

Opylanie samolotem czy motorem.

Inżynier Leon Ossowski w art. „Walka z sówką w świetle najnowszych badań“ (Sylwan Nr. 2 z 1932 r.) wymienia samolot i motor kołowy przy pomocy których można rozpylać truciznę.

Z jednej strony ambicja lotnika, z drugiej zaś nieścisle sprecyzowanie sposobów użycia lotnictwa przez autora przy zwalczaniu szkodników, zmuszają mnie do zabrania głosu w tej sprawie.

Nie mam zamiaru bynajmniej wywyższać użycie samolotu ponad motor kołowy, gdyż oba te środki walki są dobre i wzajemnie się uzupełniają w pewnych okolicznościach. Pragnę jedynie dorzucić garść uwag, które może przyczynią się w pewnym stopniu do ustalenia metod, przy pomocy których będzie można prowadzić skuteczną walkę z inwazją szkodników na las. Nie będę omawiał tutaj środków chemicznych, jakimi należałoby zwalczać szkodniki — pozostawiam to chemikom. Jedynie chcę dodać, że walka tylko wówczas wyda pomyślne rezultaty środkami trującymi stykowymi, o ile wielkość cząsteczek będzie w granicach od 50—200 μ , naturalnie nie powodując uszkodzeń igliwa. Niestety dotychczas środków takich niema.

Arsenian wapnia nie nadaje się do tego celu, z powodu jego właściwości zbijania się w grudki po wyrzuceniu z płatowca, arsenin sodu natomiast powoduje uszkodzenie igliwa, choć po przesianiu przez sita, mające 1380 otworów na 1 cm^2 przy rozpylaniu 5 kg/ha daje tylko nieznaczne uszkodzenia szpilek.

Na podstawie całego szeregu doświadczeń przeprowadzonych w różnych państwach przy zwalczaniu różnych owadów przy pomocy samolotu, można wyciągnąć następujące wnioski:

- 1) całkowita szerokość fali trucizny rozpylonej przez płatowiec nie zależy od ilości wyrzuconej przez niego w jednostce czasu trucizny,
- 2) szerokość fali „znaczenia gospodarczego“ nie zależy od szybkości i kierunku wiatru w granicach od 0—4 *m/sek*.

Zależność między ilością wyrzuconej trucizny, gęstością pokrycia na powierzchni ziemi, względnie liści lub szpilek, można przedstawić następującym wzorem empirycznym:

$$R = F (P.S.V.H.h) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

gdzie R = ogólnej ilości wyrzuconej trucizny.

P = gęstości pokrycia,

S = szerokości fali,

V = szybkości płatowca,

H = wysokości lotu płatowca,

h = wysokości rośliny.

Teoretycznie ilość wyrzuconej trucizny na *sek* można przedstawić równaniem:

$$R = P.S.V \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

t. j. ilość wyrzuconej na sekundę trucizny = iloczynowi z pokrycia 1 m^2 w *kg* mnożone przez powierzchnię (t. j. iloczyn szerokości fali przez długość tejże, czyli przez szybkość samolotu w *m/sek*.)

W równaniu tem (2) P i $V = \text{Const.}$ (pierwsza według założenia, gdyż sami wyznaczyliśmy sobie ilość kilogramów, jaką rozrzucimy na jednym metrze kwadratowym, druga wskutek warunków technicznych), wielkość S (szerokość fali) jest zmienna.

Szerokość fali przy określonych ilościach wyrzucanej trucizny na sekundę zależy od wysokości lotu (H), wysokości rośliny (h), kierunku (α), siły wiatru (v), ilości prądów wstępujących i zstępujących (β) i fizycznych właściwości samej mieszaniny (ciężar gątkowy (a), formy cząstek (b) i wielkości (c).

Zależność ta wówczas wyrazi się w następujący sposób:

$$S = F (H.h.v.\alpha.\beta.a.b.c) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Jeżeli H i $h = \text{Const.}$

$$i \quad t = f (\beta.a.b.c) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

gdzie t = czasowi spadania cząstek w powietrzu zależnych od fizycznych właściwości mieszaniny ($a b c$), to równanie (3) przyjmie formę:

$$S = F (t.v.\alpha) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

t. j. szerokość fali zależna jest od szybkości spadania cząstek w powietrzu, kierunku i siły wiatru.

