

WPŁYW KĄTA USTAWIENIA TALERZA W PŁASZCZYŹNIE  
POZIOMEJ NA WYMIESZANIE I PRZEMIESZCZENIE GLEBY  
PRZY ORCE PŁUGIEM TALERZOWYM

MIECZYŚŁAW GODLEWSKI

Wyższa Szkoła Rolnicza w Olsztynie

Obserwując orkę pługiem talerzowym i lemieszowym, daje się zauważyć pewną różnicę w działaniu organów roboczych tych narzędzi, szczególnie w sposobie odwracania skiby i mieszania gleby. Prowadzone na szeroka skalę badania pługów lemieszowych określiły wpływ parametrów ich organów roboczych na jakość orki, opory orki i równowagę pługa. Prace naukowe traktujące o pługu talerzowym dotyczą przede wszystkim jego równowagi, oporów orki oraz zagadnień związanych z wytrzymałością poszczególnych jego elementów, nie ma natomiast prac, które wyjaśniłyby wpływ parametrów pługa talerzowego na jakość orki.

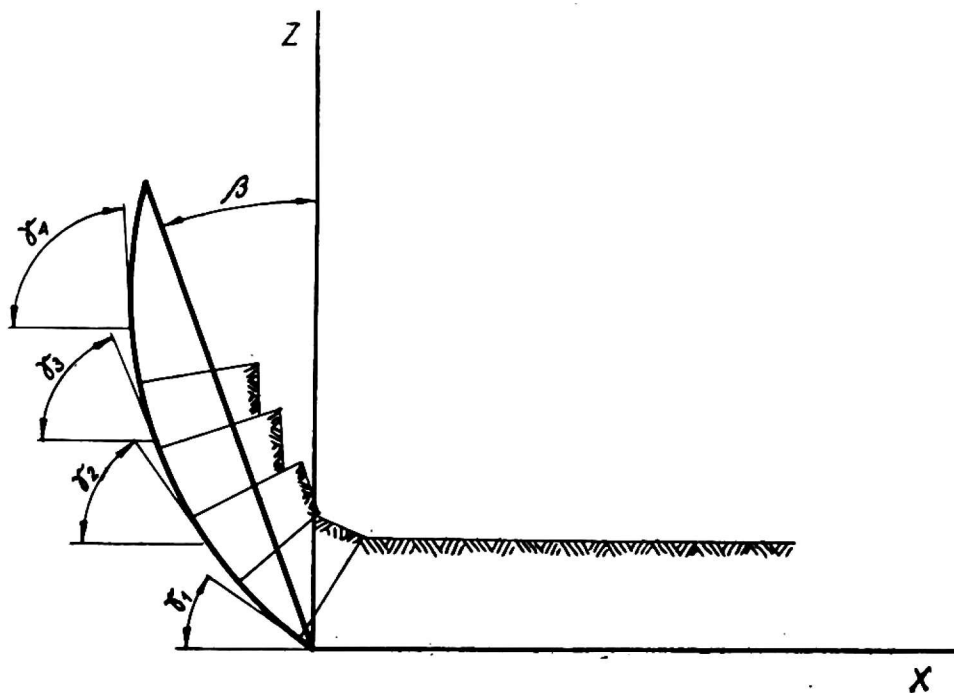
Jak wiadomo o jakości orki decyduje pokruszenie, odwrócenie, przemieszczenie i wymieszanie gleby, dlatego podjęto badania nad wpływem kąta ustawienia talerza  $\alpha$  w płaszczyźnie poziomej na odwrócenie, wymieszanie i przemieszczenie gleby, podczas orki pługiem talerzowym. Badania przeprowadzono w porównaniu z pługiem lemieszowym, aby wyjaśnić jakie zachodzą różnice w działaniu organów roboczych tych narzędzi.

## 1. TEORETYCZNA ANALIZA DZIAŁANIA TALERZA

Jak wiadomo, w pługu talerzowym podstawowym elementem roboczym jest talerz, obrotowo połączony ze słupicą. Zadaniem talerza, podobnie jak lemiesza i odkładnicy, jest odcięcie skiby, pokruszenie i odwrócenie. Talerz jest ustawiony pod pewnym kątem  $\alpha$  do kierunku ruchu i pod pewnym kątem  $\beta$  w płaszczyźnie pionowej. Krawędź talerza działa zatem jako krój i lemiesz, a jego wklęsła powierzchnia jako odkładnica.

Dla analizy działania talerza można go przyrównać do klina przestrzennego o zmiennym kącie zaostrenia, lub szeregu elementarnych klinów przestrzennych o różnych kątach zaostrenia. Każdy klin przestrzenny można zastąpić trzema klinami prostymi działającymi w trzech wzajemnie prostopadłych płaszczyznach. Na tej podstawie można przyjąć, że działanie talerza da się zastąpić działaniem elementarnych klinów.

Przesuwając talerz w płaszczyźnie pionowej ( $XZ$ ) w kierunku osi  $X$  (rys. 1) w pierwszej chwili na skibę działa elementarny klin o kącie



Rys. 1. Talerz w płaszczyźnie pionowej jako klin o zmiennym kącie zaostrenia  $\gamma$

zaostrenia  $\gamma_1$ , następnie  $\gamma_2$ ,  $\gamma_3$  itd. Pod wpływem działania klinów następuje odcięcie skiby i unoszenie jej do góry. Odcinanie skiby następuje przez kliny, których kąty skrawania są mniejsze od wartości granicznej  $\gamma_{\max}$  określonej wzorem:

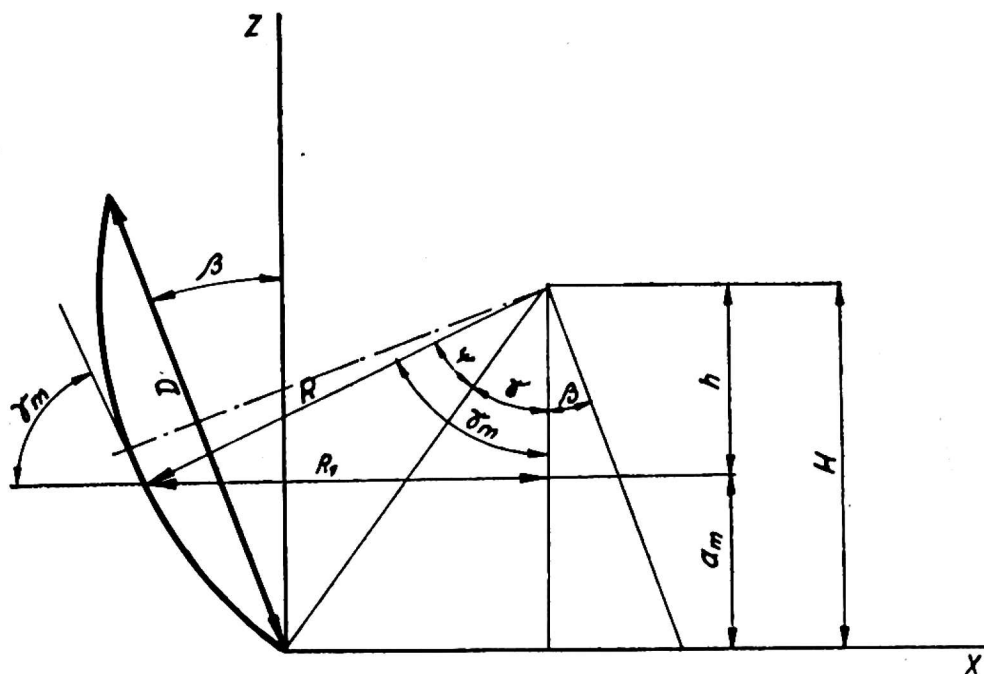
$$\gamma_{\max} = \frac{\pi}{2} - \varphi$$

gdzie  $\varphi$  — kąt tarcia gleby o stal

Kliny o kącie większym od  $\gamma_{\max}$  powodują garnięcie skiby. Współczynnik tarcia gleby o stal, mieści się w granicach od około 0,26 do 0,7, co odpowiada kątom tarcia  $\varphi = 15^\circ - 35^\circ$ , stąd też maksymalne wielkości kąta skrawania klina mieszczą się w granicach  $\gamma_{\max} = 75^\circ - 55^\circ$ . Najczęściej spotykanym kątem tarcia jest  $\varphi = 22^\circ$ , co odpowiada  $\gamma_{\max} = 68^\circ$ . Biorąc powyższe pod uwagę można teoretycznie wyznaczyć maksymalną głębokość orki, przy założeniu, że skiba jest skrawana pod działaniem klinów o kącie skrawania  $\gamma < \gamma_{\max}$ , czyli skiba może się swobodnie przesuwac po powierzchni klina. Wyznaczając teoretycznie maksymalną głę-

bokość orki rozpatrzono działanie elementarnych klinów w pionowym przekroju przechodzącym przez środek talerza (rys. 2). Maksymalna głębokość orki  $a_m$  wynosi:

$$a_m = H - h$$



Rys. 2. Schemat do obliczenia maksymalnej głębokości orki

z rys. 2

$$H = R \cos \gamma$$

zaś  $\gamma = 90^\circ - (\psi + \beta)$

stąd  $H = R \cos [90^\circ - (\psi + \beta)] = R \sin (\psi + \beta)$

ponieważ

$$h = R \cos \gamma_m$$

wobec tego

$$a_m = R \sin (\psi + \beta) - R \cos \gamma_m$$

wiadomo, że:

$$\sin (\psi + \beta) = \sin \psi \cos \beta + \cos \psi \sin \beta$$

i

$$\sin \psi = \frac{D}{2R}$$

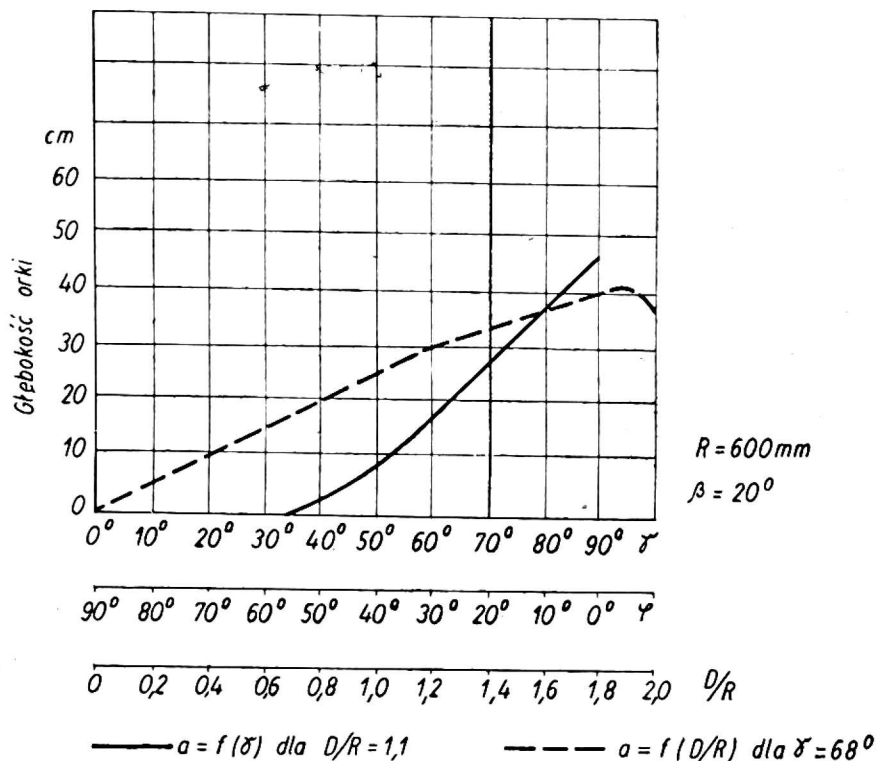
oraz

$$\cos \psi = \sqrt{1 - \left(\frac{D}{2R}\right)^2}$$

wobec tego po podstawieniu otrzymamy:

$$a_m = R \left[ \frac{D}{2R} \cos \beta + \sqrt{1 - \left(\frac{D}{2R}\right)^2} \sin \beta - \cos \gamma_m \right] \quad (1)$$

Maksymalna głębokość orki, przy której skiba może swobodnie przesuwać się po powierzchni talerza zależy od promienia gięcia talerza od stosunku jego średnicy do promienia gięcia, od granicznego kąta zaostrenia klina  $\gamma_m$  i kąta tarcia gleby o powierzchnię talerza. Zależności te przedstawiono na wykresie (rys. 3).



Rys. 3. Zależność maksymalnej głębokości orki od kąta tarcia  $\varphi$ , kąta skrawania  $\gamma$  oraz od stosunku  $D/R$

Wzrost kąta tarcia  $\varphi$  powoduje zmniejszenie granicznego kąta zaostrenia klina  $\gamma_m$  a jednocześnie maleje dopuszczalna głębokość orki, która dla zakresu kątów tarcia  $\varphi = 15^\circ - 35^\circ$  i przyjętego do badań talerza o stosunku  $\frac{D}{2R} = 0,5555$  mieści się w granicach 13 cm—33 cm.

Kąt tarcia  $\varphi$  dla stali i gleb ciężkich jest większy niż dla gleb lekkich, a zatem głębokość orki na glebach ciężkich będzie mniejsza niż na glebach lekkich. Zwiększenie stosunku  $\frac{D}{R}$  powoduje wzrost głębokości orki, ale tylko do pewnej granicy, a po jej przekroczeniu głębokość orki maleje. W celu znalezienia granicy  $m$  stosunku  $\frac{D}{R}$  przy której  $a_m$  osiąga maksimum równanie 1 przedstawiono w następującej postaci:

$$y = R (x \cos \beta + \sqrt{1 - x^2} \sin \beta - \cos \gamma_m) \quad (2)$$

gdzie

$$a_m = y; \quad \frac{D}{2R} = x$$

Różniczkując równanie 2 i przyrównując pierwszą pochodną do zera obliczono przy jakiej wartości  $x$  funkcja ma ekstremum.

$$\frac{dy}{dx} = R \left( \cos \beta = \frac{-2x}{2\sqrt{1-x^2}} \sin \beta \right)$$

ponieważ przy  $\frac{dy}{dx} = 0$  funkcja ma ekstremum, wobec tego

$$\cos \beta \sqrt{1-x^2} = x \sin \beta$$

po podniesieniu do kwadratu, przekształceniu i zredukowaniu otrzymamy:

$$x = \cos \beta$$

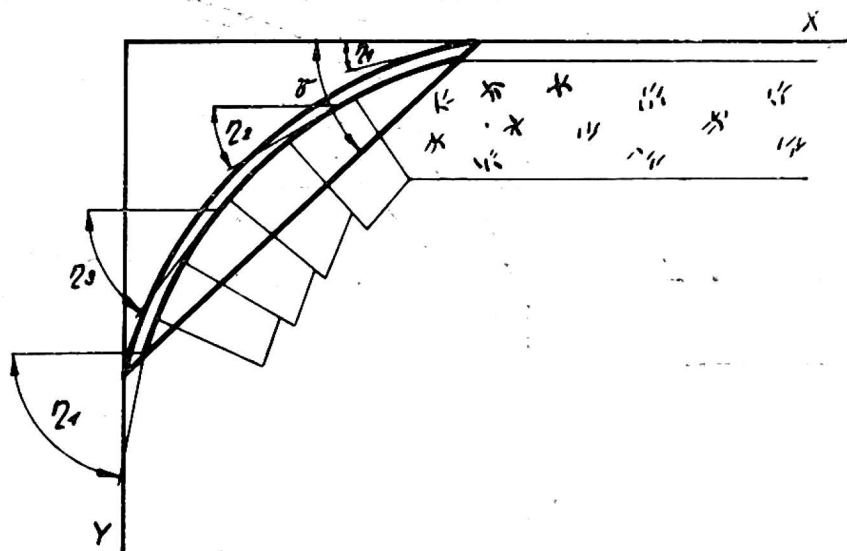
dla  $\beta = 20^\circ$

$$x = 0,9397$$

oraz

$$\frac{D}{R} = 1,8794$$

Dla wartości  $\frac{D}{R} = 1,8794$  uzyskamy maksymalną głębokość orki przy niezmiennych pozostałych parametrach orki.



