

WPŁYW WYBRANYCH PARAMETRÓW GLEBY NA OPORY ROBOCZE MODELOWCH ZESPOŁÓW UPRAWOWYCH

Józef Kuczewski, Jerzy Buliński

Instytut Mechanizacji Rolnictwa SGGW-AR
Dyrektor — doc. dr Kazimierz Zdun

CEL I ZAKRES PRACY

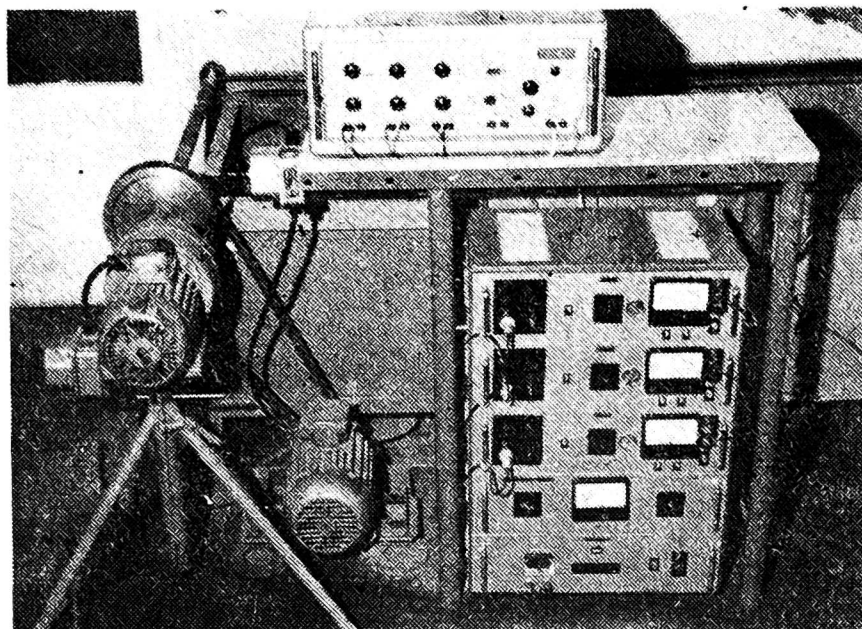
Podstawowa uprawa roli, będąca ważnym elementem w procesie technologicznym każdego kierunku produkcji roślinnej, jest zabiegiem o szczególnie dużej energochłonności. Jedną z istotnych przyczyn tak wysokich nakładów są duże opory robocze narzędzi i maszyn uprawowych, uzależnione w znacznej mierze od parametrów gleby. Głównymi parametrami gleby — mającymi wpływ na zmienność oporów — jest zwięzłość, którą można zmierzyć przy użyciu tzw. penetrometrów glebowych, oraz wilgotność.

W celu określenia wpływu zmienności tych parametrów na opory robocze niektórych narzędzi do podstawowej uprawy gleby przeprowadzono odpowiednie badania w kanale glebowym. Zakres badań objął narzędzia bierne (modelowy korpus płużny) z uwzględnieniem bilansu oporów na lemieszu, piersi i odkładnicy oraz wybrane narzędzia aktywne (krój tarczowy i tzw. „lemiesz aktywny”). Badania przeprowadzono w Instytucie Mechanizacji Rolnictwa SGGW — AR w Warszawie.

OPIS STANOWISKA I OGÓLNA METODYKA BADAŃ

OPIS STANOWISKA

Zastosowane w badaniach stanowisko przedstawia wannę glebową o wymiarach dł. 3,5 m, szer. 1 m, głębokość 0,5 m. Długość odcinka pomiarowego o ustalonym ruchu wynosi ok. 2 m, szerokość wanny daje możliwość wykonania 4 przejazdów roboczych narzędziem o szerokości 0,18 m. Ogólny widok fragmentu wanny przedstawia rysunek 1. Na górnych powierzchniach dłuższych boków wanny zamocowano prowadnice,



Rys. 1. Układ napędowy i aparatura stanowiska badawczego

Fig. 1. Power transmission system and testing equipment of stand

po których porusza się wózek narzędziowy. Wózek z badanym narzędziem jest przesuwany obustronnie wzdłuż wanny za pośrednictwem linek zamocowanych do wału otrzymującego napęd od silnika elektrycznego. Do napędu zespołów aktywnych zastosowano bądź to osobny silnik zasilany podwieszonym przewodem, bądź też przekładnię hydrostatyczną, dającą możliwość bezstopniowej regulacji obrotów badanych zespołów.