Praktycznie w celu zwiększenia wydajności płatowca należy prowadzić roboty tak, ażeby szerokość fali była największą, wtedy w równaniu (5) trzeba znaleźć wielkość α (t i v zostają bez zmian), przy której $S = \max.$; $\alpha =$ kątowi zawartemu między kierunkiem wiatru i kierunkiem lotu. I ta wielkość jest zmienna, gdyż w praktyce można wybrać dowolny kierunek wiatru.

Jeżeli $\alpha = 0^\circ$	to szerokość fali	S_1
„ $\alpha = 90^\circ$	„ „ „	S_2
„ $\alpha = 180^\circ$	„ „ „	S_3
„ $\alpha = 270^\circ$	„ „ „	S_2

Porównując S_1 , S_2 , S_3 , można wyprowadzić następujące nierówności:

$$S_2 > S_3 > S_1 \quad (6)$$

Ponieważ w praktyce $S_2 \geq S_3$ wykluczone, gdyż lot z wiatrem tylnym na małych wysokościach jest wykluczony — a $S_2 = S_1$ możliwe tylko wtedy, gdy $V = 0$ (cisza).

Wobec tego najwygodniejszy jest lot pod kątem 90° do kierunku wiatru

$$S \text{ max. przy } \alpha = 90^\circ \text{ i } 270^\circ.$$

Jeżeli przypuścimy, że siła wirów powstałych za płatowcem działa na mieszaninę trucizny krótki czas, a wiatr wpływa stale na cząsteczki w czasie całego czasu ich spadania (t), to można powiedzieć, że szerokość fali przy locie pod kątem 90° do kierunku wiatru będzie się równać szerokości fali wyrzuconej trucizny przy locie pod wiatr $\alpha + t.v$.

$$\text{Gdy } \alpha = 0, \text{ to: } S_2 = S_1 + t v \quad (7)$$

wtedy ilość wyrzuconej trucizny będzie się równać:

$$R = P V (S_1 + t v) \quad (8)$$

Ażeby wzór (8) miał praktyczne zastosowanie należałoby wyjaśnić wielkość t , t. j. czas spadania cząstek w zależności od fizycznej budowy i siły prądów wstępujących i zstępujących.

Czas spadania cząstek z wysokości 1380 cm (według danych rosyjskiego prof. Witkiewicza) następujący:

siarka	\emptyset	od 300— 20 μ	od 6—300 sek
kreda	„ „	600—120 μ	„ 12— 65 „
wapno	„ „	550— 40 μ	„ 10—500 „
gips	„ „	400— 20 μ	„ 9—760 „
arsenin sodu	„ „	250— 60 μ	„ 8— 41 „
arsenian wapnia	„ „	600— 50 μ	„ 14—800 „
szwajnfurcka zieleni	„ „	500— 40 μ	„ 16—270 „

Podaję uzyskane dane tylko ogólnie, gdyż wypisanie szeregu tablic zajęłoby dużo miejsca.

Wpływ prądów wstępujących i zstępujących omówię dalej.

Z przytoczonych wyżej rozważań widać, że ani zwiększenie ilości wyrzuconej trucizny na sekundę, ani też wybór kierunku lotu w stosunku do wiatru nie zwiększy szerokości fali, którą możnaby było wykorzystać dla celów gospodarczych. Jednakowoż istnieje cały szereg warunków, które pozwalają zwiększyć szerokość fali do pewnych granic, a najgłówniejsze z nich są:

- a) zwiększenie wysokości lotu,
- b) drobne i staranne mielenie trucizny.

Są to zasady, które pozwolą celowo użyć płatowiec do rozpylania trucizny. Przemiał trucizny odgrywa dominującą rolę tak przy działaniu jej wewnętrznem jak i zewnętrznem. Grube cząsteczki najlepszej trucizny nie przyniosą żadnej korzyści, gdyż nie utrzymają się na powierzchni igliwa lub szkodnika, choćby ocierały się dwa razy.