Rys. 4. Talerz w płaszczyźnie poziomej jako klin o zmiennym kącie zaostrenia  $\eta$

Jak wiadomo talerz jest ustawiony pod pewnym kątem  $\alpha$  do kierunku orki, zatem na skibę działa również szereg elementarnych klinów w płaszczyźnie poziomej  $X Y$  (rys. 4). Przesuwając talerz w kierunku osi  $X$  na skibę działają nie tylko elementarne kliny w płaszczyźnie pionowej, lecz również w płaszczyźnie poziomej. Pod wpływem działania klinów  $\eta_1 \eta_2$

itd. skiba zostaje przesunięta w kierunku poprzecznym. Przyjmując założenie, że skiba swobodnie przesuwa się po powierzchni talerza, można teoretycznie wyznaczyć maksymalną szerokość orki, przy której nie będzie garnięcia skiby do przodu. Garnięcie nastąpi wówczas, jeżeli kąt skrawania klina  $\eta > \eta_m$ . Największy kąt skrawania  $\eta$  znajduje się w poprzecznym przekroju przechodzącym przez środek talerza. Głębokość orki w pługu talerzowym jest zawsze mniejsza od połowy średnicy talerza, zatem do obliczenia maksymalnej szerokości orki należy rozpatrywać przekrój poniżej osi obrotu talerza. Przekrój ten znajduje się na powierzchni calizny. Promień  $R_1$ , łuku rozpatrywanego przekroju (rys. 6) został obliczony z rys. 2, a cięciwę tego łuku z rys. 5. Z rys. 2 wynika, że

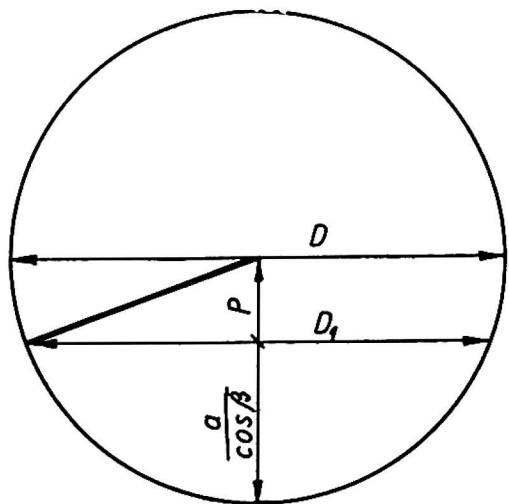
$$R_1 = R \sin \gamma_m \quad (3)$$

oraz z rys. 5 wynika, że

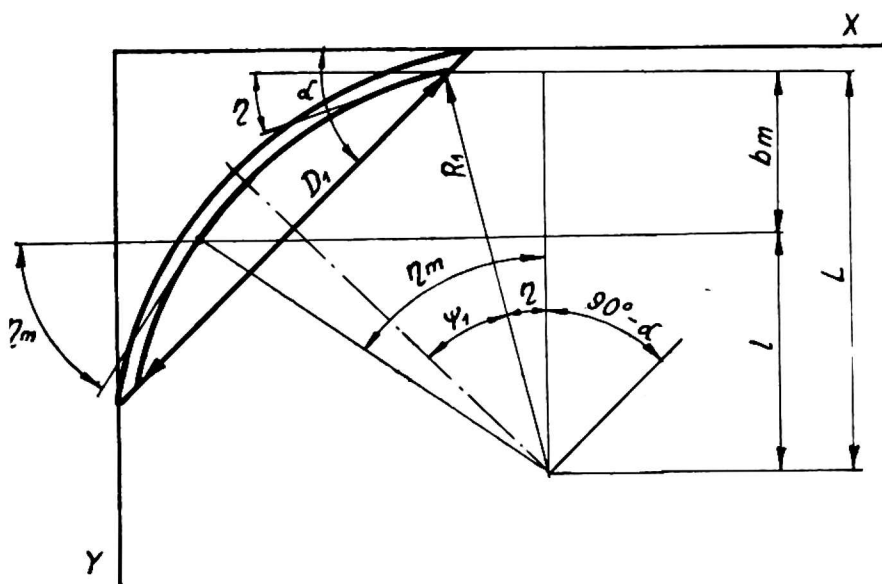
$$\left(\frac{D}{2}\right)^2 = \left(\frac{D_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{D}{2} - \frac{a}{\cos \beta}\right)^2$$

po podniesieniu do kwadratu i przekształceniu otrzymamy:

$$D_1 = \frac{2}{\cos \beta} \sqrt{D a \cos \beta - a^2} \quad (4)$$



Rys. 5. Schemat do wyznaczenia cięciwy  $D_1$



Rys. 6. Schemat do obliczenia maksymalnej szerokości orki

Z rys. 6 wynika, że maksymalna szerokość orki wynosi:

$$b_m = L - 1$$

ponieważ

$$L = R_1 \cos \eta$$

wanych materiałów. Wilgotność zielonki wynosiła 72% a wilgotność słomy pszenicy ozimej 11,25%. Jeżeli uwzględnić ponadto udział ciężarowy ziarna w pszenicy, to okazuje się, że objętość jednego kilograma zielonki była 2—3 razy mniejsza od objętości jednego kilograma słomy pszennej.

Wpływ liczby obrotów przenośnika ślimakowego na wskaźniki energetyczne przebadano w granicach 100—300 obr/min, tzn. w nieco większym przedziale niż stosuje się w obecnych maszynach żniwnych.

Przy tak ułożonym programie badań było możliwe ustalenie następujących zależności:

$$P = f_1(q, v, n, m) \quad 18/1$$

$$M = f_2(q, v, n, m) \quad 18/2$$

$$N = f_3(q, v, n, m) \quad 18/3$$

gdzie

$P$  — składowa pionowa siły wypadkowej działającej na wał przenośnika ślimaka w kG

$M$  — moment na wale przenośnika w kGm

$N$  — zapotrzebowanie mocy na wale przenośnika w KM

$q$  — wydajność w kG/sek

$v$  — prędkość podawania materiału pod zwoje ślimaka odpowiadająca prędkości jazdy maszyny żniwnej w m/sek

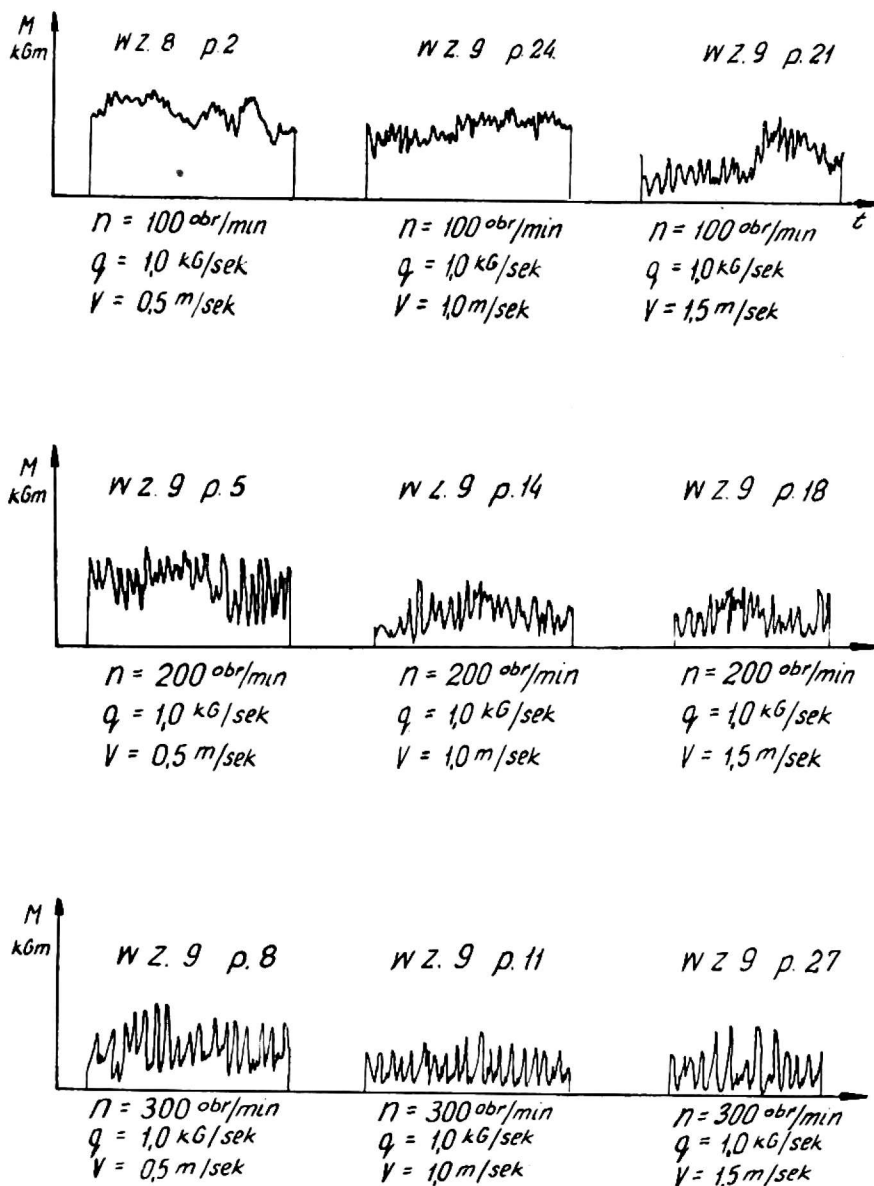
$n$  — liczba obrotów wału przenośnika

$m$  — rodzaj transportowanego materiału.

Przy określaniu momentów na wale przenośnika, wyznaczono w każdym pomiarze na podstawie wykresów, trzy różne wielkości momentów, a mianowicie moment średni  $M_{\text{sr}}$ , moment maksymalny średni  $M_{\text{max sr}}$  oraz moment maksymalny  $M_{\text{max}}$ . Wielkość momentu średniego  $M_{\text{sr}}$  otrzymano w wyniku planimetrowania. Wielkość średniego momentu maksymalnego  $M_{\text{max sr}}$  obliczono jako średnią arytmetyczną z wielkości maksymalnych momentów. Moment  $M_{\text{max}}$  jest największą zarejestrowaną podczas pomiaru wielkością momentu na wale przenośnika. Taki sposób przedstawienia wielkości momentów uznano za celowy ze względu na duże wahania w wielkościach momentów. Rys. 10.

Składową pionową  $P$  nacisku na wał przenośnika również scharakteryzowano za pomocą dwóch wielkości, a mianowicie  $P_{\text{sr}}$  i  $P_{\text{max}}$ .

Wyniki pomiarów przedstawiono w postaci graficznej na rys. od 10 do 22. Na rys. od 11 do 16 włącznie podano zmienność wielkości  $P$ ,  $M$ ,  $N$  przy transporcie zielonki, na pozostałych wykresach umieszczonych na rysunkach 17 do 23/1 zestawiono wyniki pomiarów podczas transportu pszenicy ozimej. Na wykresie z rysunku 23/2 porównano wielkości  $M$ ,  $N$  przy transporcie zielonki i pszenicy ozimej.



Rys. 10. Zmienność momentu na wale przenośnika ślimakowego transportującego pszenicę ozimą

Równocześnie z dokonywaniem rejestracji odpowiednich wielkości obserwowano sposób wciągania materiału pod zwoje przenośnika i dalszy jego transport.

## 6.2. Transport zielonki

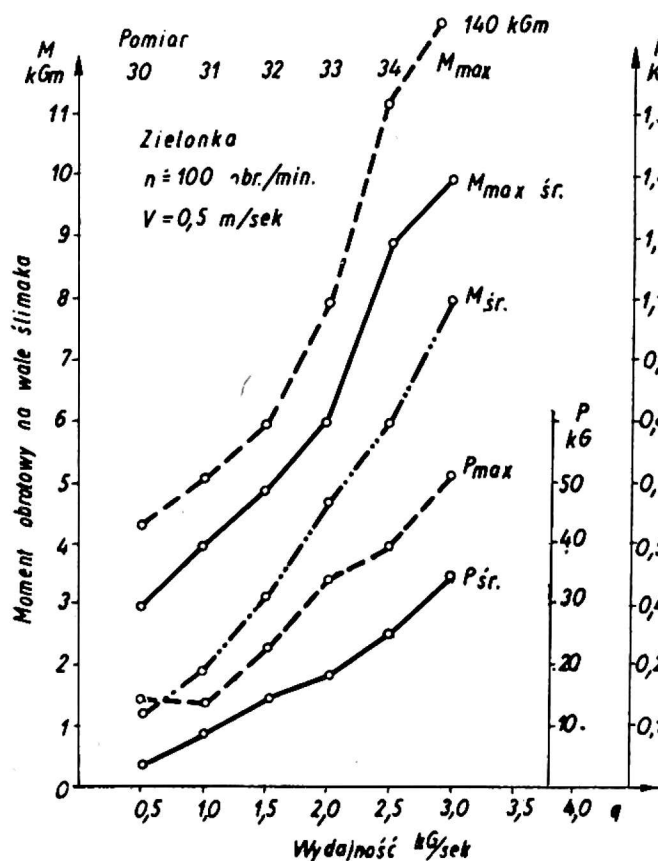
Przy 100 obr/min zaobserwowano, że przy prędkościach podawania  $V$  równych 1,0—1,5 m/sek i małych wydajnościach a więc 0,5 kg/sek, kiedy materiał jest podawany bardzo cienką warstwą zwoje ślimaka nie wciągają bezpośrednio zielonki pod zwoje, lecz materiał gromadzi się przed zwojami i dopiero kiedy ułoży się odpowiednio grubą warstwę, zostaje wciągnięty pod zwoje, a następnie przesuwany w kierunku poosiowym. Równocześnie stwierdzono, że jeżeli zielonka jest podawana zbyt grubą warstwą, to również materiał nie w całości dostaje się pod zwoje ślimaka, lecz jest przesuwany przed ślimakiem w kierunku poosiowym i w takiej sytuacji materiał ten może utrudniać pracę zespołu tnącego, dostając się



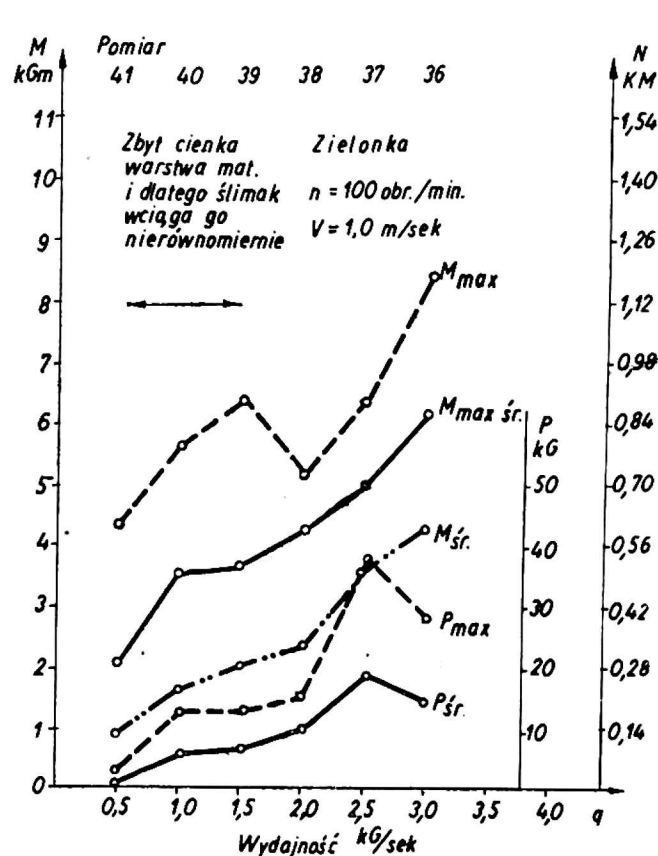
po raz wtóry pomiędzy noże tnące. Zjawisko to zaobserwowano przy wydajności  $q = 3 \text{ kG/sek}$ , liczbie obrotów  $n = 100 \text{ obr/min}$  i  $v = 0,5 \text{ m/sek}$ . Jak zaobserwowano, zjawiska przesuwania materiału przed zwojami ślimaka można uniknąć również przez zwiększenie liczby obrotów wału przenośnika, chociaż jest to mniej efektywny sposób niż odpowiednie zwiększenie prędkości podawania a zatem zmniejszenie grubości warstwy. Ponadto zwiększenie liczby obrotów przenośnika ślimakowego powoduje powstawanie drugiego zjawiska, a mianowicie dużego odchylenia łodyg w kierunku prędkości poosiowej, a tym samym układania się łodyg i przesuwania przed zwojami ślimaka.

W związku z powyższym nasuwa się wniosek, że bardzo istotny wpływ na prawidłowe wciąganie zielonki ma dobrana odpowiednio grubość warstwy zielonki w odniesieniu do średnicy zewnętrznej ślimaka. Grubość warstwy zależy z kolei od plonu, prędkości jazdy maszyny i prędkości podawania materiału. Ta ostatnia może zależeć bezpośrednio od prędkości jazdy maszyny lub od prędkości współpracującego ze ślimakiem przenośnika i ewentualnie motowidła. Motowidło o zbyt małej liczbie listew (np. trójlistwowe) podaje zielonkę zbyt dużymi porcjami, a więc zbyt grubą warstwą, co jak zaobserwowano, powoduje garnięcie materiału przed zwojami ślimaka.