Do przygotowania gleby w wannie przed kolejnymi przejazdami pomiarowymi zastosowano układ walców (pierścieniowy i gładki) dołączanych podczas pracy do wózka pomiarowego. Stopień ugniecenia gleby w wannie różnicowano obciążeniem wałów i ilością przejazdów.

OGÓLNA METODYKA BADAŃ

Wanna została napełniona glebą do poziomu zapewniającego wymaganą głębokość uprawy przy najniższym ustawieniu zespołu roboczego. Glebę scharakteryzowano przez określenie jej właściwości mechanicznych. Stan ubicia gleby był kontrolowany przed poszczególnymi pomiarami penetrometrem typu Vicksburg, zaopatrzonym w końcówkę stożkową o średnicy 20 mm i kącie 30° . Wilgotność gleby była regulowana przez odpowiednie dawkowanie wody, po czym zawartość wanny była wielokrotnie mieszana. Wilgotność oznaczano metodą suszarkową kilkakrotnie w trakcie serii pomiarów. Układ gleby w wannie był przygotowywany przed kolejnymi seriami przejazdów pomiarowych w taki sposób, aby zapewnić naturalne warunki działania badanego zespołu przy przejazdach pomiarowych. W tym celu wykonywano pierwszy przejazd próbny, formując w ten sposób naturalny kształt bruzdy, lub ścianki gleby

charakterystycznej dla danego zespołu roboczego. Dopiero następne przejazdy były traktowane jako pomiarowe. Na obu końcach wanny pozostawiono też wybiegi służące do nastawienia położenia narzędzia na początku wanny oraz zapobiegające spiętrzaniu gleby na końcu wanny.

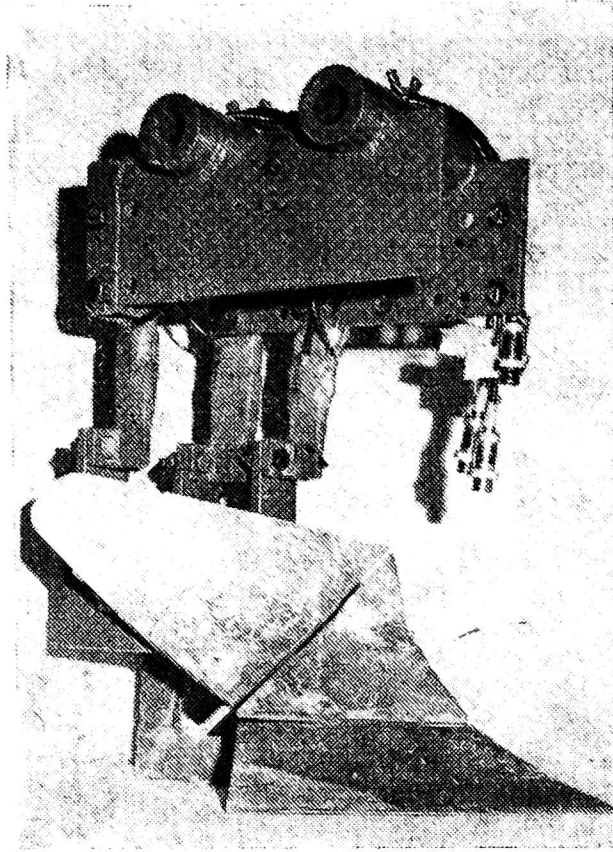
APARATURA POMIAROWA

Jako zasadniczy układ pomiarowy zastosowano 3-kanałowy mostek tensometryczny i 3-kanałowy oscylograf pętlicowy z zapisem na przesu- wającej się taśmie papieru fotograficznego. Mostek połączono z mierni- kami tensometrycznymi na wózku narzędziowym za pomocą przewodów ekranowych. Układ pomiarowy był zasilany bezpośrednio z sieci 220 V. Do pomiaru sił działających na poszczególne zespoły zastosowano mier- niki tensometryczne, naklejone w układzie różnicowym, uniezależnia- jącym odczytywane wielkości obciążeń od miejsca ich przyłożenia do badanych zespołów. Do pomiaru momentu obrotowego zastosowano mo- mentomierze tensometryczne, naklejone na wałkach przenoszących napęd w badanych zespołach czynnych. Momentomierze wskazywały tylko momenty obrotowe, nie reagowały na momenty gnące. Momentomierze połączono z mostkiem przez złącze obrotowe z pierścieniami ślizgowymi.