Przez zwiększenie wysokości lotu zwiększa się czas spadania cząstek, przez co równocześnie zwiększa się i powierzchnia zapyłona trucizną, dzięki prądom roznoszącym cząsteczki.

Lot na wysokości od 20—25 *m* dał bardzo szerokie fale, lecz rozpylanie z takiej wysokości możliwe jest tylko przy kompletnej ciszy.

Większa wysokość lotu ma również i swoje ujemne strony, a najgłówniejsza z nich jest ta, że cząsteczki tracą szybkość osiadania na rośliny i zanika fala w formie spirali, która otula je ze wszystkich stron. Fala w takiej formie ma wielkie znaczenie i zalety, przewyższając znacznie opylanie za pomocą motoru kołowego.

Dążenie podniesienia wysokości rozpylania w celu zwiększenia bezpieczeństwa lotu winno iść równoległe z koniecznością zachowania energii przylegania trucizn do powierzchni roślin, co może być rozwiązane tylko domieszką do trucizn składników, posiadających zdolność przylegania do roślin, lub elektryzacją ciał sproszkowanych.

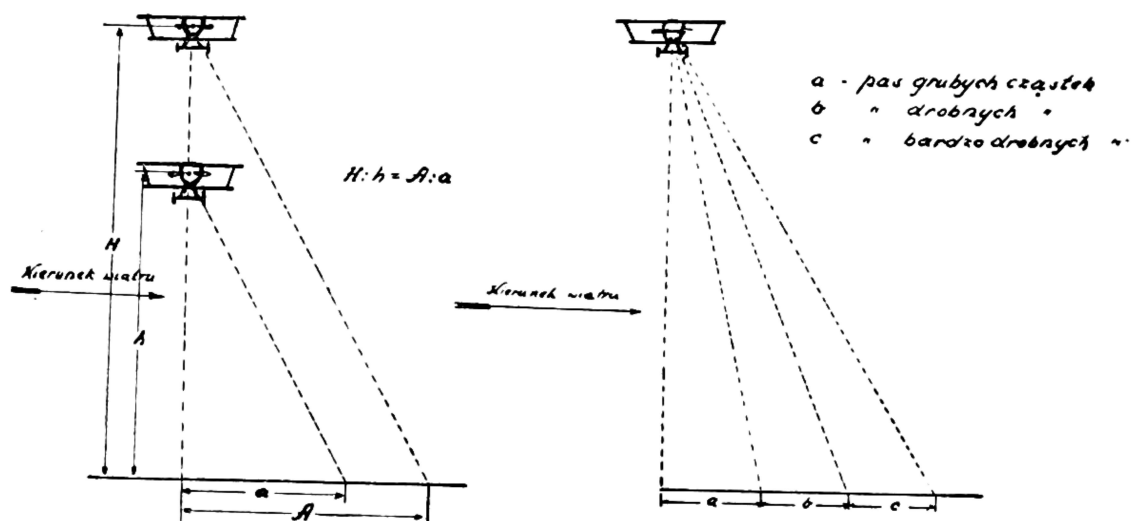
Póki te zagadnienia nie są rozwiązane ani w praktyce ani w teorii, należy przyjąć jako prawo lot na wysokości nie wyżej 3—8 *m* nad roślinami drobnymi i 10—15 *m* nad lasem.

Dr. Coad i inni twierdzą, że cząsteczki związków arsenu wyrzucone z płatowca z dużą szybkością naładowują się elektrycznością, czemu zaprzecza inna grupa badaczy, która przy pomocy najczulszych instrumentów, ładunku elektrycznego nie stwierdziła.

Drugi warunek pozwalający na zwiększenie szerokości fali — jest bardziej staranny i drobny przemiał trucizny, gdyż przy opylaniu zachodzi takie zjawisko jak widoczne na rysunkach (Ryc. 1 i 2), że czem dalej od linii lotu, tem są drobniejsze cząsteczki.