Wyniki pomiarów energetycznych wskazują (rys. 11—14), że ze wzro-

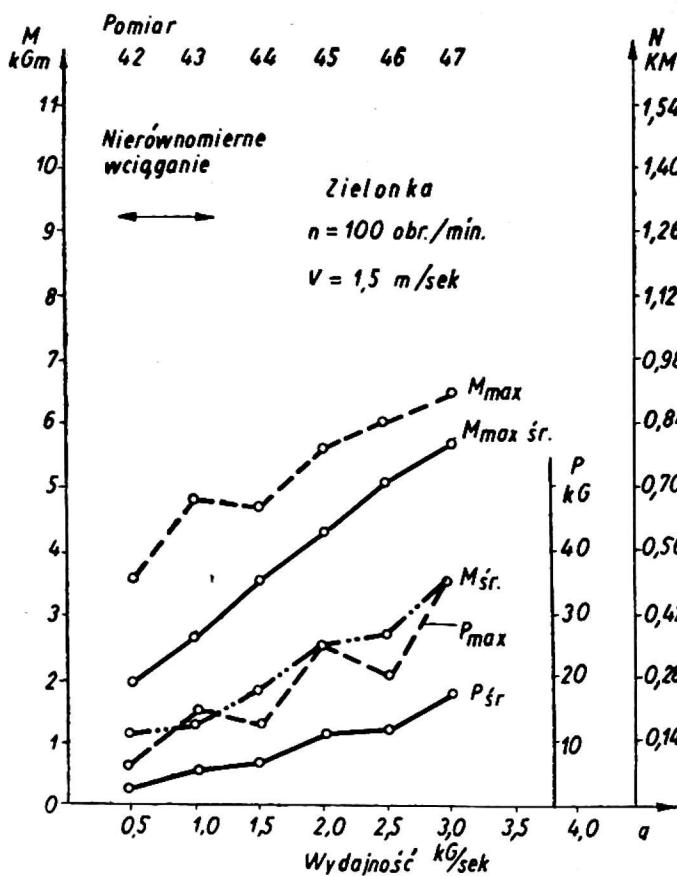


Rys. 11.1

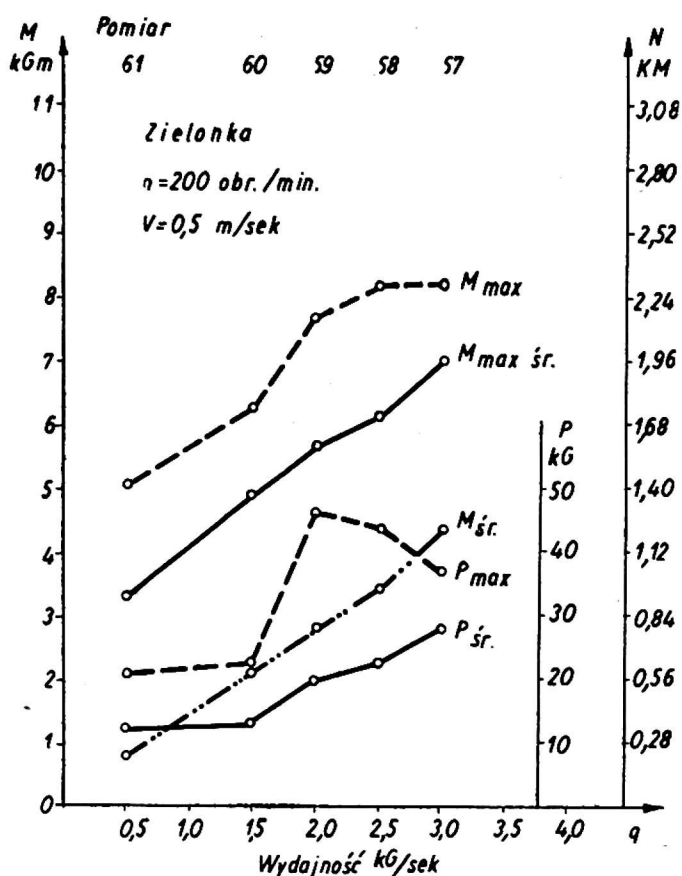


Rys. 11.2

Wielkości siły  $P$ , momentu  $M$ , mocy  $N$ , na wale przenośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału przenośnika  $n$

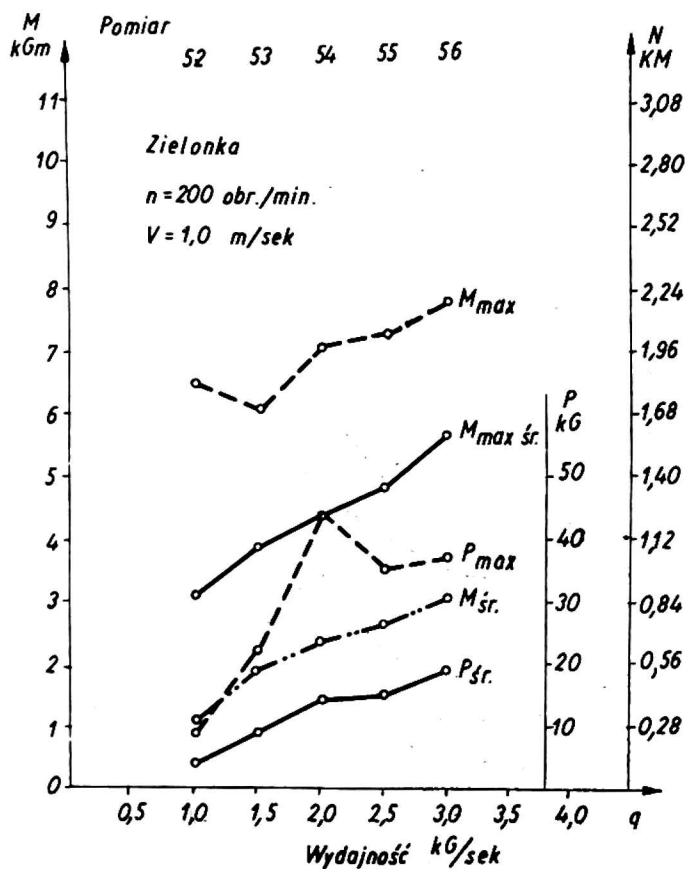


Rys. 12.1

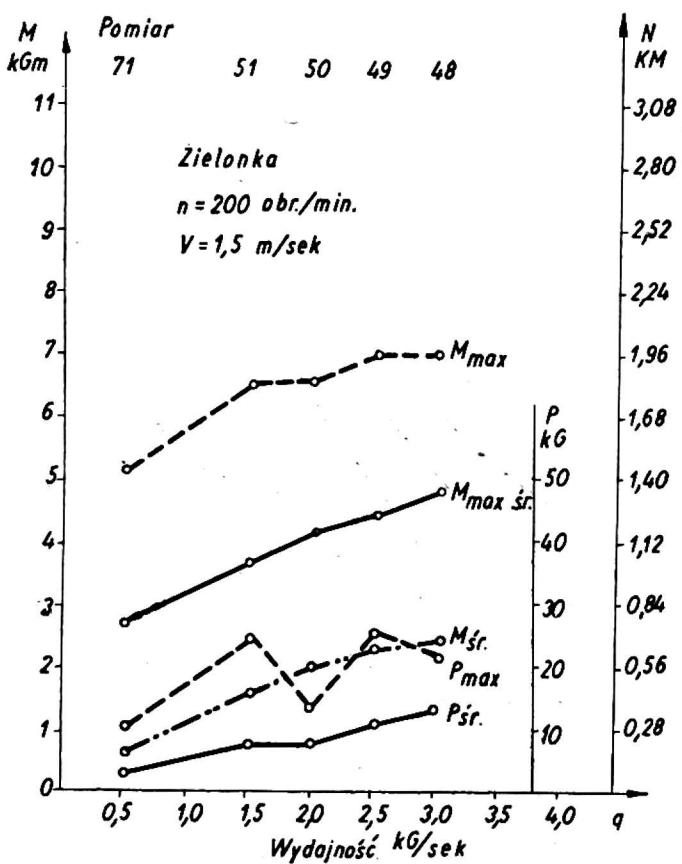


Rys. 12.2

Wielkości siły  $P$ , momentu  $M$ , mocy  $N$  na wale prękośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału prękośnika  $n$

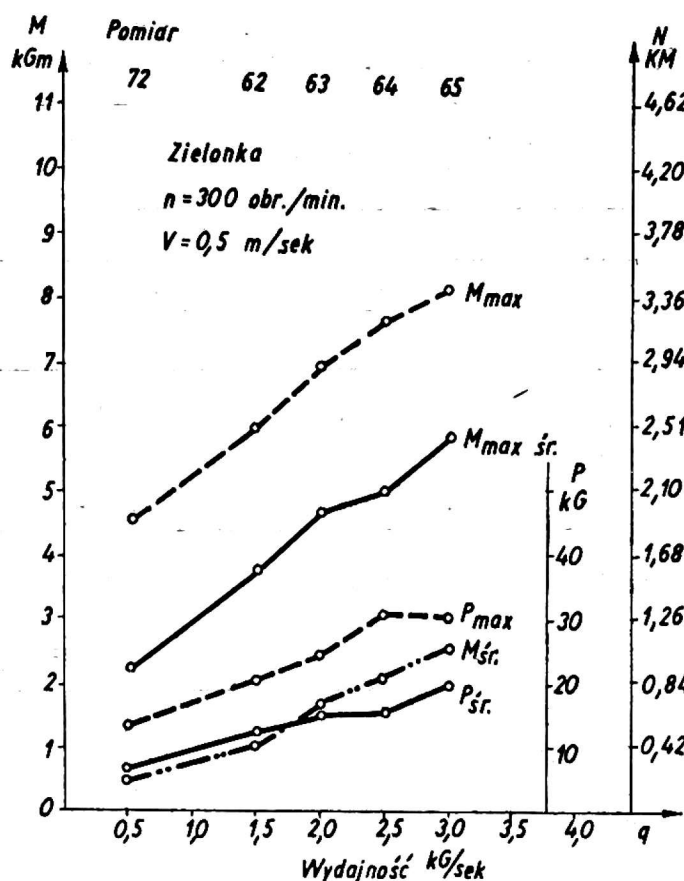


Rys. 13.1

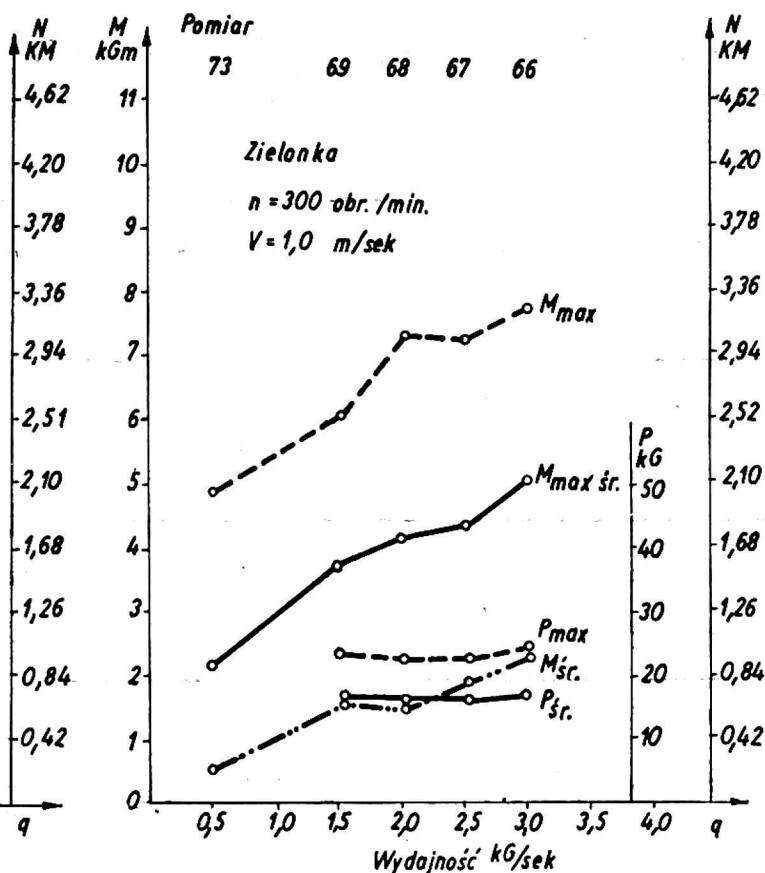


Rys. 13.2

Wielkości siły  $P$ , momentu  $M$ , mocy  $N$  na wale prękośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału prękośnika  $n$



Rys. 14.1



Rys. 14.2

Wielkości siły  $P$ , momentu  $M$ , mocy  $N$  na wale przenośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału przenośnika  $n$

stem wydajności wzrastają wszystkie mierzone wielkości, a więc i nacisk pionowy na wał przenośnika  $P$ , moment  $M$  i moc  $N$  na wale przenośnika. Zależność ta jest prawie liniowa i tak ją przedstawiono na dalszych wykresach (rys. 15—16) gdzie porównuje się  $M$ ,  $N$  w zależności od  $q$ ,  $v$ ,  $n$ . Godny zwrócenia uwagi jest fakt dość dużej nierównomierności wielkości momentów na wale przenośnika, mimo bardzo starannego układania zielonki na przenośniku taśmowym i możliwie dokładnego wyrównywania warstwy podawanej zielonki. Średni moment maksymalny  $M_{\text{max}} \text{ sr.}$  jest przy małych wydajnościach od 1,9—4,5 razy większy niż wielkość momentu średniego  $M_{\text{sr.}}$ , jak to wynika z danych umieszczonych w tabeli 2. Przy wydajnościach  $q = 3,0 \text{ kG/sek}$   $M_{\text{max}} \text{ sr.} / M_{\text{sr.}}$  waha się w granicach 1,26—2,28.

Oczywiście, że jeszcze większe wielkości osiąga stosunek  $M_{\text{max}}/M_{\text{sr.}}$ . Z tabeli 2 wynika, że dla  $q = 0,5 \text{ kG/sek}$   $M_{\text{max}}/M_{\text{sr.}} = 3,42—9,6$ , a dla  $q = 3,0 \text{ kG/sek}$   $M_{\text{max}}/M_{\text{sr.}} = 1,75—3,38$  w zależności od liczby obrotów  $n$  i prędkości podawania  $V$ . W warunkach pracy polowej należy liczyć się jeszcze z większą nierównomiernością obciążenia. Fakt ten musi być wzięty pod uwagę przy obliczeniach wytrzymałościowych wału, łożysk przenośnika ślimakowego, jak również elementów napędu np. łańcuchów napędowych. Nierównomierność momentu należy również uwzględnić

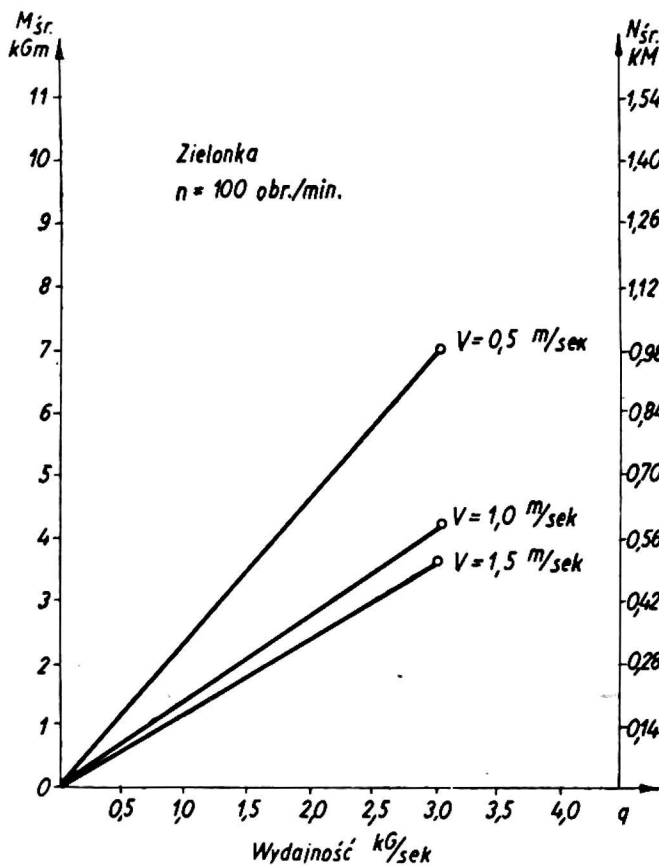
Tabela 2

Stosunek  $M_{\max}$  oraz  $M_{\max \text{ } \acute{s}r}$  do momentu średniego  $M_{\acute{s}r}$  podczas transportu zielonki

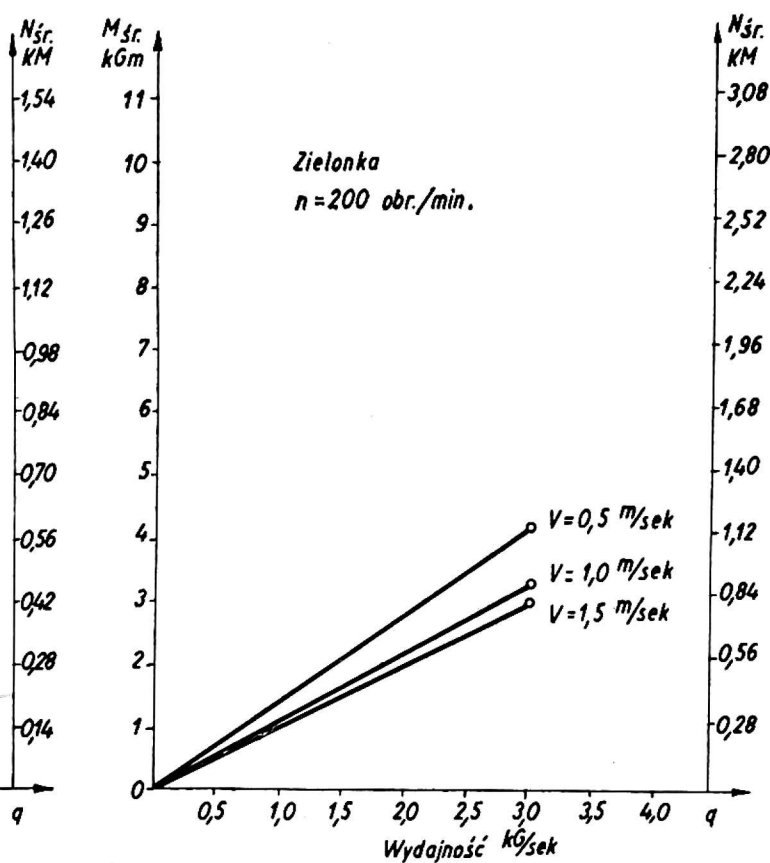
| M<br>obr/min | V<br>m/sek | $\frac{M_{\max}}{M_{\acute{s}r}}$ oraz $\frac{M_{\max \text{ } \acute{s}r}}{M_{\acute{s}r}}$ przy wydajnościach |   |                                   |   |
|--------------|------------|---|---|-----------------------------------|---|
|              |            | q = 0,5 kG/sek  |   | q = 3,0 kG/sek                    |   |
|              |            | $\frac{M_{\max}}{M_{\acute{s}r}}$   | $\frac{M_{\max \text{ } \acute{s}r}}{M_{\acute{s}r}}$ | $\frac{M_{\max}}{M_{\acute{s}r}}$ | $\frac{M_{\max \text{ } \acute{s}r}}{M_{\acute{s}r}}$ |
| 100          | 0,5        | 3,58  | 2,72  | 1,75                              | 1,26  |
|              | 1,0        | 4,78  | 2,92  | 1,98                              | 1,46  |
|              | 1,5        | 3,42  | 1,90  | 1,85                              | 1,63  |
| 200          | 0,5        | 6,25  | 4,10  | 1,91                              | 1,62  |
|              | 1,0        | 6,10  | 2,72  | 2,60                              | 1,85  |
|              | 1,5        | 8,50  | 4,50  | 2,92                              | 2,00  |
| 300          | 0,5        | 9,00  | 4,40  | 3,10                              | 2,28  |
|              | 1,0        | 9,60  | 4,40  | 3,38                              | 2,22  |
|              | 1,5        | —   | —   | —                                 | —   |

przy obliczeniach sprzęgieł przeciążalnych w napędzie przenośników ślimakowych. Sprzęgła takie stosuje się w niektórych maszynach zniwnych.