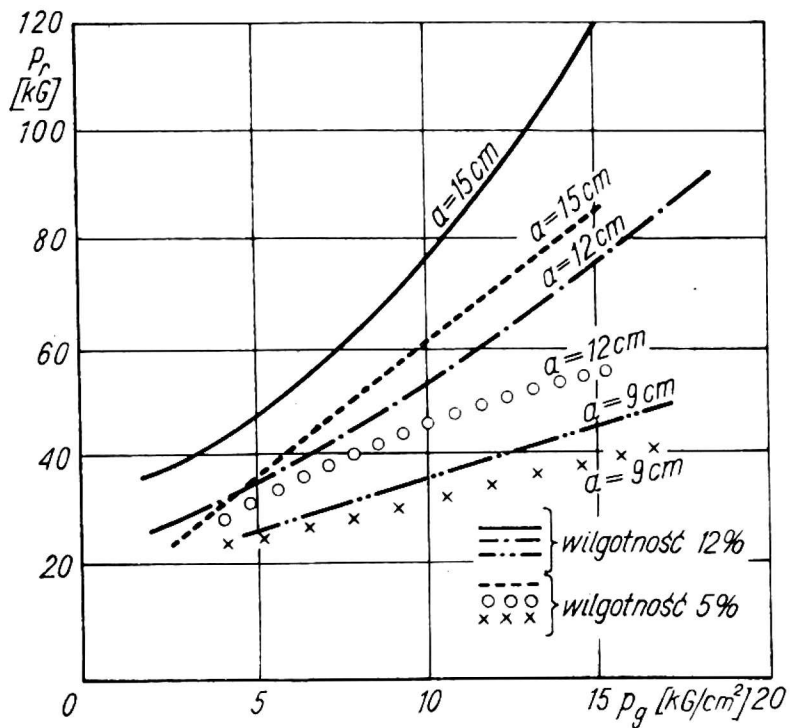
Przed rozpoczęciem pomiarów mierniki do pomiaru sił były cecho- wane za pomocą siłomierza sprężynowego. Aparaturę pomiarową włą- czano przed rozpoczęciem ruchu wózka, rejestrując również pełny okres rozruchu. Przy opracowaniu taśm odcinki odpowiadające okresowi roz- ruchu były odrzucane i do wyznaczenia wielkości obciążeń wykorzy- stywano tylko przebiegi ustalone.

BADANIE WPLYWU ZWIĘZŁOŚCI GLEBY NA OPORY KORPUSU PŁUŻNEGO

Do badań oporów korpusu płużnego zastosowano modelowy korpus płużny złożony z trzech oddzielnych części (lemiesz, pierś odkładnicy i skrzydło odkładnicy), zamocowanych do niezależnych wsporników ten- sometrycznych (rys. 2). Głębokość pracy korpusu płużnego podczas ba- dań wynosiła 15 cm, 12 cm, 9 cm. W celu określenia udziału oporu podcinania gleby w ogólnych oporach lemiesza modelowego korpusu płużnego przeprowadzono pomiary z zastosowaniem układu dodatkowych krojów, których ustawienie eliminowało opory podcinania skiby i odci- nania jej od calizny. W pomiarach oporów korpusu płużnego uwzględ- niono siły działające na poszczególne części modelu, równoległe do kie- runku ruchu badanego zespołu. Wielkości bocznych sił składowych były stosunkowo niewielkie (5%), dające pełną możliwość pominięcia wpływu ew. ukosowania. Przebiegi zmienności całkowitego oporu korpusu płuż-



Rys. 2. Model dzielonego korpusu płużnego z czujnikami tensometrycznymi
 Fig. 2. Model of sectional plough bottom with strain gauges



Rys. 3. Opory modelu korpusu płużnego w zależności od głębokości, wilgotności i zwięzłości gleby
 Fig. 3. Resistances of model plough bottom depend on depth, humidity and firmness of soil

nego (w zależności od zwięzłości gleby) przy różnych głębokościach pracy przedstawia rysunek 3.