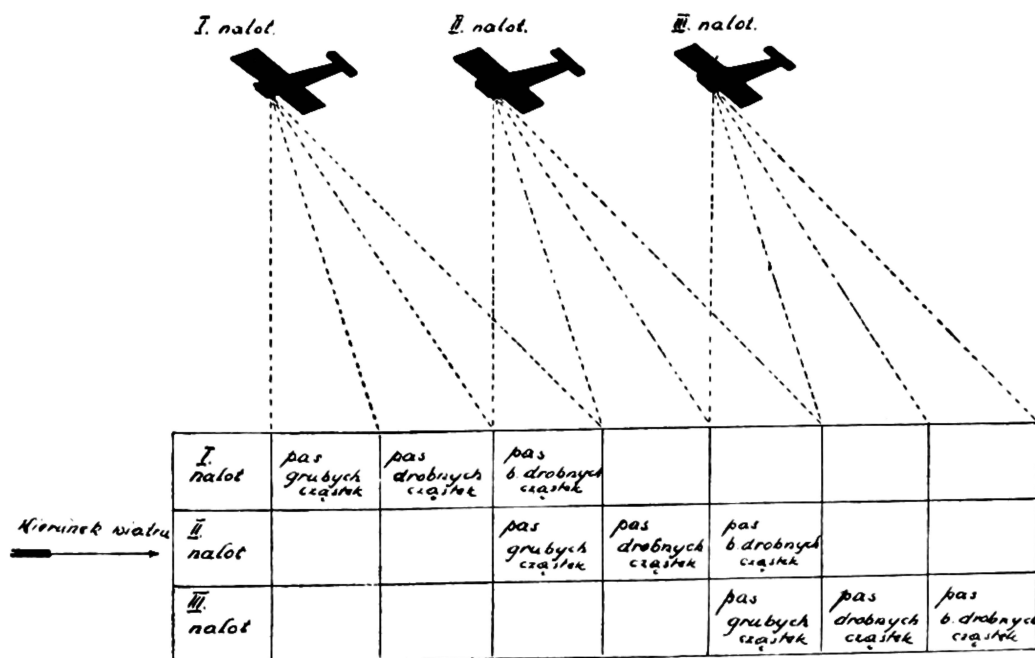
Przez staranny przemiał trucizny można zachować bardziej jednolity wymiar cząsteczek, co pozwala nam;

- 1) zwiększyć szerokość fali,
- 2) uzyskać większą gęstość pokrycia,
- 3) uzyskać większą wydajność płatowca, przy unikaniu dużych zążeń jednego pasa o drugi.



Ryc. 1.

Opylanie samolotem uzależnione jest od warunków atmosferycznych. Deszcz, mgła i wiatr ponad 5 m/sek nie pozwalają użyć płatowca do tego celu.



Ryc. 2.

Zachowanie się trucizny nad lasem po wyrzuceniu z płatowca jest różne. Jeżeli weźmiemy wypadek krańcowy, t. j, gdy było szereg dni o dużych skokach temperatury od 10—30° C i lot na wyso-

kości 20 m, to trucizna po wyrzuceniu z płatowca i po częściowej utracie ruchu spiralnego spada pod wpływem własnego ciężaru i wiatru, przyczem w godzinach rannych panujące prądy zstępujące przytłaczają truciznę ku dołowi. Po upływie pewnego czasu gdy ziemia ogrzeje się, następuje równowaga w powietrzu i w czasie tej ciszy widoczne jest tworzenie się małych chmurek, utrzymujących się w powietrzu.

Godziny wieczorne przy takiej pogodzie nie są zbyt wygodne do rozpylania, gdyż widoczny jest wpływ nagranych warstw dolnych, które nie pozwalają osiąść truciznie a nawet odrzucają ją ku górze.

W dniach pochmurne lub o temperaturze stałej zjawisko to nie występuje i praca płatowca możliwa jest przez cały dzień, naturalnie przy wietrze od 0—4 m/sek.

Co do „próżni w powietrzu“, o której wspomina autor, — to może istnieć tylko w fantazji pisarzy w powieściach, jak np. u Żeromskiego „Uroda życia“, tom II., str. 44, a nie w atmosferze, gdyż sprzeczne to byłoby z prawem fizyki o zachowaniu się gazów.