Z wykresów zamieszczonych na rys. 15—16 wynika w sposób zupełnie wyraźny, że zwiększenie prędkości podawania zielonki V powoduje

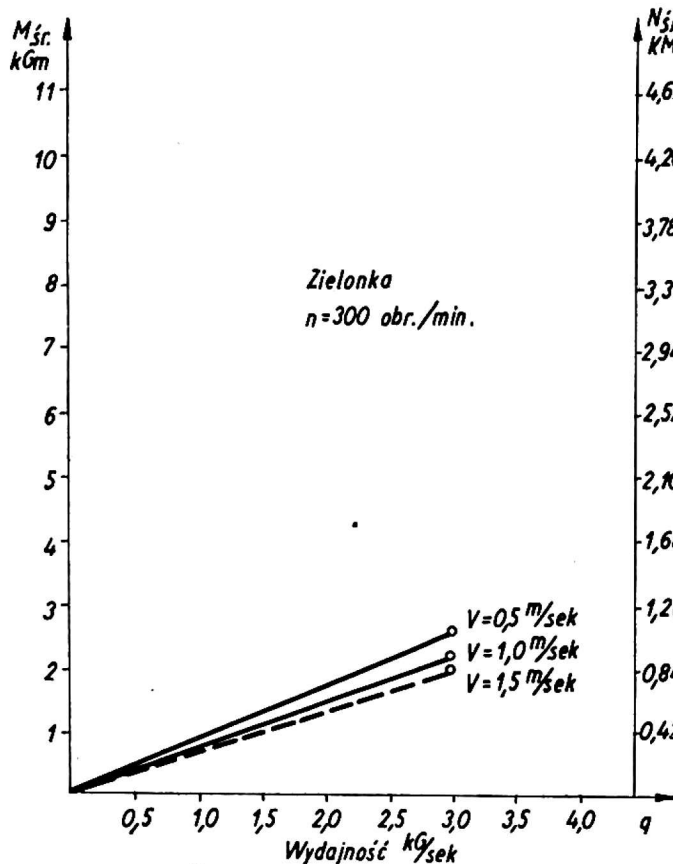


Rys. 15.1

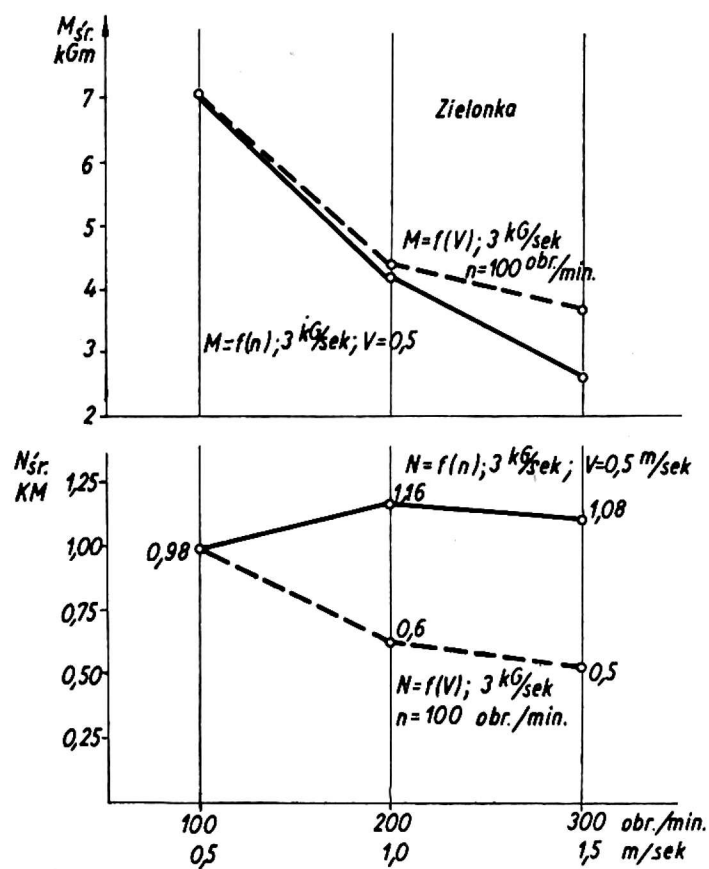


Rys. 15.2

Wielkości średnie momentu  $M$ , mocy  $N$  na wale przenośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału przenośnika  $n$

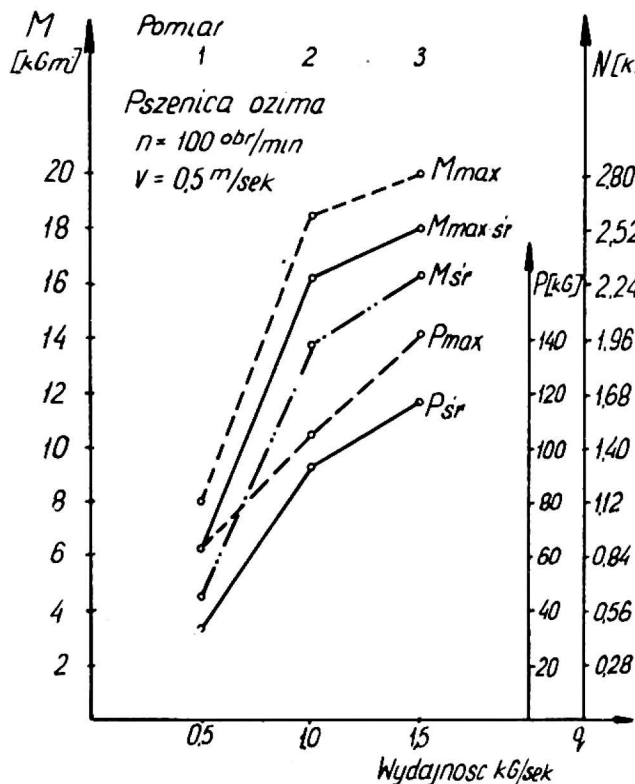


Rys. 16.1

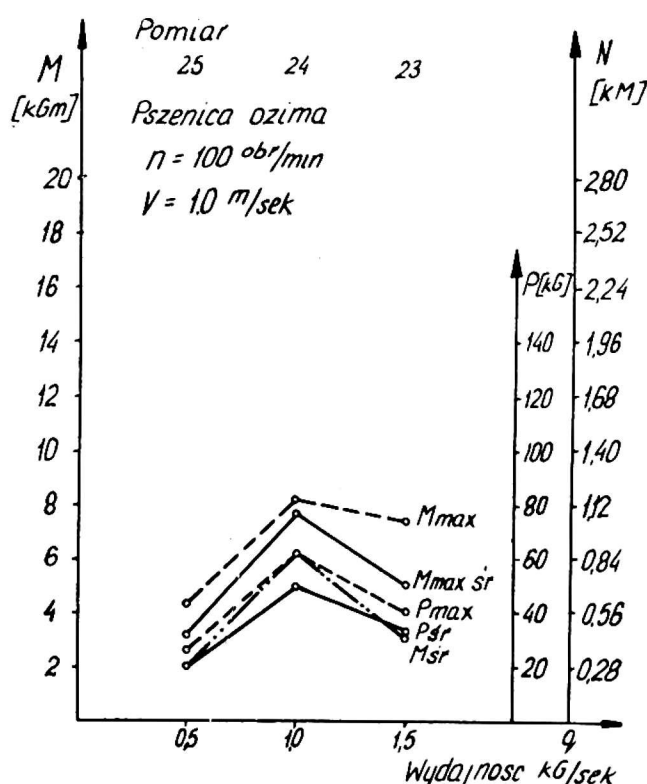


Rys. 16.2

Wielkości średnie momentu  $M$ , mocy  $N$  na wale przenośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału przenośnika  $n$

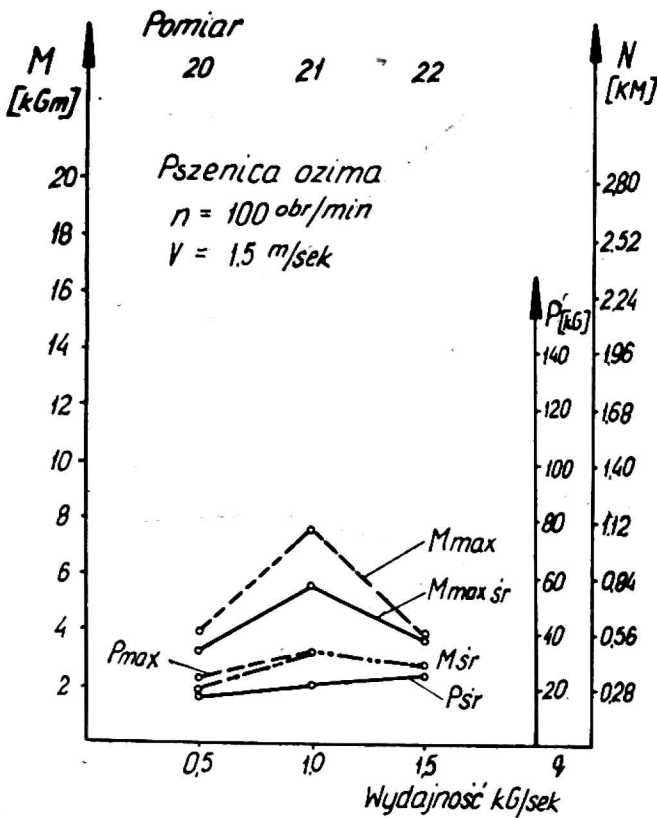


Rys. 17.1

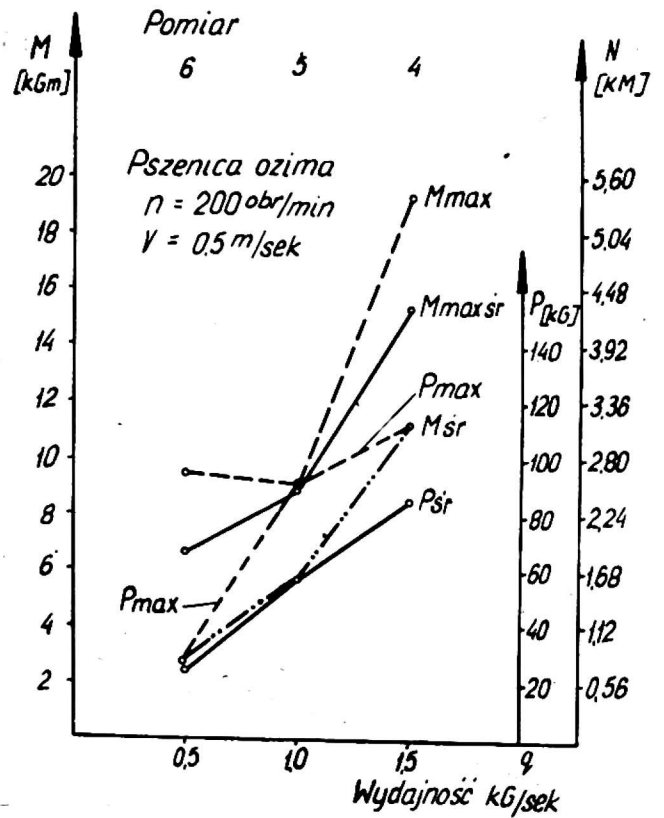


Rys. 17.2

Wielkości siły  $P$ , momentu  $M$ , mocy  $N$  na wale przenośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału przenośnika  $n$

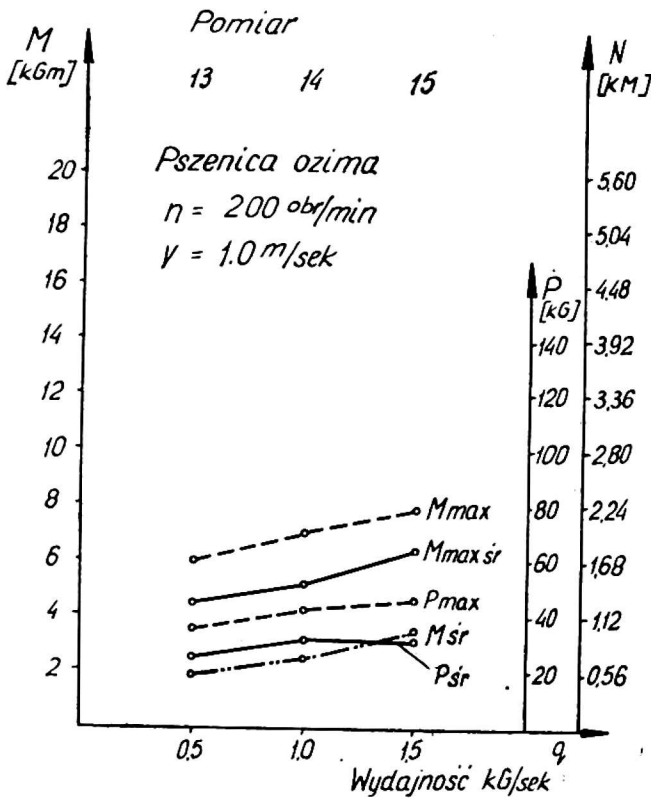


Rys. 18.1

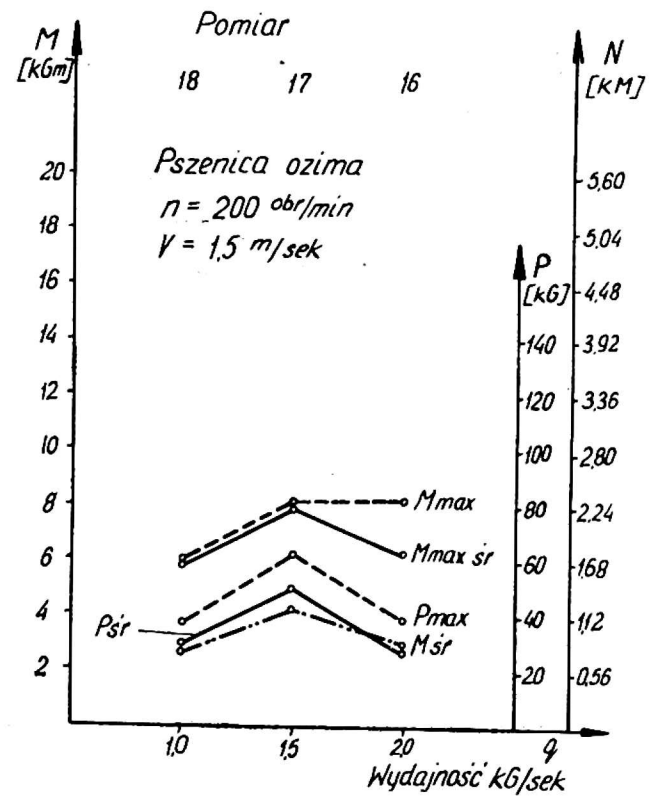


Rys. 18.2

Wielkości siły  $P$ , momentu  $M$ , mocy  $N$  na wale przonośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału przonośnika  $n$

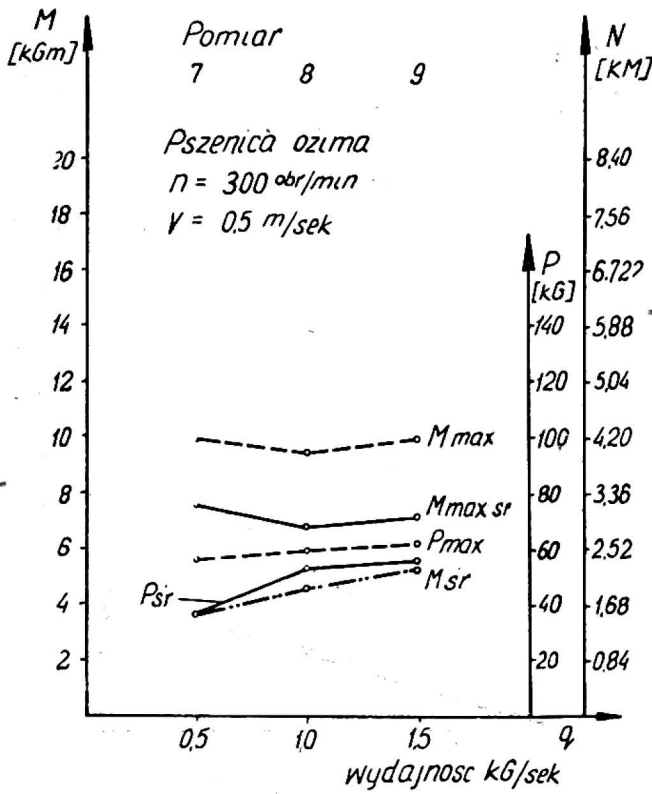


Rys. 19.1

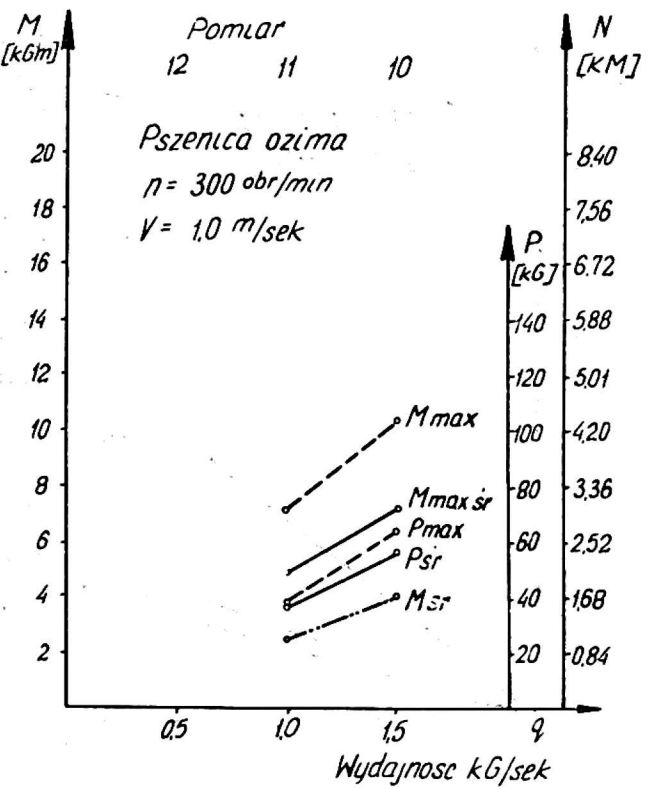


Rys. 19.2

Wielkości siły  $P$ , momentu  $M$ , mocy  $N$  na wale przonośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału przonośnika  $n$