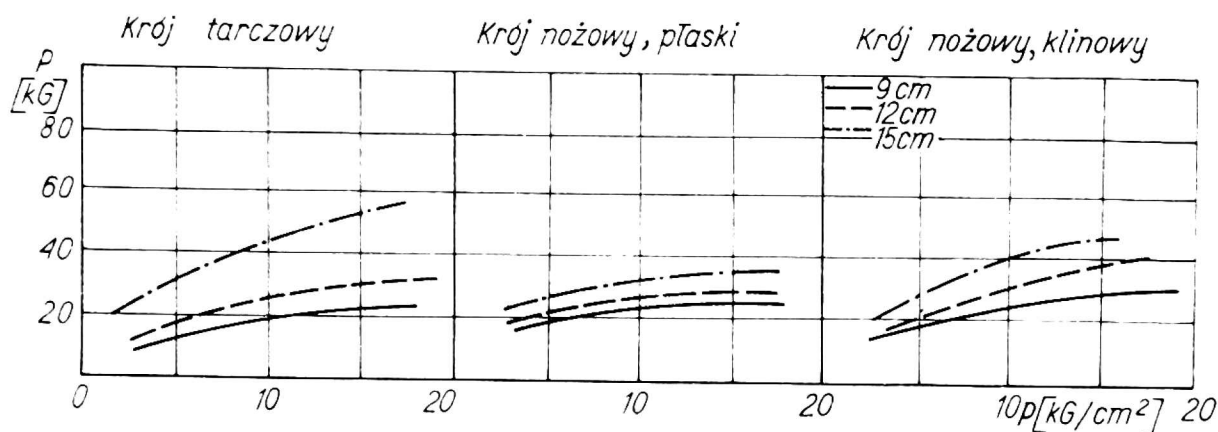
W bilansie oporów uzyskanych w przeprowadzonych badaniach, wyróżniono opory lemiesza, piersi odkładnicy i skrzydła odkładnicy. Z oporów lemiesza wyróżniono opory podcinania skiby i odcinania jej od calizny, natomiast z oporów piersi odkładnicy wyróżniono udział oporów odcinania górnej części skiby od calizny. Całkowity bilans oporów wygląda następująco:

— podcinanie i odcinanie gleby przez lemiesz	ok. 28%
— pozostałe opory lemiesza	ok. 34%
— odcinanie skiby od calizny przez pierś odkładnicy	ok. 12%
— pozostałe opory piersi odkładnicy	ok. 18%
— opory skrzydła odkładnicy	ok. 8%
<hr/>	
razem	100%
<hr/>	

Bilans ten przedstawiono jako przeciętny z pomiarów w szerokim zakresie warunków glebowych, uzyskiwanych w wannie glebowej, przy czym stwierdzono dużą stałość wzajemnych proporcji poszczególnych składników bilansu, niezależnie od warunków glebowych. Na podstawie całokształtu wyników z badań oporów korpusu płużnego można stwierdzić, że opory podcinania i odkształcania skiby, jak również opory tarcia skiby o powierzchnię roboczą stanowią podstawowe składniki oporu orki. Na powierzchniach lemiesza skupionych jest 40-60% całkowitych oporów, działających na korpus płużny, a na całej powierzchni lemiesza i piersi odkładnicy skupionych jest co najmniej 75% oporów całkowitych. Natomiast na skrzydła odkładnicy przyłożone jest 5-25% oporów całkowitych. Trzeba też zauważyć, że podcinanie skiby i odcinanie jej od calizny jest istotnym składnikiem oporu korpusu płużnego, obejmującego blisko połowę oporów lemiesza i piersi odkładnicy.

BADANIE WPLYWU ZWIEZŁOŚCI GLEBY NA OPORY PODCINANIA GLEBY PRZEZ KROJE

Model zastosowany w badaniach obejmował trzy kroje bierne, pracujące równolegle: normalny krój nożowy pług konnego, ustawiony z nachyleniem w kierunku ruchu pod kątem ok. 15°, krój nożowy płaski, ustawiony również pod kątem ok. 15° w kierunku ruchu oraz krój tarczowy zamocowany na trzonku w sposób uniemożliwiający samonastawienie w kierunku ruchu. Odstęp między poszczególnymi krojami w kierunku prostopadłym do ich ruchu wynosił po 10 cm. Głębokość pracy wynosiła dla wszystkich krojów 15, 12, 9 cm. Pomiarów przeprowadzono przy glebie średniowilgotnej, o wilgotności ok. 10% i zwięzłości od 3 do