Wpływ czynników meteorologicznych na opór i zachowanie się powietrza pod względem lotniczym tłumaczy się w następujący sposób:

jeżeli samolot wskutek obrotu swego śmigła wytwarza pewną siłę poruszającą (V) przyłożoną w p-kcie (M), to opór powietrza (L) działa prostopadle do powierzchni płatów (F) i przyłożony jest w p-kcie (M).

Ciśnienie L rozłożyć możemy na dwie składowe: na siłę R o działaniu hamującym i siłę T , działającą jako parcie do góry.

Siła poruszająca V doznaje wskutek przeciwdziałania R pewnego zmniejszenia, podobnież parciu do góry T przeciwstawia się ciężar G . Jeżeli $T = G$ to maszyna utrzymuje się bez zmiany na pewnej wysokości, poruszając się tylko w kierunku V . Jeżeli $T > G$, to mamy podnoszenie się, a dla $T < G$ spadek samolotu.

W tych dwóch ostatnich wypadkach różnica sił T i G łączy swe działanie z siłą V i daje ruch po ostatecznej wypadkowej w formie linii krzywej, skierowanej ukośnie do swych składowych.

Dla powietrza w stanie spoczynku opór L zależy przedewszystkiem od szybkości wywołanej ruchem motoru (siła V), wynika to ze wzoru:

$$L = 2 K \gamma \cdot V^2 F \sin \alpha = (2 K F \sin \alpha) \gamma V^2 = c \gamma V^2, \text{ gdzie}$$

$C = 2 K F \sin \alpha$ nie zmienia się dla motoru szybującego w pewnym kierunku.

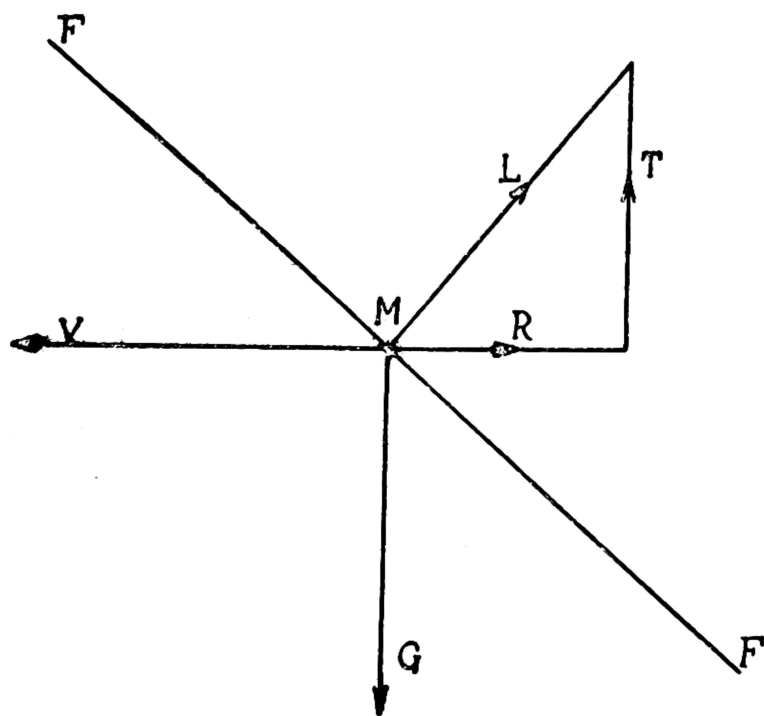
γ — jest wartość odpowiadająca ciężarowi 1 m³ powietrza w kg.

K — współczynnik zmienny zależny od różnych warunków, a przede wszystkim od kształtu poruszającego się skrzydła.

Opór zależy również w znacznym stopniu od wartości γ , a więc od gęstości ośrodka, w którym przebywa lotnik ze swą maszyną.

Wartość γ wynosi 1.153 dla stanu barometru 740 mm i $t = 25^\circ \text{C}$, a z drugiej strony może podnosić się do 1.386 dla ciśnienia 760 mm i $t = -15^\circ \text{C}$. Ze względu na domieszkę pary wodnej, lżejszej gątkowo od powietrza, liczby powyższe zmieniają się do 1.146, względnie 1.385 przyjmując ilość pary wodnej na 13 g na 1 m^3 w pierwszym, a 1 g na m^3 w drugim wypadku. Różnice dochodzą tu do 20%, więc w tych granicach może się wahać opór powietrza, zależnie od stanu czynników meteorologicznych. Im wyższe jest ciśnienie, im niższa jest temperatura i wilgotność powietrza, tem większy jest *ceteris paribus* opór, a więc i parcie do góry.