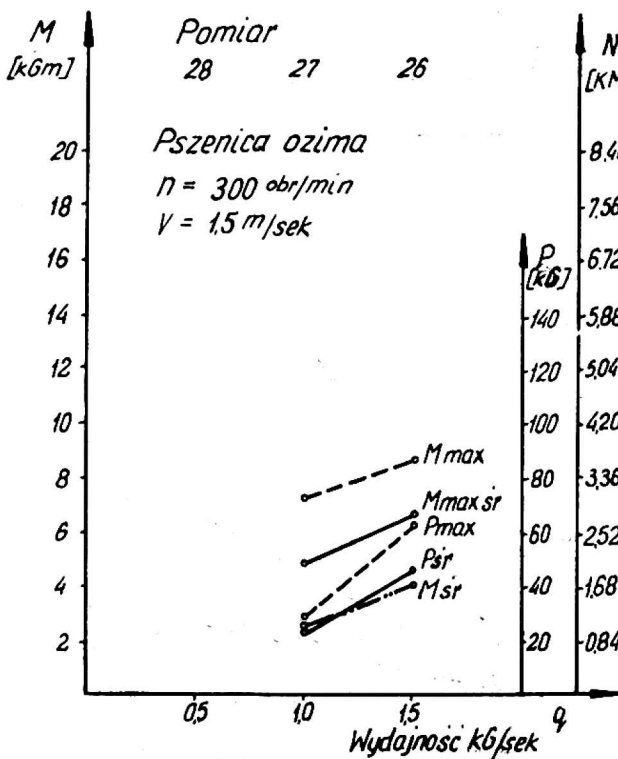


Rys. 20.1

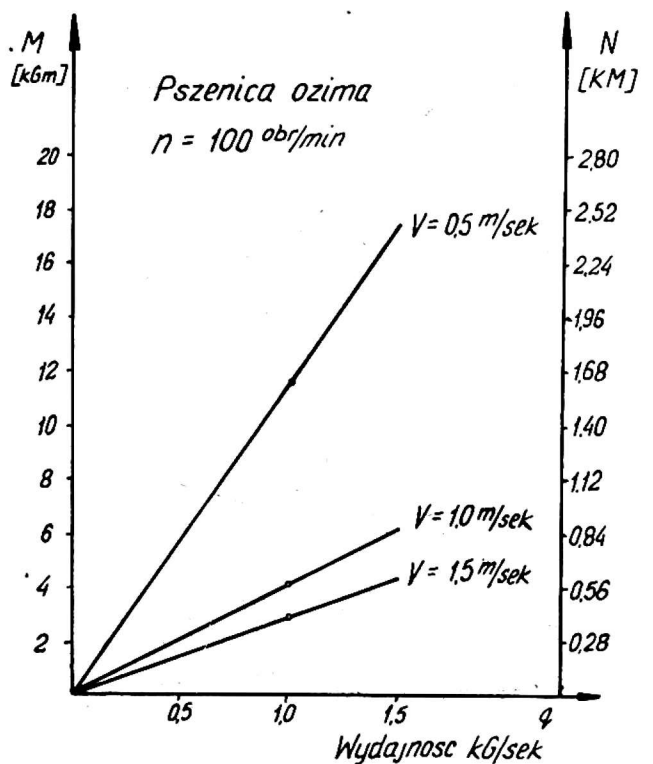


Rys. 20.2

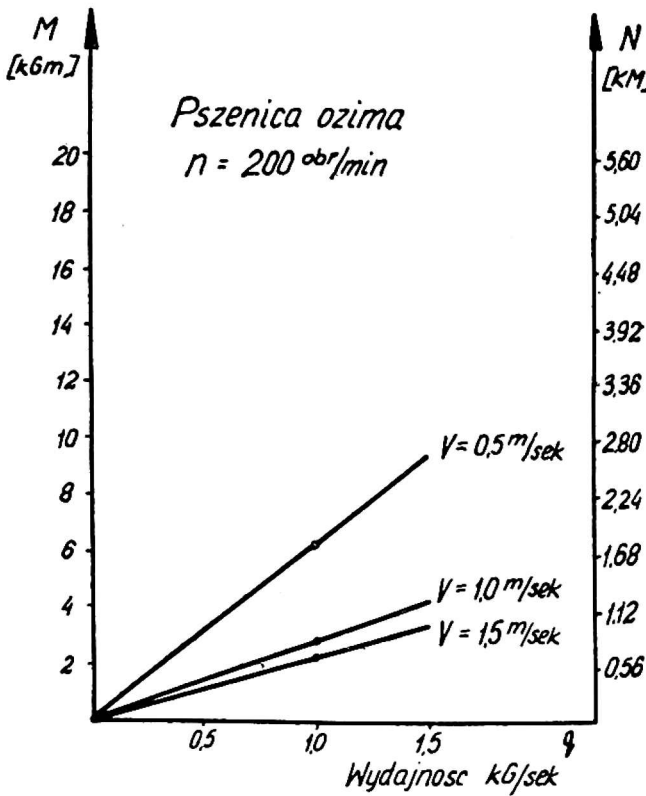
Wielkości siły  $P$ , momentu  $M$ , mocy  $N$  na wale przenośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału przenośnika  $n$



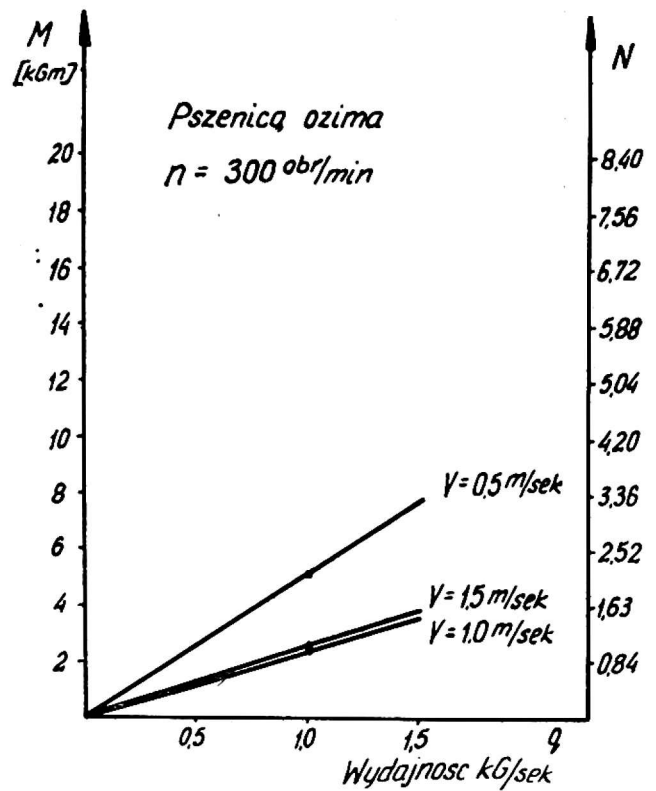
Rys. 21.1. Wielkości  $P$ ,  $M$ ,  $N$  w zależności od prędkości podawania  $V$  i liczby obrotów  $n$



Rys. 21.2. Wielkości średnie  $M$  i  $N$  w zależności od prędkości  $V$  i liczby obrotów  $n$

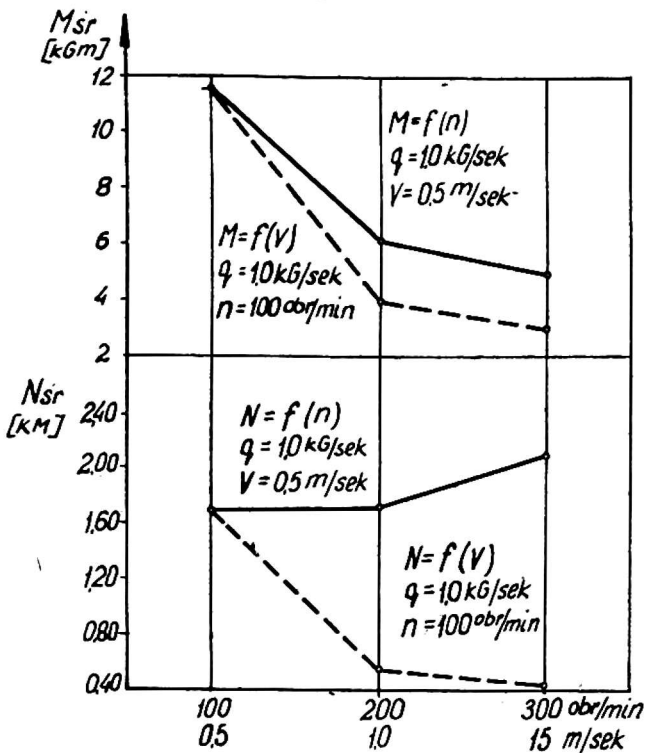


Rys. 22.1

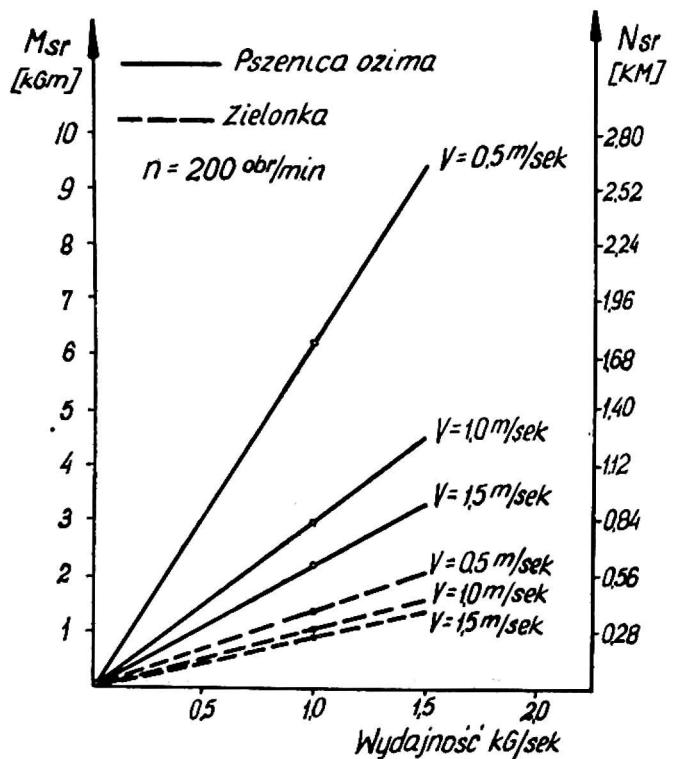


Rys. 22.2

Wielkości średnie momentu  $M$ , mocy  $N$  na wale przonośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału przonośnika  $n$



Rys. 23.1



Rys. 23.2

Wielkości średnie momentu  $M$ , mocy  $N$  na wale przonośnika w zależności od prędkości podawania materiału  $V$  oraz liczby obrotów wału przonośnika  $n$



zmniejszenie momentu i mocy na wale przenośnika ślimakowego, przy tych samych wydajnościach transportu. Moment średni zmniejsza się również w miarę zwiększania liczby obrotów wału przenośnika, nie zmienia się natomiast w sposób wyraźny wielkość poboru mocy. Zależności te zilustrowano na wykresie rys. 16/2. Z wykresu wynika, że efektywnym sposobem zmniejszenia poboru mocy, a więc i zwiększenia sprawności transportu jest zwiększenie prędkości podawania materiału  $V$ , oczywiście do pewnych granic. Szczególnie duże zmniejszenie poboru mocy nastąpiło przy zwiększeniu prędkości  $V = 0,5$  m/sek do 1,0 m/sek. Jest to równoznaczne ze zmniejszeniem grubości podawanej warstwy przy tej samej wydajności transportu. Wtedy bowiem występuje mniejsze zgniatanie materiału, mniejsze siły tarcia o osłonę i zwoje ślimaka, jak również mniejsze tarcie w łożyskach wału przenośnika.

### 6.3. Transport pszenicy ozimej

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji można stwierdzić, że przy obrotach wału ślimaka wynoszących  $n = 100$  obr/min i wydajności  $q = 1-1,5$  kG/sek słoma gromadzi się częściowo przed zwojami ślimaka lub jest na nie wpychana, tak że część słomy jest przesuwana po górnej powierzchni ślimaka. Pracy takiej nie można uznać za prawidłową. Zjawisko to występuje przy prędkościach  $V = 0,5-1,0$  m/sek. Zwiększenie liczby obrotów przenośnika ślimakowego eliminuje to zjawisko, chociaż

Tabela 3

Stosunek  $M_{\max}$  oraz  $M_{\max \text{ } \acute{s}r}$  do momentu  $M_{\acute{s}r}$  podczas transportu pszenicy ozimej

| $n$<br>obr/min | $V$<br>m/sek | $\frac{M_{\max}}{M_{\acute{s}r}}$ oraz $\frac{M_{\max \text{ } \acute{s}r}}{M_{\acute{s}r}}$ przy wydajnościach |   |                                   |   |
|----------------|--------------|---|---|-----------------------------------|---|
|                |              | $q = 0,5$ kG/sek  |   | $q = 1,5$ kG/sek                  |   |
|                |              | $\frac{M_{\max}}{M_{\acute{s}r}}$   | $\frac{M_{\max \text{ } \acute{s}r}}{M_{\acute{s}r}}$ | $\frac{M_{\max}}{M_{\acute{s}r}}$ | $\frac{M_{\max \text{ } \acute{s}r}}{M_{\acute{s}r}}$ |
| 100            | 0,5          | 1,82  | 1,43  | 1,22                              | 1,10  |
|                | 1,0          | 2,1   | 1,60  | 2,46                              | 1,66  |
|                | 1,5          | 2,16  | 1,78  | 1,43                              | 1,32  |
| 200            | 0,5          | 3,36  | 2,35  | 1,73                              | 1,38  |
|                | 1,0          | 3,16  | 2,37  | 2,28                              | 1,83  |
|                | 1,5          | 2,3   | 2,19  | 2,73                              | 2,10  |
| 300            | 0,5          | 2,78  | 2,11  | 1,92                              | 1,39  |
|                | 1,0          | —   | —   | 2,60                              | 1,80  |
|                | 1,5          | —   | —   | 2,15                              | 1,65  |

przy prędkości podawania  $V = 0,5$  m/sek i wydajności  $q = 1,5$  kG/sek, część słomy jest wpychana na ślimak nawet przy  $n = 300$  obr/min.

Podobnie jak podczas transportu zielonki przyrządy pomiarowe zarejestrowały nierównomierność w wielkościach chwilowych momentu oraz mocy. Jak wynika z tabeli 3 przy wydajnościach  $q = 0,5$  m/sek  $M_{\max}/M_{\text{sr}}$  zmienia się w granicach 1,82—3,36 a przy wydajności  $q = 1,5$  kG/sek w granicach 1,22—2,37. Średni moment maksymalny  $M_{\max}/M_{\text{sr}}$  jest przy wydajności transportu  $q = 0,5$  kG/sek 1,43—2,37 razy większy od  $M_{\text{sr}}$  a przy wydajności  $q = 1,5$  kG/sek 1,1—2,1 razy większy.

Również w przypadku transportu zboża (pszenicy ozimej) stwierdzono na podstawie pomiarów (rys. 21/2—22/1—22/2), że zarówno zwiększenie liczby obrotów  $n$  jak i prędkości podawania materiału  $V$  powoduje zmniejszenie momentu. Ponadto zwiększenie prędkości  $V$  zwiększa sprawność transportu oraz zmniejsza pobór mocy (rys. 23/1). Wynika stąd, że decydujący wpływ na pobór mocy ma grubość warstwy podawanego materiału.

#### 6.4. Porównanie wskaźników energetycznych przenośnika podczas transportu zielonek i pszenicy ozimej

Ogólnie można stwierdzić, że wszystkie porównywane wskaźniki, a więc siła  $P$ , moment  $M$  i moc  $N$  przy tych samych wydajnościach osiągają przy transporcie zielonek (rys. 23/2) wartości mniejsze niż przy transporcie pszenicy. Wydajność w obu przypadkach wyrażono w jednostkach ciężarowych transportowanego materiału w sekundzie. Różnice będą jednak mniejsze, jeżeli będzie się porównywać  $P$ ,  $M$ ,  $N$  przy tej samej objętości transportowanego materiału w sekundzie. W dalszych badaniach należy dokładniej przeanalizować te zależności.

Z dotychczasowych badań wynika, że w badanym przenośniku ślimakowym i w stosowanym przedziale wydajności (zielonki do 3,0 kG/sek, pszenica do 1,5 kG/sek) odpowiednią liczbą obrotów wału ślimaka będzie  $n = 200$ —300 obr/min, a prędkość podawania materiału  $V = 1,0$ —1,5 m/sek. W takich warunkach zależność momentu od wydajności można wyrazić następującym wzorem empirycznym:

$$M_{\text{sr}} = a \cdot q$$

Wielkości współczynnika kierunkowego  $a$ , w zależności od rodzaju transportowanego materiału, liczby obrotów  $n$ , prędkości podawania materiału  $V$  zestawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Wielkości współczynnika  $a$  w zależności od  $n$  i  $V$

| $n$<br>obr/min | $V$<br>m/sek | Wielkość współczynnika „ $a$ ” |                |
|----------------|--------------|--------------------------------|----------------|
|                |              | zielonka                       | pszenica ozima |
| 200            | 1,0          | 1,09                           | 2,92           |
|                | 1,5          | 0,95                           | 2,36           |
| 300            | 1,0          | 0,84                           | 2,56           |
|                | 1,5          | 0,70                           | 2,61           |

## 7. WNIOSKI

Decydującym czynnikiem wpływającym na pobór mocy jest prędkość podawania materiału pod zwoje podsiębiernego przenośnika ślimakowego, a zatem grubość początkowa warstwy materiału.

Pobór mocy przez podsiębierny przenośnik ślimakowy zależy przede wszystkim od wielkości zgniotu materiału jaki powoduje ślimak.