Rys. 4. Opory krojów w zależności od głębokości pracy i zwięzłości gleby
 Fig. 4. Resistances of coulters depend on work depth and firmness of soil

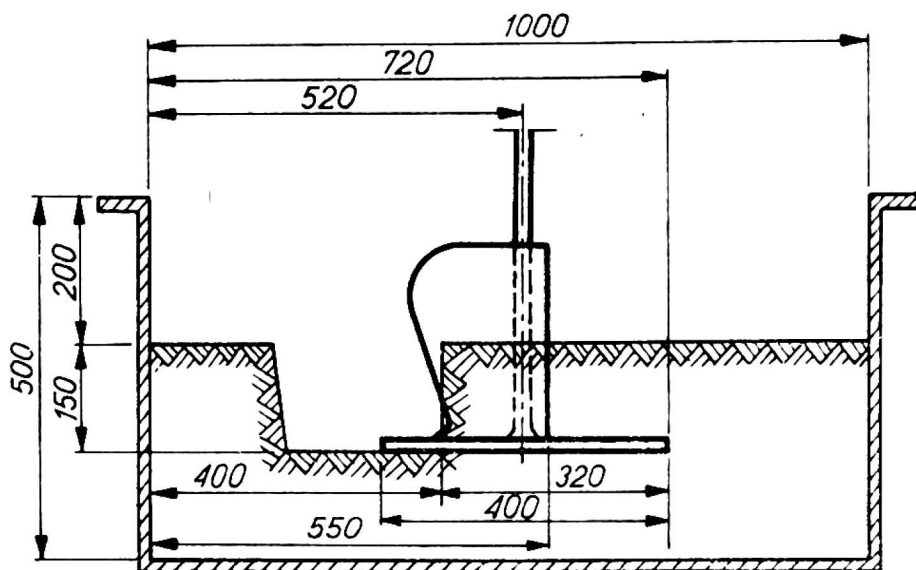
około 17 kG/cm². Na podstawie otrzymanych wyników badań sporządzono wykres zmienności oporów krojów w zależności od zwięzłości gleby (rys. 4). Na podstawie tych wykresów można zauważyć, że opory kroju tarczowego uzależnione są zarówno od głębokości pracy jak i od zwięzłości gleby, jednak zmienność przy różnych zwięzłościach jest stosunkowo mała, zaś przyrosty oporu wyraźnie maleją wraz z przyrostem zwięzłości, zwłaszcza przy małych głębokościach pracy kroju. Również w przypadkach krojów nożowych przebiegi krzywych w zależności od zwięzłości gleby są stosunkowo płaskie, jednak również mała jest zmienność oporu z głębokością, zwłaszcza dla kroju płaskiego. Rozpatrując całość wyników można stwierdzić, że nie wystąpiły w badanym układzie istotne różnice między średnim oporem kroju tarczowego i obydwóch krojów nożowych, wzięte z całego zespołu punktów pomiarowych.

BADANIE PRACY LEMIESZA AKTYWNEGO

Model lemiesza aktywnego (rys. 5) przedstawia poziomo ustawioną tarczę ośmiokątną, ułożyskowaną na pionowym wałku napędzanym przez przekładnię łańcuchową przystawki napędu hydrostatycznego. Cały układ lemiesza aktywnego był zamocowany na wspólnej konstrukcji nośnej, połączonej z wózkiem narzędziowym wanny glebowej poprzez dwa wsporniki tensometryczne. Pionowy wał lemiesza aktywnego wraz z osadą łożysk był osłonięty przez dodatkowy korpus płużny, zamocowany poza układem pomiarowym lemiesza aktywnego. Średnica robocza tarczy wynosiła 400 mm. Obroty tarczy regulowane były przez bezstopniową przekładnię hydrostatyczną w zakresie od ok. 50 do 200 obr./min. Ustawienie tarczy lemiesza aktywnego w wannie odpowiadało podcinaniu gleby na szerokość ok. 32 cm w głąb poziomej warstwy. Badanie przeprowadzono przy wilgotności gleby ok. 6 i 12%. Stan gleby różnicowano przez ubijanie w zakresie od ok. 3 do ok. 18 kG/cm². Dla po-

równania — w poszczególnych seriach pomiarowych stosowano przejazdy z napędem wyłączonym, a więc przy biernej pracy tarczy lemiesza, rejestrując występujące wówczas opory.