Przypuśćmy, że samolot przesuwa się pewną szybkością stałą w warstwie o temperaturze 0° , w której opór wynosi L . W pewnej chwili wchodzi on raptownie do warstwy o temperaturze o 10° wyższej. Ten opór $L_{10} = L_0 : (1 + 10/273) = L_0 : 1,0366 = 0,965 L$, gdzie $1/273$ oznacza współczynnik rozszerzalności powietrza wraz z temperaturą.

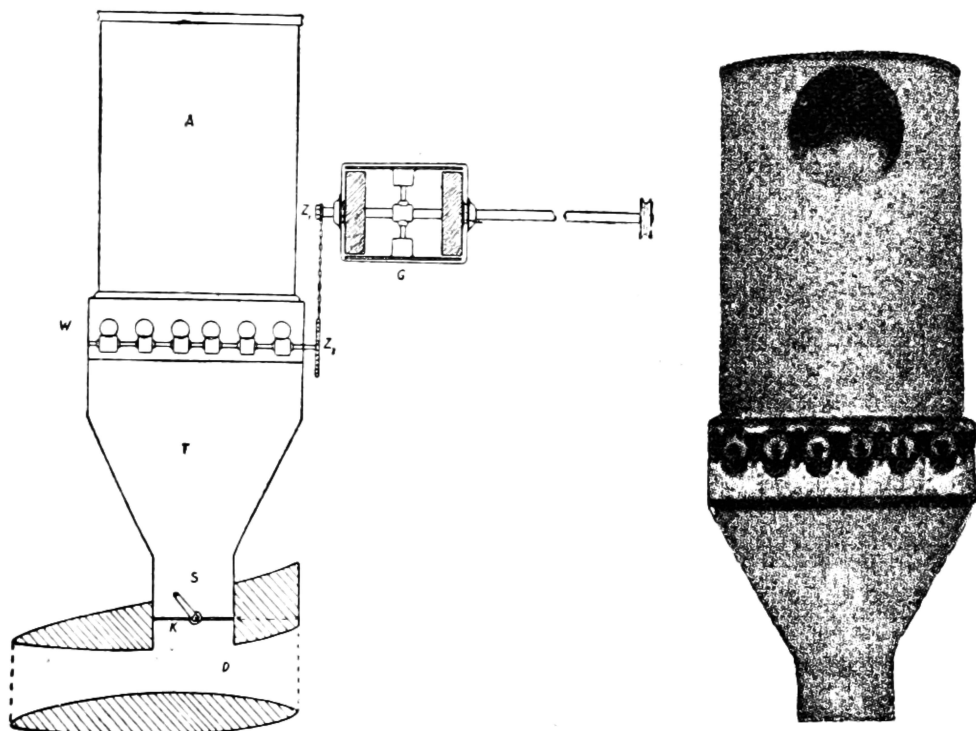


Ryc. 3.

Widzimy, że opór powietrza zmalał raptownie o 3,5% wskutek wejścia samolotu w warstwę inwersyjną. Zmiana ta nie jest znów tak wielką aby mogła być bezpośrednio niebezpieczną dla lotnika i nosi nazwę w gwarze lotniczej „kiwaniem“ lub „rzucaniem“, lub t. zw. „próżni powietrznej“.