Przy wydajnościach transportu nie pociętych zielonek do 3,0 kG/sek i zboża do 1,5 kG/sek należy stosować prędkości podawania 1,0—1,5 m/sek, a liczba obrotów przenośnika winna wynosić 200—300 obr/min.

Chwilowe wielkości siły  $P$ , momentu  $M$  i mocy  $N$  na wale przenośnika ulegają znacznym wahaniom nawet przy bardzo równomiernym podawaniu materiału. Świadczy to o nierównomierności transportu, co niewątpliwie wpływa na pracę dalszych zespołów współpracujących z przenośnikiem ślimakowym.

W dalszych badaniach prowadzonych zgodnie z opracowanym programem należy między innymi znaleźć zależność momentu i mocy na wale przenośnika od początkowej objętości transportowanego materiału.

## S t r e s z c z e n i e

Przenośniki ślimakowe znalazły szerokie zastosowanie przy transporcie mas sypkich, takich jak np.: mąka, ziarno, zgoniny, piasek, jak również przy transporcie mas ciastowatych jak np.: glina, pogniecione ziemniaki i inne. Dla transportu tych materiałów rozpracowano teorię działania i metody obliczeń. Ostatnio przenośniki ślimakowe stosuje się również do transportu materiałów lodygowych, takich jak zielonka i słoma. Zjawiska związane z transportem tych materiałów nie są dotychczas należycie przebadane, chociaż i w tym zakresie podjęto prace u nas w kraju (Cz. Kanafojski, R. Fąfara) oraz w innych krajach np. w ZSRR (J. N. Gurow) i NRF (G. Römer, W. Urban).

Wśród wielu nie wyjařnionych zagadnień, które wymienił autor we wstępnej ocenie dotychczasowych prac z zakresu teorii działania przenořników ślimakowych transportujących materiały łodygowe najpilniejszą sprawą jest wyznaczenie niektórych wskaźników energetycznych np. momentu  $M$  i mocy  $N$  na wale przenořnika ślimakowego oraz wielkości pionowej składowej siły nacisku  $P$  materiału na ślimak. Temu właśnie zagadnieniu poświęcona jest pierwsza część pracy, która nosi charakter wstępnych badań.

Dla przeprowadzenia pomiarów autor zaprojektował i wykonał stanowisko pomiarowe, które umożliwia badanie procesu transportu materiałów łodygowych zarówno pod zwojami ślimaka (ślimak podsiębierny) jak i na górnej powierzchni walca ślimaka (ślimak nasiębierny).

Badania wykazały, że:

1. Decydującym czynnikiem wpływającym na pobór mocy jest prędkość podawania materiału pod zwoje podsiębiernego przenořnika ślimakowego, a zatem grubość początkowa warstwy.
2. Pobór mocy przez podsiębierny przenořnik ślimakowy zależy przede wszystkim od wielkości zgniotu materiału jaki powoduje ślimak.
3. Przy wydajnościach transportu nie pociętych zielonek do 3,0 kG/sek i zboża do 1,5 kG/sek należy stosować prędkość podawania 1,0—1,5 m/sek, a liczba obrotów przenořnika winna wynosić 200—300 obr/min.
4. Chwilowe wielkości siły  $P$ , momentu  $M$  i mocy  $N$  na wale przenořnika ulegają znacznym wahaniom nawet przy bardzo równomiernym podawaniu materiału. Świadczy to o nierównomierności transportu, co niewątpliwie wpływa na pracę dalszych zespołów współpracujących z przenořnikiem ślimakowym.
5. W dalszych badaniach prowadzonych zgodnie z opracowanym programem należy między innymi znaleźć zależność momentu i mocy na wale przenořnika od początkowej objętości transportowanego materiału.

#### LITERATURA

1. Fařara R. — Wpływ niektórych zespołów i mechanizmów kombajnów zbożowych na ich pracę — Roczniki Nauk Rolniczych. Tom 67-C-2-Warszawa 1958.
2. Gurow J. N. — K opredieleniju parametrov szniekow chederow — Konstruirowanie i proizwodstwo sielskochozjajstwiennych maszin — Maszgiz Moskwa 1959.
3. Kanafojski Cz. — Narzędzia i Maszyny Rolnicze — T. II PWRiL Warszawa 1963.
4. Römer G., Urban W. — Die Förderung von Halmgut durch Föderschnecken — Landtechnische Forschung Heft 2/55.
5. Praca zbiorowa pod redakcją A. W. Krasniczenki — Sprawocznik konsruktora sielskochozjajstwiennych maszin — T. II. Moskwa 1961.

R. Fąfara

## ANALYSIS OF WORM CONVEYORS WORK AT TRANSPORTATION OF STEM MATERIAL

### Summary

Worm conveyors often are employed for transportation of loose materials like: flour, corn, sand, as well as for transportation of groundmass like clay or crushed potatoes and others. A theory of operation and methods of calculation were elaborated for transportation of those materials. Recently, worm conveyors have been used for transportation of stem materials as for example straw or green forage. Phenomena connected with transportation of those materials have not been fully investigated, yet although researches in this field have been already started (Cz. Kanafojski, R. Fąfara) in this country and in other countries eg. (J. N. Gurow) in the Soviet Union and (G. Römer, W. Urban) in the German Federal Republic.

The most urgent matter, among unsolved problems mentioned by the author in his introductory estimation of up-till-now researches concerning the operation of worm conveyors for transportation of stem materials, seems to be determination of some power indices for example moment  $M$  and power  $N$  a shaft of worm conveyor and a value of vertical component force of load  $P$  of material on a worm. The first part of this work, being an introductory investigation deals with that problem.

In order to perform necessary measurements, the author designed and made a measuring stand which permitted to investigate transportive process of stem materials under coils of worm (parallel-run worm) as well as on a top surface of a worm shaft (counter-run worm).

The investigation proved:

1. A decisive factor influencing power input is velocity of material feeding under coils of parallel-run worm conveyor that means thickness of initial layer of material.

2. A power input of parallel-run worm conveyor depends first of all on degree of crushing of material caused by worm.

3. As far as non cut green forage is concerned at transportive capacity up to 3.0 kG/sec and corn up to 1.5 kG/sec the materials should be fed with the velocity of 1.0 to 1.5 m/sec and rotation of conveyor should amount to 200—300 revolutions per min.

4. Instantaneous value of the force  $P$ , moment  $M$  and power  $N$  on conveyor shaft fluctuate considerably even if materials are fed at a uni-

form rate. It proves unequal transportation what undoubtedly influences operation of sets cooperating with worm conveyor.

5. The further researches within the framework of the programme should permit to determine a dependence of moment and power on conveyor shaft from the initial volume of transported material.

Р. Ф о н ф а р а

## АНАЛИЗ РАБОТЫ ШНЕКОВЫХ ТРАНСПОРТЕРОВ, ПОДАЮЩИХ СТЕБЛЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ

### Р е з ю м е

Шнековые транспортеры нашли широкое применение для перемещения сыпучих материалов таких как: мука, зерно, сбины, песок, а также при перемещении тестообразной массы, как например: глина, мятый картофель и другие. Перемещение этих материалов обосновано теоретически и разработаны методы расчета.

В последнее время шнековые транспортеры стали применяться для перемещения стебельных культур, таких как зеленые трвы и солома. Явления, происходящие при перемещении этих материалов, до настоящего времени надлежащим образом не исследованы, хотя и в этом направлении начаты работы, как в нашей стране (Ч. Канафойский, Я. Фонфара) так и в других странах, напр. в СССР (Я. Н. Гуров) и ФРГ (Г. Ротер, В. Урбан).

Среди многих невыясненных вопросов, которые перечислил автор во вступительной части, касающиеся оценки выполненных до настоящего времени работ в области теории шнековых транспортеров, перемещающих стебельные культуры, самой срочной задачей является определение некоторых энергетических показателей, напр. момента  $M$  и мощности  $N$  на валу шнека, а также величины вертикальной составляющей силы давления  $P$  материала на шнек. Этому вопросу посвящена первая часть работы, являющаяся началом исследований.

Для проведения исследований, автором был спроектирован и изготовлен измерительный стенд, который позволил исследовать процесс транспортировки стебельного материала как снизу ниток шнека (шнек воспринимающий), так и на верхней поверхности шнека (шнек подающий).

Исследования показали следующее:

1. Решающим фактором, влияющим на величину потребляемой мощности, является скорость подачи материала под нитки воспринимающего шнека, а следовательно начальная толщина слоя материала.

oraz  $1 = R_1 \cos \eta_m$

to  $b_m = R_1 (\cos \eta - \cos \eta_m)$

podstawiając za wartość

$$\eta = \alpha - \varphi,$$

oraz wartość  $R_1$  z wzoru 3 i  $D_1$  z wzoru 4

i  $\sin \psi = \frac{D_1}{2 R_1}$

oraz

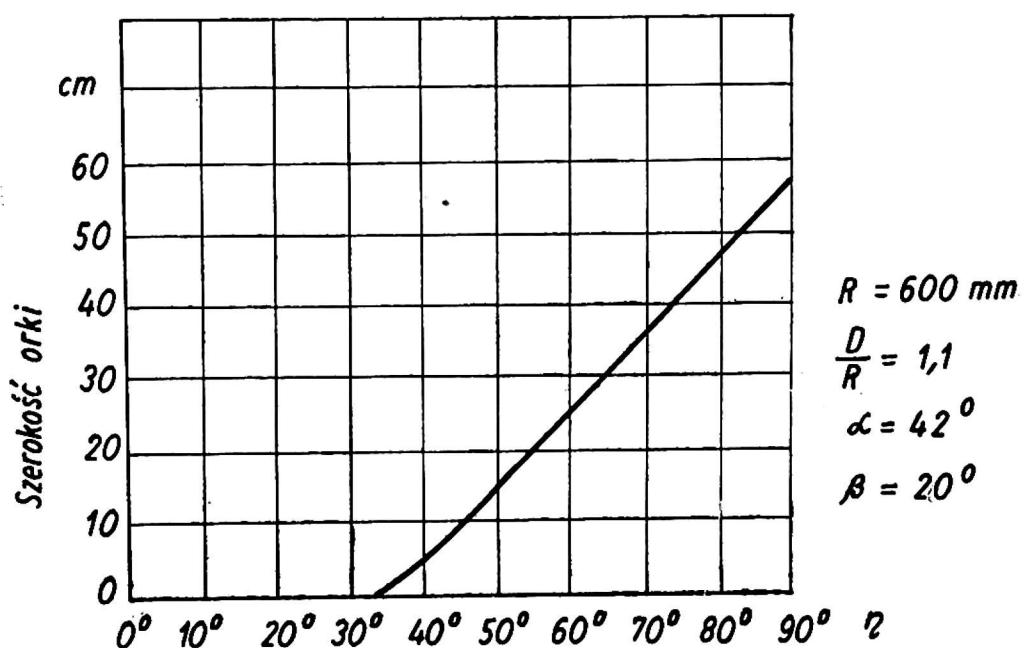
$$\cos \psi = \sqrt{1 - \left(\frac{D_1}{2 R_1}\right)^2}$$

otrzymamy:

$$b_m = R \sin \gamma_m \left[ \cos \alpha \sqrt{1 - \frac{\frac{4}{\cos^2 \beta} D a \cos \beta - a^2}{4 R^2 \sin^2 \gamma_m}} + \frac{2 \sin \alpha \sqrt{D a \cos \beta - a^2}}{2 \cos \beta R \sin \gamma_m} \right]$$

po zredukowaniu i przekształceniu wzór na maksymalną szerokość orki przejmie postać:

$$b_m = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \sqrt{R^2 \cos^2 \beta \sin^2 \gamma_m + a^2 - D a \cos \beta} + \frac{\sin \alpha}{\cos \beta} \sqrt{D a \cos \beta - a^2 - R \sin \gamma_m \cos \eta_m} \quad (5)$$



Rys. 7. Zależność maksymalnej szerokości orki od kąta skrawania  $\eta$

Maksymalna szerokość orki zależy od średnicy i promienia gięcia talerza oraz od granicznego kąta skrawania klina  $\gamma_m$  i  $\eta_m$ . Kąt skrawania  $\eta$  zależy od kąta tarcia  $\varphi$ , zatem maksymalna szerokość orki jest funkcją kąta tarcia  $\varphi$ . Zależność tę przedstawiono na rys. 7. Aby mieć pewność, że nie następuje garnięcie skiby przez talerz, co mogłoby zniekształcić wyniki badań przemieszczenia i wymieszania gleby, badania należy przeprowadzić przy głębokości i szerokości orki mniejszej od maksymalnej, które przy kącie tarcia  $\varphi = 22^\circ$  i stosunku  $D/R = 1,1$  wynoszą:

$$a_m = 26 \text{ cm i } b_m = 36 \text{ cm.}$$

## 2. METODYKA BADAŃ

Porównawcze badania organów roboczych pługa talerzowego PTZ-3 i lemieszowego PC-1 przeprowadzono w kanale glebowym metodą materiału znakującego. Jako materiał znakujący zastosowano trzy kolory kamyków o wymiarach 2 mm—5 mm. Barwione kamyczki jednego koloru zmieszano z glebą, a ich zawartość w glebie wynosiła 3% wagowo określona w stosunku do suchej masy. W ten sposób przygotowano trzy różnie oznaczone kamyczkami, sztuczne gleby. W celu uzyskania jednakowego wymieszania gleby z kamyczkami przy następnych powtórzeniach, z każdej sztucznie przygotowanej gleby przeznaczonej na jedną warstwę w kanale glebowym, pobrano 10 próbek i określono odchylenie standardowe i współczynnik zmienności według podanego wzoru

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - A)^2}{n - 1}}$$

$$v = \frac{\sigma}{A}$$

gdzie

$\sigma$  — odchylenie standardowe

$X_i$  — procentowa zawartość kamyczków w kolejnej próbce

$A$  — średnia arytmetyczna procentowej zawartości kamyczków z 10 próbek

$v$  — współczynnik zmienności.

Każdą sztucznie przygotowaną glebę tak długo mieszano z kamyczkami aż uzyskano współczynnik zmienności w granicy 6. Wymieszaną z kamyczkami glebę ułożono warstwami w kanale glebowym. Każdą warstwę wałowano i wyrównywano specjalnym skrobakiem. Stopień zwałowania warstwy określano przy pomocy sondy dynamicznej. Tak przygotowana sztuczna gleba leżała w kanale glebowym 4 tygodnie. W tym czasie pole-



wano ją utrzymując stałą wilgotność gleby odniesioną do suchej masy, około 17%. Przedmiotem badań był korpus pługa PC-1, którego parametry są znormalizowane oraz talerz pługa PTZ-3 o następującej charakterystyce:

średnica talerza  $D = 660$  mm

promień gięcia talerza  $R = 600$  mm

kąt ustawienia talerza w płaszczyźnie pionowej  $\beta = 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ$

kąt ustawienia talerza w stosunku do kierunku orki  $\alpha = 42^\circ, 45^\circ, 48^\circ$

maksymalna głębokość orki  $a_m = 30$  cm.

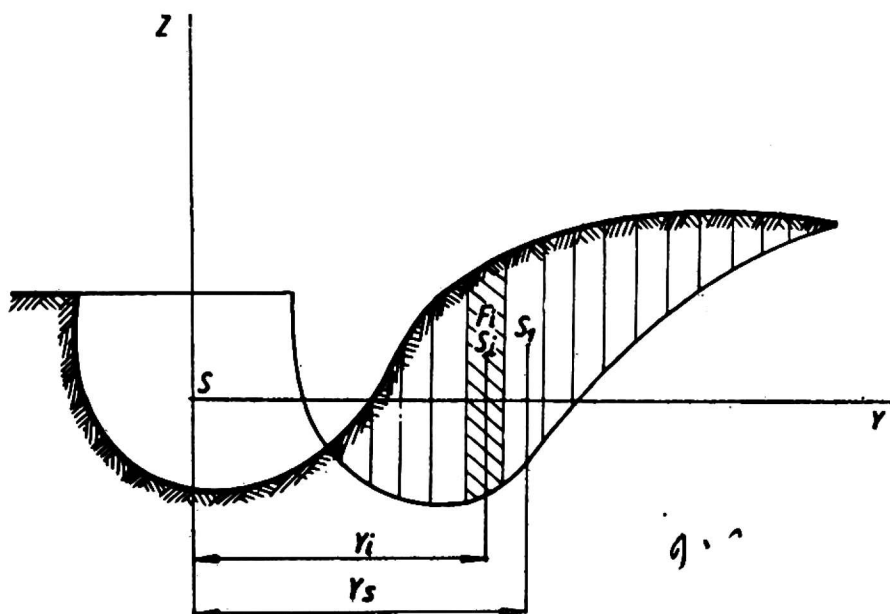
W celu określenia odwrócenia wymieszania i pionowego przemieszczenia poszczególnych warstw skiby wprowadzono następujące oznaczenia:

1 „jednostka pryzmy”

2 „jednostka skiby”

Za jednostkę pryzmy przyjęto w kanale glebowym przed orką bryłę foremą o przekroju równym głębokości i szerokości orki i długości 15 cm. Za jednostkę skiby przyjęto jednostkę pryzmy po wykonaniu orki. Badania rozpoczęto w ten sposób, że wyorano skibę pomocniczą i przykryto ją parafiną. Na skibę pomocniczą wyorano skibę pomiarową, z której wyodrębniono 4 jednostki skiby, pierwszą w odległości 2 m od linii rozpoczęcia orki, następne co 60 cm. Poprzeczny przekrój jednostki skiby został podzielony na kwadraty  $5 \times 5$  cm przy pomocy wzorca, a każdy kwadrat oznaczono numerem. Glebę z każdego kwadratu jednostki skiby wybrano do oddzielnego pudełka, wysuszono, zważono i przebrano kamyki według kolorów. Kamyki każdego koloru z jednego pudełka zostały zważone. Na podstawie ciężaru kamyków i ich procentowej zawartości w glebie, określono w danym kwadracie procentową zawartość gleby z poszczególnych warstw pryzmy, przyjmując za 100% ciężar gleby zawartej w danym kwadracie. Uzyskane tą drogą wyniki naniesiono na schematy poprzecznego przekroju skiby i otrzymano ułożenie poszczególnych warstw pryzmy po wykonaniu orki, co pozwoliło na analizę odwrócenia skiby i wymieszania gleby. Schematy przedstawiają dane zagadnienie poglądowo, dlatego dla uzyskania materiału liczbowego pozwalającego na porównanie wyników uzyskanych przy różnych parametrach orki, poprzeczny przekrój jednostki skiby został podzielony na trzy poziomy, górny, środkowy i dolny, zaś przekrój jednostki pryzmy na trzy warstwy, zgodnie z ułożonymi warstwami w kanale glebowym. W każdym poziomie skiby zsumowano ciężar kamyków poszczególnych kolorów i określono ile procent gleby każdej warstwy znajduje się w określonym poziomie. Z otrzymanych wartości procentowych wykonano wykresy pionowego przemieszczenia górnej, środkowej i dolnej warstwy pryzmy.