Celem badań było ustalenie warunków pracy lemiesza aktywnego, określenie zakresu możliwości obniżenia w ten sposób oporu roboczego oraz określenie zapotrzebowania mocy dla takiego układu w różnych warunkach glebowych, wytwarzanych w wannie glebowej. Otrzymywa-



Rys. 5. Model lemiesza aktywnego

Fig. 5. Model of active ploughshare

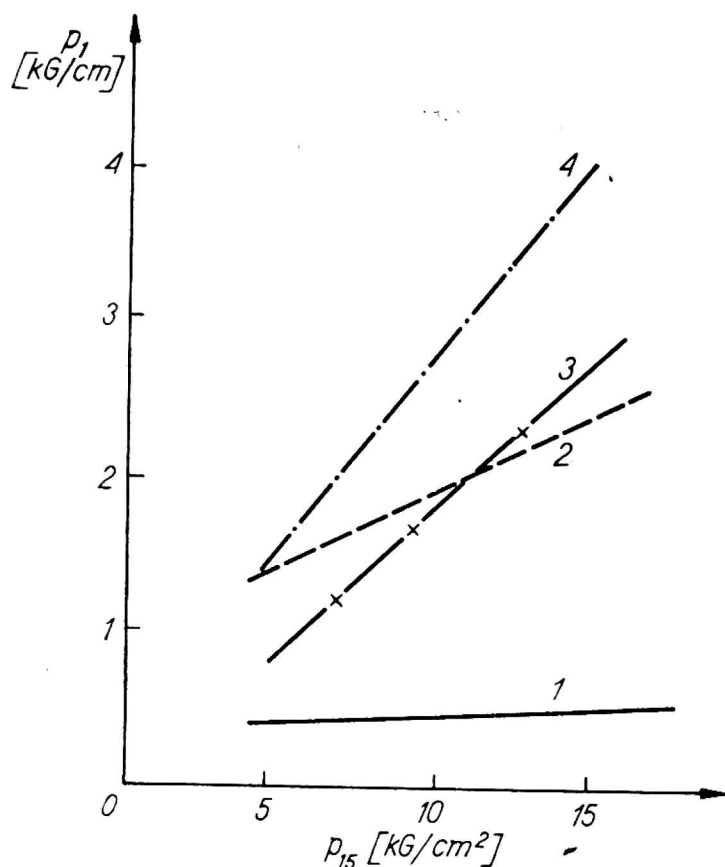
ne wielkości oporu, momentu napędowego i mocy odnoszono do stosunku wymuszonej prędkości obwodowej wierzchołków 8-kątnej tarczy roboczej do prędkości ruchu postępowego narzędzia.

Na podstawie otrzymanych wyników badań dokonano analizy wielkości jednostkowych oporów i mocy, odniesionych do długości szczeliny w glebie wycinanej przez lemiesz w kierunku prostopadłym do ruchu narzędzia (szerokości roboczej). Opory jednostkowe badanego lemiesza przedstawiono w stosunku do szerokości roboczej podcinanej warstwy gleby w kG/cm na rysunku 6. Na wykresie naniesiono dane dla tarczy biernej i dla tarczy czynnej, przy maksymalnym — w przeprowadzonych badaniach — stosunku prędkości obwodowej do postępowej, wynoszącym około $V_o/V = 29$. Na podstawie całego zbioru otrzymanych punktów wyznaczono metodą regresji liniowej przebiegi średnie, otrzymując: dla tarczy biernej równanie:

$$P_1 = 0,10 \cdot P_{15} + 0,94 \text{ z odchyleniem standardowym} = 0,37,$$

dla tarczy czynnej przy $V_o/V = 29$ równanie:

$$P_1 = 0,01 \cdot P_{15} + 0,34 \text{ z odchyleniem standardowym} = 0,12,$$



Rys. 6. Opory jednostkowe biernego i czynnego lemieszka w zależności od zwięzłości gleby: 1 — lemiesz aktywny, ($v_0/v = 29$), 2 — tarcza bierna, 3 — opory podcinania dla lemieszka normalnego, 4 — lemiesz normalny

Fig. 6. Unit resistances of passive and active ploughshare depend on firmness of soil

gdzie oznaczono:

P_1 — opór jednostkowy lemieszka kG/cm,

P_{15} — zwięzłość gleby na głębokości 15 cm, mierzona penetrometrem stożkowym kG/cm².