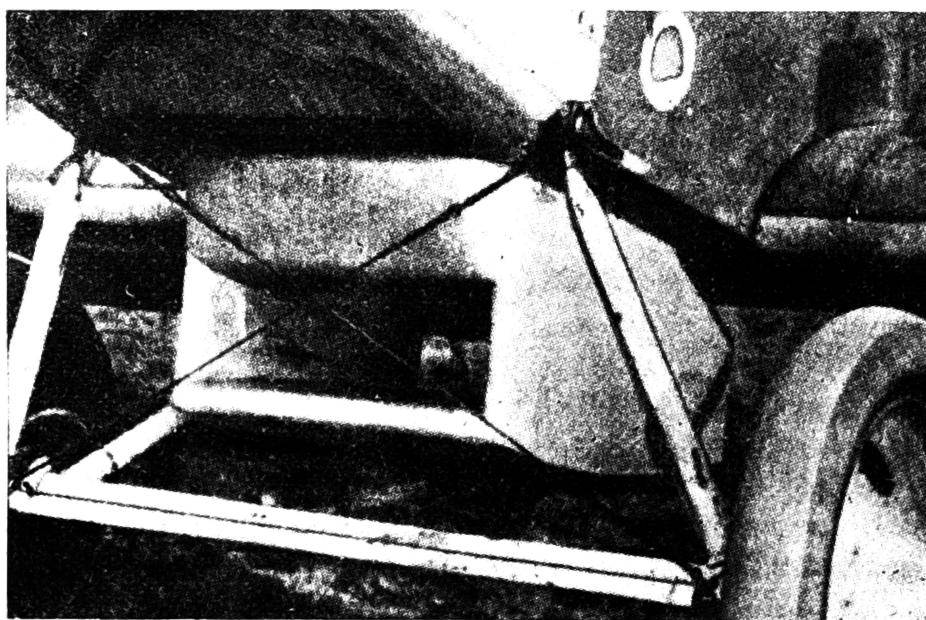
Zmiana ta niebezpieczna jest tylko w razie gwałtownych skoków temperatury, gdyż powstają silne prądy zwiększające „rzucanie“. Z drugiej strony istnienie warstw inwersyjnych utrudniających pionowe ruchy w atmosferze są pożądane dla lotnika, gdyż wpływają hamująco na prądy wstępujące. Im więcej jest tych warstw inwersyjnych, im one silniejsze, tem bardziej spokojne jest powietrze.

Mocno wątpię w to, żeby opylanie motorem kołowym dawało lepsze wykorzystanie truciźny, jak twierdzi Inż. Ossowski. Przy opylaniu z ziemi nie można w żadnym wypadku utrzymać to mi-



Ryc. 4. Rozpylacz wedł. Dra Kienietz'a.

nimum rozchodu truciźny w *kg/ha* ażeby szkodnika zniszczyć, oraz otrzymać równomierne rozłożenie się truciźny. Przekroczenie wy-



Ryc. 5.

starczającej normy truciźny na 1 *ha*, oraz dawanie zbyt silnych i częstych dawek powoduje tylko zwiększenie kosztów opylania, które i tak są niepomiernie wysokie. Tego natomiast zjawiska niema

przy opylaniu z płatowca przy zastosowaniu nowoczesnych rozpylaczy. Jako wzór takiego rozpylacza może posłużyć niemiecki rozpylacz widoczny na ryc. 4, który przeszedł różne zmiany na podstawie prób w Instytucie Aerodynamicznym, póki nie odpowiedział stawianym mu wymaganiom. Rozpylacz ten jest szczegółowo opisany przez Dra Kienitz'a w *Nachrichtshtenblatt für den Deutsch Pflanzenschutzdienst* Nr. 6 (1929 rok) i składa się on (ryc. 4 i 5) ze zbiornika (*A*) o różnej pojemności, kształtu owalnego i wymiaru dobranego stosownie do szerokości kadłuba płatowca, skrzynki walców (*W*), kanału (*T*) długości 75 *cm* zwężającego się ku dołowi i tworzącego przewężenie (*S*). W tem przewężeniu mieści się przepustnica (*K*) z obwódką filcową i zabezpiecza przed wysypaniem się proszku wbrew woli załogi i dyszy przyspieszającej (*D*).

Walce są napędzane przez silnik samolotu przy pomocy skrzynki zmianowej (*G*), która służy za sprzęgło i regulator obrotu walca. Systemem ślimacznic, ślimaków, bowdenów i przekładni cały rozpylacz połączony jest z manetką (rączką od gazu) pilota, który przez ustawienie jej na odpowiedniej cyfrze sektora otrzymuje żądaną wydajność aparatu rozpylacza w *kg/ha* według tabeli 1.

