub paletach. Każdy stos powinien posiadać tabliczkę, na której należy podać typ, ilość i kategorię płyt /płyty wycofane z eksploatacji przechowywać w oddzielnych stosach/. W czasie dłuższego przechowywania płyt należy je okresowo przeglądać i usuwać zauważone usterki, uszkodzenia /rdza, odpryski farby itp./. Płyty ułożone na lotnisku, a także znajdujące się w zapasie montażowym podlegają ewidencjonowaniu. Zbiorcze rozliczenie płyt prowadzi się w specjalistycznym organie lotniskowym WL. Dyspozytorem i odpowiedzialnym za stan i budowę metalowych nawierzchni lotniskowych jest jego szef i dowódcy jednostek inżynieryjno-lotniskowych wykonujących prace montażowe, a za nawierzchnie ułożone na lotniskach i płyty będące w zapasie montażowym - dowódcy oddziałów lotniczych, bazujących na tych lotniskach i ich zastępcy ds. zaopatrzenia. Wykorzystywanie płyt metalowych nawierzchni lotniskowych do innych celów niż są przeznaczone, jest zabronione.

Dla ustalenia stanu technicznego /ilości i jakości/ płyt ułożonych w nawierzchni oraz znajdujących się w zapasie montażowym każdego roku prowadzi się ich inwentaryzację. Jej wyniki przedstawia się szefowi specjalistycznego organu lotniskowego WL i zastępcy dowódcy WL. W przypadku powstania braków /uszkodzeń/ wyznacza się komisję, która ustala ich przyczyny i odpowiedzialność osób funkcyjnych.

Przekazywanie płyt z jednego lotniska na drugie związane jest z demontażem nawierzchni metalowej lub zdjęciem płyt z zapasu i może być prowadzone tylko na podstawie zarządzenia zastępcy dowódcy WL. Demontaż nawierzchni w celu naprawy prowadzi się na zarządzenie szefa specjalistycznego organu lotniskowego WL.

Wycofanie metalowej nawierzchni lotniskowej z eksploatacji prowadzi się na podstawie dokumentacji /protokół oceny/ stanu technicznego nawierzchni. W tym celu, dla określenia stanu technicznego płyt wyznacza się komisję składającą się z przedstawicieli specjalistycznego organu lotniskowego WL i danego oddziału lotniczego, która biorąc za podstawę staranny przegląd stanu nawierzchni i płyt znajdujących się w zapasie ustala okres ich używalności, przyczyny i stopień zniszczenia oraz określa konieczność ich wycofania z eksploatacji, bądź ich przydatność do eksploatacji po określonej naprawie. We wnioskach w protokóle konieczne jest wskazanie przyczyn kwalifikujących płyty do wycofania z eksploatacji oraz sposobu ich dalszego wykorzystania. Dokumentację stanu technicznego nawierzchni metalowej zatwierdza dowódca WL i stanowi ona podstawę do jej spisania ze stanu ewidencyjnego oddziału lotniczego, bazującego na danym lotnisku polowym. Płyty zbyt

szybko ulegające zniszczeniu w wyniku ich nieprawidłowej eksploatacji /przedwcześnie uszkodzone/ spisuje się z ewidencji po przeprowadzeniu dochodzenia dla wyjaśnienia przyczyn i ustalenia odpowiedzialności służbowej osób funkcyjnych.

#### BIBLIOGRAFIA:

1. A.A. GERBERG, A.C. OSIOW - "Budowa lotnisk" - Moskwa 1962 r., rozdz. X - Budowa metalowych nawierzchni lotniskowych.
2. L.I. GORIECKI, B.I. BARZDO, S.M. POŁOSIN-NIKITIN, A.M. WIKTOROW - "Budowa lotnisk" - Moskwa 1968 r. cz. XVI - Budowa nawierzchni roz-bieralnych.
3. B.I. DEMIN, B.P. JEGOROW, J.A. PATIUK - "Budowa lotnisk" - podręcz-nik, Moskwa 1980 r., § 5.4. - Budowa rozbieralnych nawierzchni me-talowych.
4. G.I. GLUSZKOW, B.F. BABKOW, L.I. GORECKI, A.S. SMIRNOW - "Budowa i projektowanie lotnisk" - Moskwa 1981 r., rozdział 21. Nawierzchnie rozbieralne.
5. B.I. AKSJONOW, B.N. KOMASZEW, Ł.P. KARTASZEW, B.A. STIEPANOW - "Eksploatacja lotnisk" - Moskwa 1965 r., Nawierzchnie metalowe - s. 105.
6. L.I. GORIECKI, M.A. PECZERSKI, W.M. ROMASZKOW, J.A. SAMORODOW, E.M. DASZEWSKI, T.S. PCZELKIN, J.N. WOLKOW - "Eksploatacja lotnisk - utrzymanie i remont" - podręcznik - Moskwa 1979 r., cz. IX - Remont metalowych nawierzchni lotniskowych.
7. "Eksploatacja lotnisk" - podręcznik, Transport, Moskwa 1979 r.



Druk. ASG WP OXV-9707, zam. nr 1131 z dnia 27.6.1984 r.