W celu porównania otrzymanych wyników dla zespołu z tarczą czynną z wynikami otrzymanymi dla lemieszka typowego korpusu płużnego na tym samym wykresie podano opory jednostkowe lemieszka typowego, odniesione do jednostki szerokości roboczej tego lemieszka. Szerokość robocza lemieszka typowego wynosiła 18 cm, podczas gdy szerokość robocza tarczy badanej jako lemiesz aktywny wynosiła 32 cm. Uwzględniając, że typowy lemiesz obok działania podcinającego wykonuje pewną pracę przy kruszeniu gleby, na wykres wprowadzono osobno jednostkowe opory samego podcinania gleby przez lemiesz typowy, otrzymane z badań oporów korpusu płużnego. Zależności te przedstawiono w odniesieniu do zwięzłości gleby, otrzymując też w dobrym przybliżeniu liniowe przebiegi.

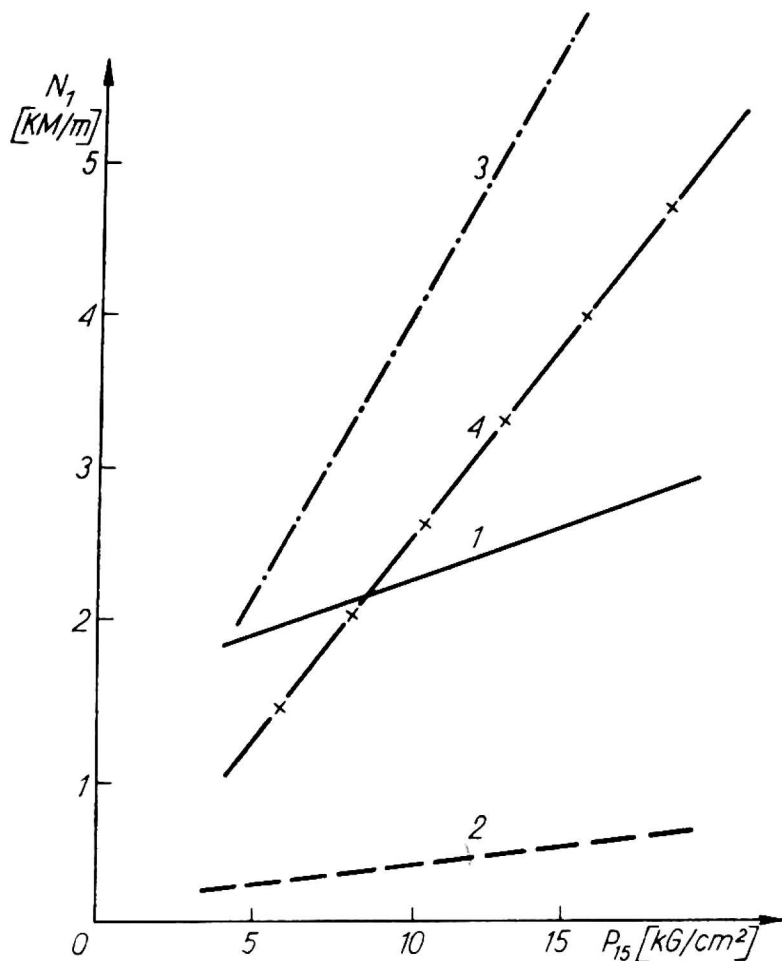
Średnie linie wyznaczone metodą regresji liniowej miały równania dla lemieszka normalnego:

$$P_1 = 0,26 \cdot P_{15} + 0,21 \text{ przy odchyleniu standardowym} = 0,55,$$

dla oporu podcinania gleby przez lemiesz normalny:

$$P_1 = 0,18 \cdot P_{15} + 0,07 \text{ przy odchyleniu standardowym} = 0,27.$$

W analogiczny sposób, jak opory jednostkowe, przeprowadzono analizę jednostkowej mocy, potrzebnej do napędu biernego i czynnego lemiesz. Jednostkową moc odniesiono do jednego metra szerokości roboczej, czyli do wielkości podcinania gleby. W analizie uwzględniono analogiczne układy jak przy oporach jednostkowych. Zależności przedsta-