Dla określenia przemieszczenia skiby w kierunku poprzecznym wykonano poprzeczne profilowanie odłożonej skiby przy pomocy profilomierza, którego budowa nie odbiega od powszechnie stosowanych. Z otrzymanych drogą profilowania wyników został wykreślony poprzeczny przekrój skiby (rys. 8). Do obliczenia poprzecznego przekroju skiby, w celu porównawczym można przyjąć, że przekrój ten stanowi płaszczyznę jednorodną. Osie współrzędnych przeprowadzono przez środek geome-



Rys. 8. Schemat do obliczenia przemieszczenia poprzecznego skiby

tryczny przekroju. Cały przekrój skiby został podzielony na elementarne wycinki powierzchni, równoległe do osi Z. Dla każdego wycinka określono współrzędną jego środka i obliczono jego powierzchnię. Otrzymane wyniki podstawiono do wzoru, przy pomocy którego obliczono współrzędną  $Y_s$ , a tym samym poprzeczne przemieszczenie skiby.

$$Y_s = \frac{\sum F_i \cdot Y_i}{F} \text{ (cm)} \quad (7)$$

gdzie

$Y_s$  — przemieszczenie środka ciężkości przekroju poprzecznego skiby w cm,

$Y_i$  — współrzędna środka elementarnego wycinka przekroju skiby w cm,

$F_i$  — powierzchnia elementarnego wycinka przekroju skiby w  $\text{cm}^2$ ,

$F$  — powierzchnia przekroju poprzecznego skiby w  $\text{cm}^2$

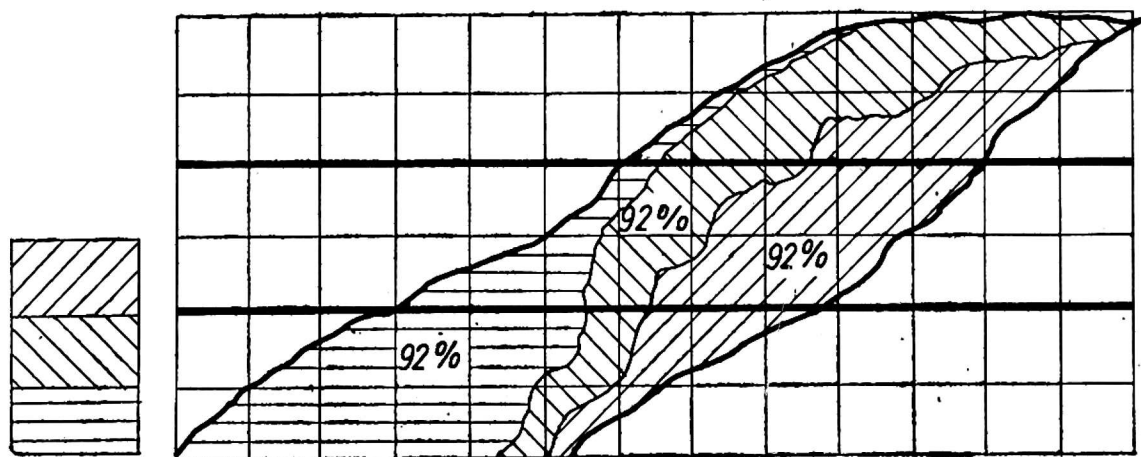
Przemieszczenie skiby do przodu określono w następujący sposób. Przed orką, w caliźnie, przez środek poprzecznego przekroju jednostki przyzmy, został wykonany otwór o średnicy 15 mm, do którego do połowy

głębokości orki, nasypało wapna. Na wapnie ułożono barwioną kostkę i przykryto ją wapnem. Po wykonaniu orki wapno pozwoliło na szybsze odnalezienie kostki. Zmierzona odległość między położeniem kostki przed i po orce, w kierunku równoległym do orki, określa podłużne przemieszczenie cząstki gleby, która była w środku przekroju skiby. Rzecz jasna, że otrzymane pomiary nie są przemieszczeniem środka ciężkości poprzecznego przekroju skiby, ani też całej skiby, lecz do porównania przemieszczenia skiby przy orce pługiem talerzowym i lemieszowym w identycznych warunkach pracy, można w ten sposób zagadnienie uprościć.

Wszystkie doświadczenia wykonano w ośmiu powtórzeniach przy stałej głębokości orki równej 24 cm oraz dla kątów  $\alpha = 42^\circ, 45^\circ, 48^\circ$  przy prędkości  $V = 1$  m/sek, 1,5 m/sek i 2 m/sek, a wyniki przedstawiono na wykresach.

### 3. ZESTAWIENIE I ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

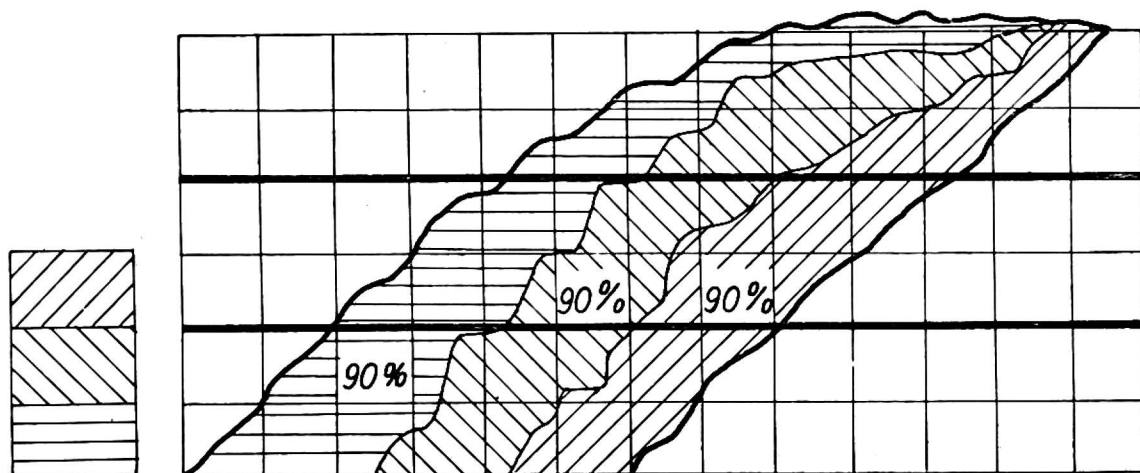
Przyjęto, że dobre wymieszanie gleby nastąpi wówczas, jeżeli w każdym poziomie skiby będzie jednakowa ilość gleby z każdej warstwy przyzmy, to znaczy, że każda warstwa calizny powinna przemieścić się w czasie orki w ten sposób, aby w każdym poziomie skiby znajdowało się po 33,3% jej gleby. Otrzymane wyniki doświadczeń dla pługa talerzowego i lemieszowego przedstawione na schematach (rys. 9, 10) wskazują, że praktycznie w czasie orki uzyskuje się wymieszanie znacznie gorsze od założonego. Dla pługa talerzowego (rys. 9) stwierdzono, że w górnym poziomie skiby najwięcej gleby dostało się z górnej i środkowej warstwy najmniej zaś z dolnej warstwy przyzmy. Podobnie jest w środkowym poziomie skiby. W dolnym poziomie skiby najwięcej gleby pozostało z dolnej warstwy, najmniej z górnej i środkowej warstwy przyzmy.



Rys. 9. Schemat poprzecznego przekroju skiby przy orce pługiem talerzowym z prędkością  $V = 1,5$  m/sek. Kąt ustawienia talerza  $45^\circ$

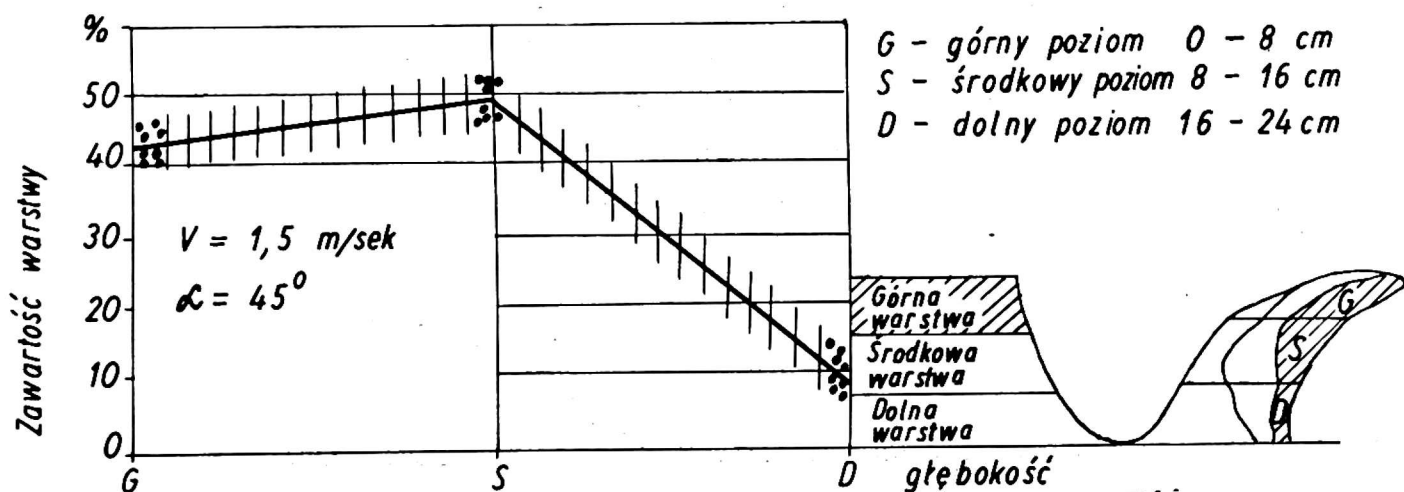
Podczas orki pługiem lemieszowym warstwy przyzmy ułożyły się prawie równomiernie we wszystkich poziomach skiby. Można zatem przyjąć, że pług lemieszowy lepiej wymieszał glebę niż talerzowy. Ponadto ze schematu wynika, że pług lemieszowy lepiej odwrócił skibę niż talerzowy.

W celu porównania pionowego przemieszczenia poszczególnych warstw przyzmy, zostały wykonane wykresy procentowego pionowego przemiesz-



Rys. 10. Schemat poprzecznego przekroju skiby przy orce pługiem lemieszowym z prędkością  $V = 1,5$  m/sek.

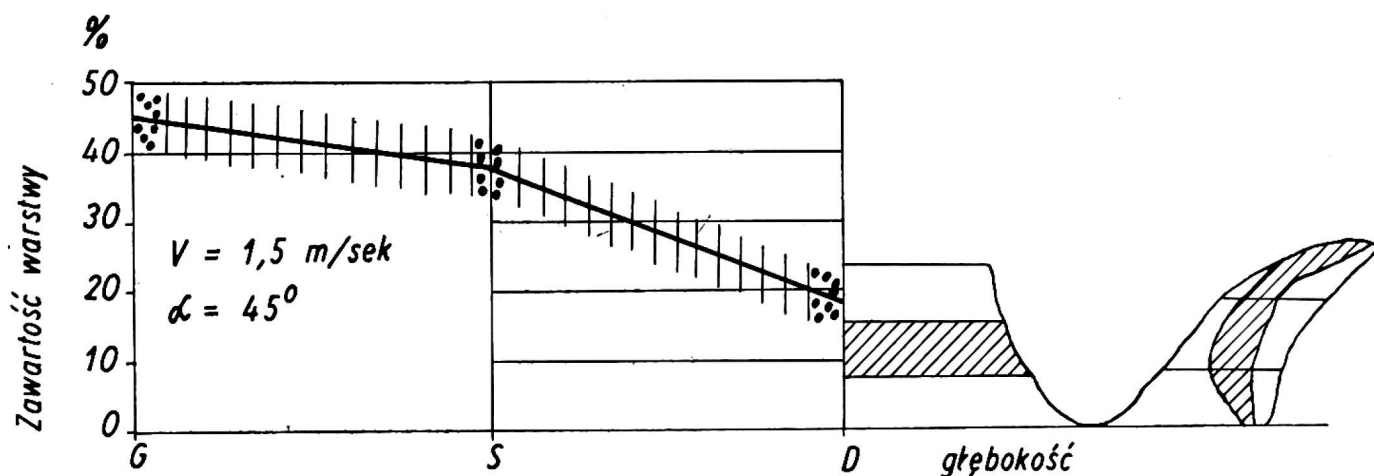
czenia gleby. Na wykresie (rys. 11, 12, 13) każdy wynik pomiaru został oznaczony punktem dając pole rozrzutu pomiarów, na którym określono średnią pola rozrzutu i odchylenie od średniej. Różnica między maksymalną a minimalną wartością pomiaru nie przekracza 10%. Otrzymane



Rys. 11. Pionowe przemieszczenia górnej warstwy przyzmy

wyniki doświadczeń z pługiem talerzowym przy  $V = 1,5$  m/sek i  $\alpha = 45^\circ$ , pozwalają na stwierdzenie, że średnio około 42% gleby z górnej warstwy przyzmy pozostaje w górnym poziomie skiby, około 49% gleby dostaje się do środkowego poziomu skiby i około 9% do dolnego poziomu. Podobnie przemieszcza się środkowa warstwa przyzmy.

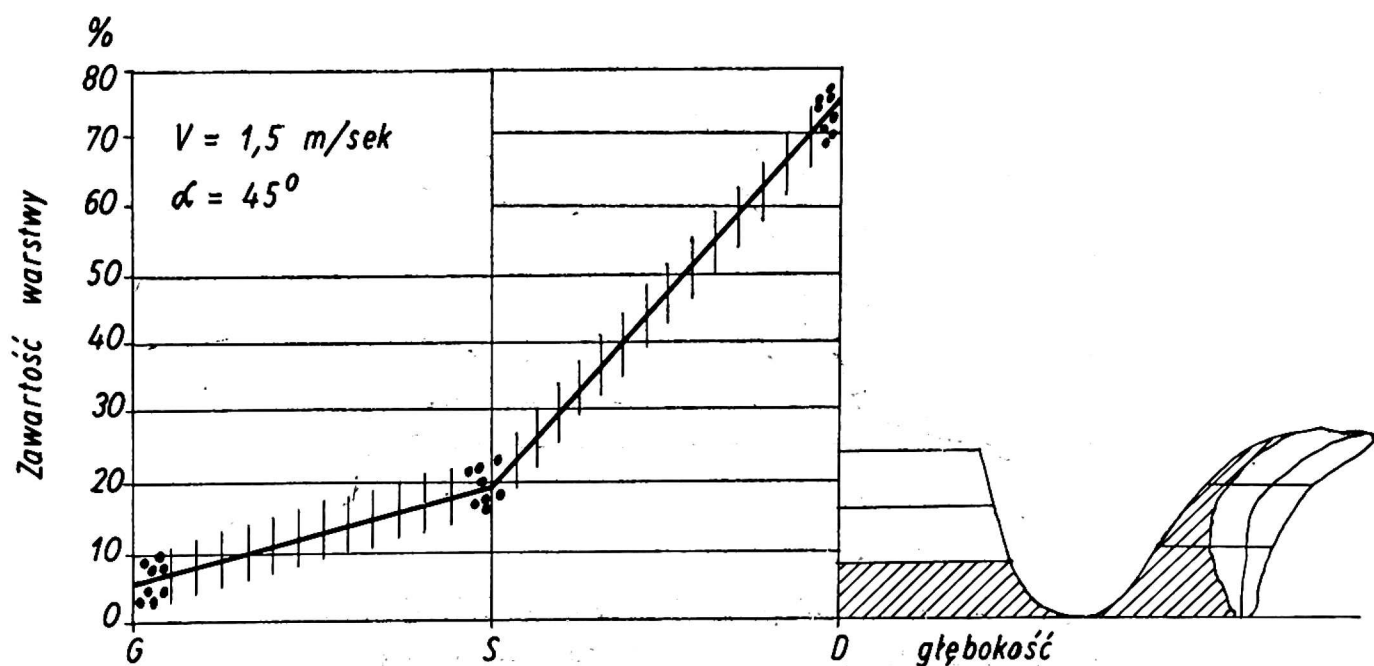
Z dolnej warstwy przyzmy średnio około 75% gleby pozostaje w dolnym poziomie skiby, około 19% gleby tej warstwy dostaje się do środkowego poziomu skiby i około 6% gleby do górnego poziomu. Takie przemieszczenie gleby zostało wywołane tym, że podczas orki pługiem talerzowym, skiba zostaje odcięta, uniesiona do góry, nieco skrzywiona, przesunięta do



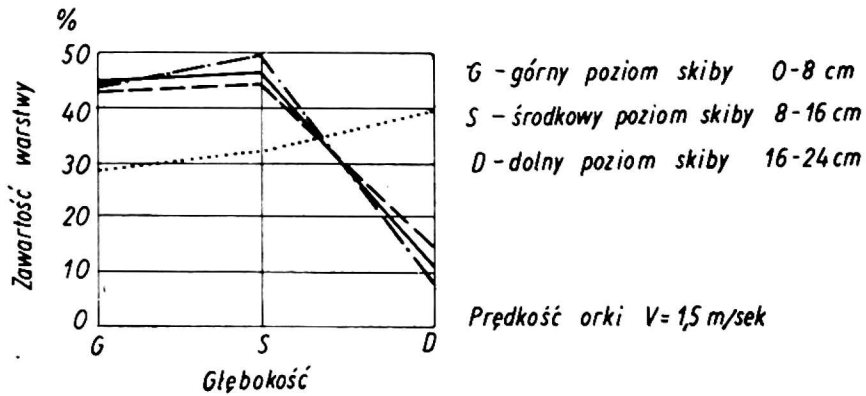
Rys. 12. Pionowe przemieszczenie środkowej warstwy przyzmy

przodu i w kierunku poprzecznym. Jednocześnie następuje deformacja i pocruszenie skiby.