Z tabeli tej widać, że przy dawce 60 *kg/ha* z wysokości od 3—8 *m* można opylić samolotem 1,6 *ha*, o 0,6 hektara więcej, aniżeli przy opylaniu kołowem i widać tutaj racjonalne wykorzystanie truczizny.

Dobierając dowolnie dawkę w *kg/ha* można na różnych pasach uzyskać inny stopień pokrycia, w zależności od opanowania przez szkodniki.

Ilość hektarów, jaką można opylić przez płatowiec w ciągu dnia, jest trudna do określenia, gdyż wchodzi tutaj w rachubę:

1. wysokość lotu, którą zwiększając, zwiększamy powierzchnię posypaną i ażeby otrzymać żądane minimum pokrycia musimy zwiększyć dawkę w *kg/ha*.

Tabela 1.

Podziałka na sektorze	Czas rozpylania 100 <i>kg/sek</i>	Szerokość fali w <i>m</i>	Powierzchnia pokryta w <i>m</i> ²	<i>Kg/ha</i>
I.	29	26	23400	30
II.	22	26	24600	40
III.	16	28	19900	50
IV.	15	28	18100	55
V.	14	28	16700	60
VI.	13	28	15600	65
VII.	11	30	14200	70
VIII.	10	30	13300	75
IX.	9	30	11800	85
X.	8	30	10200	100

2. Ciężar użyteczny płatowca, t. j. ilość trucizny jaką może zabrać, zależy znów od typu płatowca. Przeciętnie płatowiec może wziąć od 600—1000 *kg*. W czasie jednego lotu, przy dawce 60 *kg/ha* może opylić od 16—20 *ha* i zależnie od tego, ile lotów wykona — iloczyn da nam ilość opylonych hektarów.

3. Odległość od lotniska, gdyż do przebycia tej przestrzeni traci się pewien czas. Jeżeli wezmę najgorsze warunki, gdy jeden lot może odbyć się w przeciągu godziny, włączając w to naładowanie trucizny z jednoczesnem dolewaniem benzyny, start, lądowanie i opylanie, to płatowiec o nośności 600 *kg* w przeciągu dnia (n. p. mies. kwietnia) wykona od 10—13 lotów, czyli opyli od 160—200 *ha*. Idealem byłoby opylanie przez dwa płatowce na zmianę.

Co do braku dostatecznej ilości pilotów wyszkolonych w niskim lataniu — to obawy Inż. Ossowskiego są płonne, gdyż Polska posiada takich asów, którzy mogą latać nietylko nad lasem, ale nawet nad głowami. Zresztą nie jest to tak trudne, a najgłówniejsze, że pilot musi mieć czuły wysokościomierz, w skali od 0-75 *m*.

Co do obawy przed katastrofą, to przewidzieć tego nie można, gdyż i na równej drodze można złamać nogę. Jednak wolę katastrofę nad lasem, który swemi konarami amortyzuje uderzenia, aniżeli nad miastem.

Nad kosztami opylania zatrzymywać się nie będę, gdyż zajęłoby to dużo miejsca. Pozatem trudno je określić, gdyż zależy to:

a) od typu płatowca, ponieważ na każdy typ przewidziany jest inny okres amortyzacyjny,

b) od zużycia przez silnik materiałów pędnych i smarów na HP/godz. i

c) od jakości materiałów pędnych, ponieważ silnik może pracować na benzynie o różnym ciężarze gatunkowym, a nawet na mieszance benzyny ze spirytusem lub benzolem.

Koszta opylania samolotem napozór wydają się wyższe od opylania przez motor kołowy, lecz jeżeli porównamy wydajność jednego i drugiego środka walki — to różnica jaka zachodzi jest bardzo nieznaczna.

Zresztą las jest bogactwem narodu, żyje i potrzebuje czasami troskliwej opieki. Jeżeli mamy pieniądze na lotnictwo komunikacyjne i sanitarne — dlaczego nie możemy stworzyć „Pogotowia Lasowego“ z 2—3 płatowców i wtedy, gdy ten jest zagrożony — przyjść mu z pomocą. Trzeba tylko poczynić odpowiednie starania.

Gra warta świeca!