Rys. 7. Moc jednostkowa biernego i czynnego lemiesz w zależności od zwięzłości gleby: 1 — lemiesz aktywny ($v_o/v = \infty 29$), 2 — tarcza bierna ($v_o/v = 0$), 3 — lemiesz normalny, 4 — opory podcinania dla lemiesz normalnego

Fig. 7. Unit power of passive and active ploughshare

wiono na rysunku 7, podając przebiegi średnie, wyznaczone metodą regresji liniowej. Otrzymano następujące równania regresji:
dla tarczy biernej:

$$N_1 = 0,01 \cdot P_{15} + 0,23 \text{ przy odchyleniu standardowym} = 0,06,$$

dla tarczy czynnej, przy stosunku $V_o/V = \text{ok. } 29$:

$$N_1 = 0,06 \cdot P_{15} + 1,56 \text{ przy odchyleniu standardowym} = 0,32,$$

dla lemiesza normalnego:

$$N_1 = 0,34 \cdot P_{15} + 0,34 \text{ przy odchyleniu standardowym} = 0,54,$$

dla oporu podcinania gleby przez lemiesz normalny:

$$N_1 = 0,24 \cdot P_{15} - 0,09 \text{ przy odchyleniu standardowym} = 0,17,$$

gdzie N_1 — jednostkowa moc napędowa KM/m.

WNIOSKI

1. Istnieje wyraźna zależność między oporem korpusu modelowego a zwięzłością gleby, przy czym rozrzut punktów pomiarowych jest niewielki. Jednocześnie nie stwierdzono wyraźnej zmiany oporu jednostkowego z głębokością orki, jak również niewielka była zmiana oporu jednostkowego z wilgotnością gleby; przy czym dla gleby bardziej wilgotnej w danym wypadku zaobserwowano wzrost oporu jednostkowego.

2. W bilansie oporów korpusu płuznego istotny udział mają opory lemiesza, a w tym — opory podcinania skiby przez ostrze lemiesza i odcinania jej od calizny.

3. Opory krojów wykazują w dużym stopniu liniowe zależności od głębokości pracy. Jednak wszystkie badane rodzaje krojów biernych miały opory uzależnione w stosunkowo dużym stopniu również od zwięzłości gleby.

4. Podcinanie gleby przez lemiesz aktywny w postaci ośmiokątnej tarczy wymaga kilkakrotnie mniejszych sił niż są potrzebne przy podcinaniu gleby przez zespół bierny.

5. Opory jednostkowe lemiesza aktywnego zmieniają się w małym stopniu ze zwięzłością gleby.

Юзеф Кучевски, Ежи Булиньски

ВЛИЯНИЕ ВЫБРАННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВЫ НА РАБОЧЕЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МОДЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ В ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Резюме

Испытания нормальных и активных почвообрабатывающих орудий были проведены в почвенном канале.

В первой части испытаний определено сопротивление разных частей плужного корпуса в зависимости от параметров почвы. В следующей части испытаний определено сопротивление резания почвы разными лезвиями, в том числе активным диском. В окончательной части испытаний был использован так называемый „активный лемех”, в виде многоугольного диска, вращающегося в го-

ризонтальной плоскости, на высоте нижней кромки поверхности плужного корпуса. Результаты всех испытаний позволили определить величины сопротивления, а для орудий активных — также используемой мощности при работе в различных условиях почвы. Полученные результаты представлены в виде графиков помещенных в работе.

Józef Kuczewski, Jerzy Buliński

EFFECT OF SELECTED SOIL PARAMETERS ON THE WORKING RESISTANCE OF MODEL TILLAGE UNITS

Summary

Investigation of passive and active units of tillages was operated in the soil bin.

First part of investigation have had determination energy balance of plough bottom. Second part of investigation assigned resistances of soil slitting by passive and active coulters. Third part of investigation it was eksperiment with active ploughshare. It has been octagonal disk, setting in the level of plane the passive plough bottom. In consequence of investigation defined changes of plough resistances and requirement of power dependence from soils parameters for active units of tillages. Diagrams and results are in the exposition of investigation.