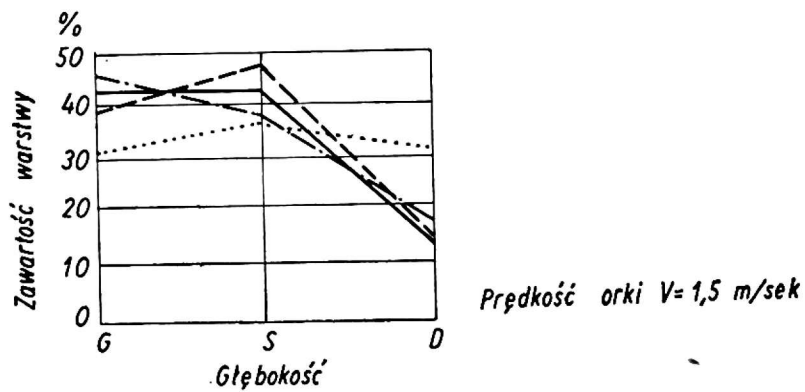
Zmiana kąta ustawienia talerza w płaszczyźnie poziomej w zakresie od  $42^\circ$  do  $48^\circ$  (rys. 14, 15, 16) nie ma większego wpływu na wymieszanie i odwrócenie skiby. Wraz ze wzrostem kąta ustawienia talerza  $\alpha$  nieco więcej gleby dostaje się z górnej warstwy calizny do dolnego poziomu skiby i z dolnej warstwy calizny do górnego poziomu skiby. Na wykresach (rys. 14, 15, 16) obok krzywych przedstawiających pionowe prze-



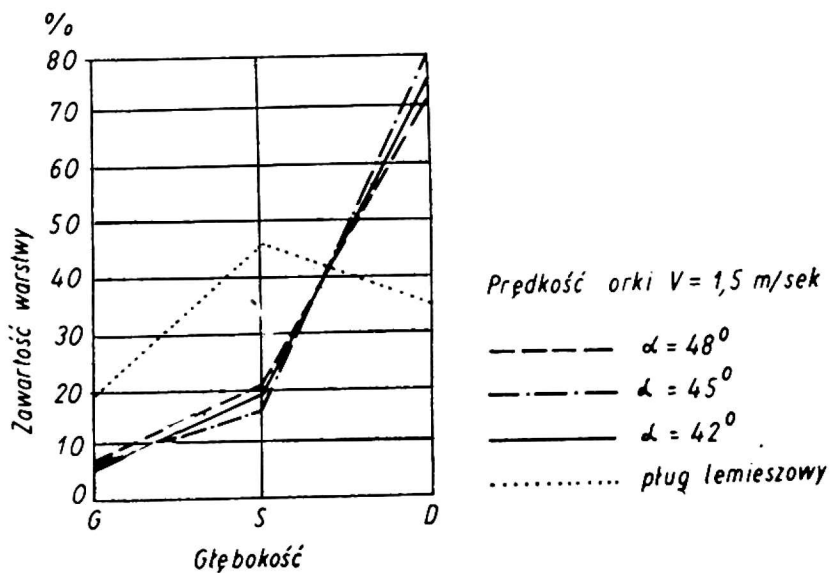
Rys. 13. Pionowe przemieszczenie dolnej warstwy przyzmy



Rys. 14. Pionowe przemieszczenie górnej warstwy przyrmy przy różnych kątach ustawienia talerza  $\alpha$



Rys. 15. Pionowe przemieszczenie środkowej warstwy przyrmy przy różnych kątach ustawienia talerza  $\alpha$

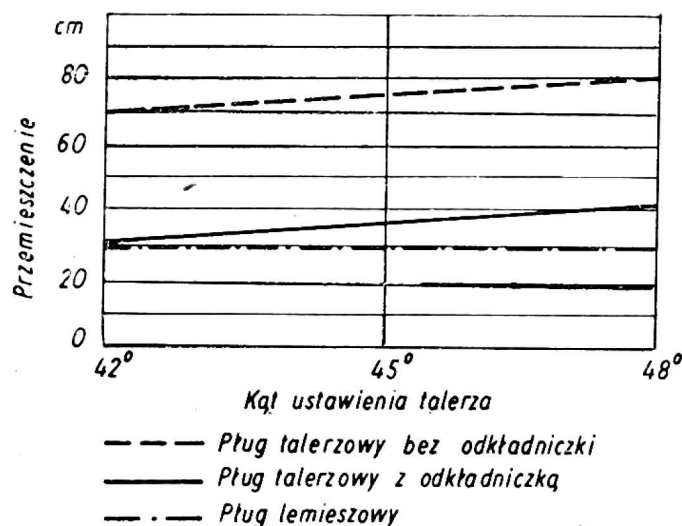


Rys. 16. Pionowe przemieszczenie dolnej warstwy przyrmy przy różnych kątach ustawienia talerza  $\alpha$

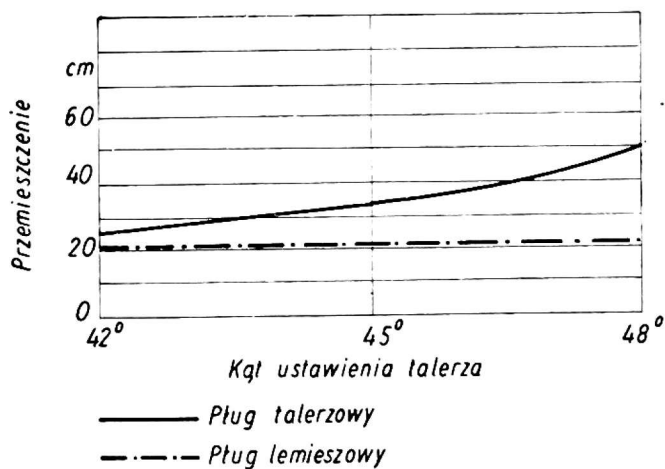
mieszanie gleby podczas orki pługiem talerzowym, przy różnych kątach ustawienia talerza  $\alpha$  naniesiono krzywe przedstawiające pionowe przemieszczenie gleby podczas orki pługiem lemieszowym. Z wykresów wynika, że decydujące różnice zachodzą w przemieszczeniu górnej i dolnej warstwy przyzmy, natomiast środkowe warstwy przemieszczają się podobnie dla obu pługów.

Z górnej warstwy przyzmy od 25% do 30% więcej gleby dostaje się do dolnego poziomu skiby i z dolnej warstwy przyzmy od 38% do 47% mniej gleby pozostaje w dolnym poziomie skiby przy orce pługiem lemieszowym w stosunku do pługa talerzowego. Badania nad pługiem lemieszowym stwierdzają, że decydujący wpływ na pokruszenie, odwrócenie i wymieszanie gleby ma kształt powierzchni roboczej korpusu pługowego. Ponieważ kąt ustawienia talerza  $\alpha$  nie zmienia w zasadzie kształtu powierzchni roboczej talerza, zatem nie może mieć większego wpływu na odwrócenie i pionowe przemieszczenie skiby.

Przemieszczenie skiby w kierunku poprzecznym zależy od kąta ustawienia talerza  $\alpha$ , im większy kąt  $\alpha$ , tym dalej zostanie skiba odrzucona w kierunku poprzecznym (rys. 17). Jak wskazuje wykres, w badanym



Rys. 17. Przemieszczenie skiby w kierunku poprzecznym w zależności od kąta ustawienia talerza



Rys. 18. Przemieszczenie skiby do przodu w zależności od kąta ustawienia talerza

zakresie kątów, przebieg zmian poprzecznego przemieszczenia skiby ma charakter liniowy. Należy przy tym podkreślić, że poprzeczne przemieszczenie skiby podczas orki pługiem talerzowym bez odkładniczki jest znacznie większe niż z odkładniczką i niż podczas orki pługiem lemieszowym. Przy prędkości orki od 1,5 m/sek wzwyż, poprzeczne przemieszczenie skiby podczas orki pługiem talerzowym bez odkładniczki jest tak duże, że pozostaje odsłonięta poprzednia bruzda, przy czym skiba jest słabo pokruszona, na powierzchni roli znajdują się mniejsze lub większe bryły,

a resztki roślinne są słabo przykryte. Wykonana w ten sposób orka nie odpowiada wymaganiom agrotechnicznym i nie może być stosowana w praktyce. Talerz nie może więc być samodzielnym organem roboczym w pługu talerzowym.

Przemieszczenie skiby do przodu zależy w znacznym stopniu od kąta ustawienia talerza  $\alpha$ . Przy małym kącie  $\alpha$  przemieszczenie jest mniejsze niż przy dużym. O ile poprzeczne przemieszczenie zmienia się liniowo, o tyle przemieszczenie do przodu ma charakter krzywoliniowy (rys. 18).

#### 4. WNIOSKI

Przeprowadzone badania pługa talerzowego w porównaniu z lemieszowym pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków: Uogólniając wnioski badań na pługi produkowane w kraju można stwierdzić, że pługi talerzowe gorzej odwracają i mieszają skibę niż pługi lemieszowe. Orka wykonana pługiem talerzowym daje dobre pokruszenie skiby, nie wyciąga dolnej warstwy skiby do góry, przez co przypuszczalnie może przyczynić się do mniejszego przesuszania roli. Dzięki temu pług talerzowy może mieć większe zastosowanie do orok wiosennych i w klimacie suchym do wszystkich orok.

Kąt ustawienia talerza  $\alpha$  bardzo nieznacznie wpływa na odwrócenie i pionowe przemieszczenie poszczególnych warstw skiby. Im większy kąt  $\alpha$  tym lepsze jest odwrócenie skiby, lecz różnice te są tak małe, że praktycznie nie mogą mieć większego znaczenia. Zwiększenie kąta ustawienia talerza powoduje również większe przemieszczenie skiby do przodu i w kierunku poprzecznym. Teoretyczna analiza pracy talerza prowadzi do wniosku, że dopuszczalna szerokość i głębokość orki, przy której skiba może swobodnie przesuwać się po powierzchni talerza zależy od parametrów talerza, jego ustawienia i od kąta tarcia gleby o stal. Na podstawie poczynionych obserwacji w czasie badań stwierdzono, że na pokruszenie, odwrócenie i wymieszanie gleby, może mieć wyraźny wpływ kształt i ustawienie odkładniczki na powierzchni talerza. Należałoby zatem przeprowadzić dalsze badania nad tym wpływem i ustalić optymalne parametry odkładniczki.

#### LITERATURA

1. B e r n a c k i H. — Wyniki badań korpusów pługów projektowanych przez IMER. Roczniki Nauk Rolniczych tom 65, 1952 r.
2. B e r n a c k i H. — Zagadnienie prędkości orki. Roczniki Nauk Rolniczych tom 67-C-3-1953 r.



3. Biedrzycki S. — Jak można i należy badać maszyny rolnicze. Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych T. XVI, 1926 r.
4. Chwylija K. S. — Untersuchung der Arbeit eines Scheibenvorschalers. Agrartechnik 1962 T. 17.
5. Getzlaff G. — Krafte an Pflugscheiben mit Fremdantrieb. Grundlagen der Landtechnik Heft 5, 1959 r.
6. Getzlaff G. — Krafte beim Pflügen von steinigem Acker. Grundlagen der Landtechnik Heft 5, 1951.
7. Getzlaff G., Sohne W. — Krafte und Leistungsbedarf frei drehender und angetriebener Pflugscheiben auf hartem trockenem Lehm. Grundlagen der Landtechnik Heft 11, 1959.
8. Kolebatin P. G., Kazakowa I. P. — Effektivnost primienienia diskowych łuszczyłnikow i kultywatorow. Ziemledielie 1962, t. 20, 6.
9. Martini Z. — Rozważania dotyczące teorii pracy narzędzi rolniczych. Roczniki Nauk Rolniczych tom 71, F-1, 1955.
10. Red I. F. — Disk Plows. Farmers Buletin No 2121 US Departement Agrikulture.
11. Sohne W. — Die Scheibenpfluge. Grundlagen der Landtechnik Heft 1, 1951.
12. Schiling E. — Landmaschinen Band 2, Koln 1953
13. Tanner D. W., Dean I. R. — The soil forces acting on the body and on the disc oculter of plough. J. Agric. Engng. Res. 1963, t. 8, 2.

### S t r e s z c z e n i e

Obserwując orkę pługiem talerzowym i lemieszowym daje się zauważyć pewną różnicę w działaniu organów roboczych tych narzędzi, szczególnie w sposobie odwracania i przemieszczenia skiby oraz mieszania gleby. Jak wiadomo o jakości orki decyduje pokruszenie, odwrócenie, wymieszanie i przemieszczenie roli, w związku z tym przeprowadzono badania nad wpływem kąta ustawienia talerza w płaszczyźnie poziomej na wyżej wymienione czynniki, w porównaniu z pługiem lemieszowym.

W niniejszej pracy rozpatrzono działanie talerza, przyrównując go do klina przestrzennego i wyprowadzono wzory na maksymalną głębokość i szerokość orki, przy której nie będzie garnięcia gleby. Maksymalna głębokość i szerokość orki, przy której skiba może swobodnie przesuwac się po powierzchni talerza zależy od kątów ustawienia talerza, od stosunku średnicy talerza do jego promienia gięcia i od współczynnika tarcia gleby o stal. Kąt ustawienia talerza w płaszczyźnie poziomej wywiera wpływ nie tylko na szerokość orki, lecz również na przemieszczenie skiby w kierunku poprzecznym i równoległym do orki. W miarę wzrostu kąta ustawienia talerza wzrasta przemieszczenie skiby do przodu i w kierunku poprzecznym. Przemieszczenia te są większe dla pługa talerzowego niż dla pługa lemieszowego. Badania wymieszania roli i odwrócenia skiby przeprowadzono metodą materiału znakującego, a wyniki naniesiono na schematy i wykresy. Na podstawie badań można stwierdzić, że pług tale-

rzowy gorzej odwraca skibę i miesza glebę niż pług lemieszowy, a kąt ustawienia talerza tak nieznacznie wpływa na wymieszanie roli i odwrócenie skiby, że praktycznie nie ma to większego znaczenia.

M. G o d l e w s k i

## INFLUENCE OF DISC-ANGLE SETTING IN HORIZONTAL PLANE ON THE SOIL REVERSING AND DISPLACING IN PLOUGHING WITH DISC PLOUGH

### S u m m a r y

Certain differences in functioning of working parts may be observed in ploughing with a disc plough and a mouldboard plough. Particularly those difference are seen in a manner of reversing and displacing a furrow slice and mixing soil. It is well known that quality of ploughing depends on breaking, reversing, mixing and displacing soil. The performed researches have tested an influence of disc-angle setting in horizontal plane on the above mentioned factors, in comparison to mouldboard plough.

In the present work disc functioning has been considered by comparing it to a spatial wedge and patterns have been calculated for maximum deepness and broadness of ploughing without raking soil. Maximum deepness and broadness of ploughing at which a furrow slice glides freely along the surface of the disc depends on disc angles setting, a ratio of disc diameter and its radius of curvature, a friction coefficient of soil against steel. Disc angle setting in horizontal plane influences not only broadness of ploughing but also displacement of a furrow-slice in transverse and parallel directions in regard to ploughing direction.

The bigger is disc angle setting, the greater an increase of displacement of furrow-slice forward and in transverse direction is observed. The displacement is bigger for a disc plough than for a mouldboard plough.

The researches concerning mixing and reversing soil were performed by marking material method and the obtained results have been drawn on schemes and diagrams.

It may be stated on the basis of researches that a disc plough is worse in reversing a furrow slice and mixing soil than a mouldboard plough and disc angle setting only slightly influences mixing soil and reversing a furrow slice so practically it is of no importance.

М. Годлевски

## ВЛИЯНИЕ УСТАНОВКИ ДИСКА В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ В ДИСКОВОМ ПЛУГЕ НА ПЕРЕМЕШИВАНИЕ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПОЧВЫ ПРИ ПАХОТЕ

### Резюме

Наблюдая вспашку, производимую дисковым плугом и отвальным плугом, можно заметить некоторую разницу в действии рабочих органов этих орудий, особенно в способе оборачивания и перемещения пласта, а также перемешивания почвы. Как известно, качество вспашки зависит от крошения, оборачивания, перемешивания и перемещения почвы, в связи с чем были произведены исследования влияния угла установки диска в горизонтальной плоскости на вышеупомянутые факторы в сравнении с отвальным плугом.

В настоящей работе рассмотрена работа диска, как трёхгранного клина и выведены формулы для максимальной глубины и ширины вспашки, при которых не будет волочения почвы. Максимальная глубина и ширина вспашки, при которой пласт может свободно перемещаться по поверхности диска зависит от угла установки диска, от отношения диаметра диска к радиусу его изгиба и от коэффициента трения почвы по стали. Угол установки диска в горизонтальной плоскости оказывает влияние не только на ширину вспашки, но также на перемещение пласта в поперечном и параллельном направлении вспашки.

По мере увеличения угла установки диска, увеличивается перемещение пласта вперёд и в поперечном направлении. Эти перемещения являются большими для дисковых плугов.

Исследование перемешивания почвы и оборачивания пласта было произведено по методу значущего материала, а их результаты нанесены на схемы и графики. На основании исследований можно сказать, что дисковый плуг хуже оборачивает пласт и перемешивает почву, чем лемешный плуг, причем угол установки диска так незначительно влияет на перемешивание и оборачивание пласта, что практически не имеет особого значения.