

Jan Czop, Mieczysław Szpryngiel
Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza w Lublinie

URZĄDZENIE DO SPULCHNIANIA I ODWRACANIA GÓRNYCH WARSTW GLEBY

Streszczenie

Urządzenie do spulchniania i odwracania górnych warstw gleby. Zaprezentowano model aktywnej maszyny uprawowej chronionej prawami patentowymi, która zastępując prace kilku maszyn umożliwia obróbkę gleby i jej przygotowanie do siewu w czasie jednego przejazdu maszyny, zapewniając przy tym jej całkowite odwrócenie.

Słowa kluczowe: aktywna maszyna uprawowa, odwracanie gleby, spulchnianie gleby

Wstęp

Większość obecnie stosowanych technologii uprawy gleby zakłada wielokrotne przejazdy różnymi maszynami w celu przygotowania roli i siewu. Wielokrotne przejazdy w okresie suszy nadmiernie wysuszają glebę, a w czasie nadmiernych opadów nie zawsze jest możliwe dotrzymanie terminów agrotechnicznych. Wysoko wydajne metody uprawy roli realizowane są w różny sposób.

1. Bezpośrednie zwiększenie wydajności orki pługami lemieszowymi o dotychczasowej konstrukcji może być uzyskane w pewnym zakresie przez stosowanie większych prędkości roboczych, zwiększenie liczby korpusów płużnych w pługach oraz stosowanie ciągników o większych mocach i sile uciągu.
2. Zwiększenie wydajności orki pługami lemieszowymi przez wprowadzenie odpowiednich zmian w kształcie i konstrukcji powierzchni roboczej pługa mających na celu zmniejszenie oporu roboczego. Francuska firma Kuhn-Huard produkuje tzw. romboidalne korpusy płużne umożliwiające dzięki korzystnemu rozkładowi sił na takim korpusie zmniejszenie oporów tarcia korpusu o bok i dno bruzdy. Większość firm oferuje pługi z ażurowymi odkładnicami.

- Rozwiązania takie umożliwiają zwiększenie wydajności orki o 10-15% oraz zmniejszenie zużycia paliwa [Labaczewskij, Panov 2000].
3. Zwiększenie ogólnej sprawności przez wykorzystanie mocy ciągnika do bezpośredniego napędu narzędzia uprawowego z aktywnymi zespołami roboczymi, co umożliwia zmniejszenie poślizgu kół ciągnika i oporów jego przetaczania.
 4. Redukcja liczby zabiegów uprawowych poprzez stosowanie złożonych maszyn uprawowych wykonujących podczas jednego przejazdu uprawę gleby, siew i nawożenie, przy wykorzystaniu do spulchniania gleby biernych lub czynnych narzędzi rotacyjnych.

Bierne narzędzia uprawowe charakteryzują się dużymi rozmiarami i ciężarem, natomiast obecnie stosowane czynne narzędzia rotacyjne takie jak glebogryzarki i pługi rotacyjne - dużą energochłonnością, przypadkowym nieuporządkowanym przemieszczeniem spulchnianej warstwy oraz jej nadmierne rozpylenie. Wady glebogryzarek i pługów wirnikowych wynikają z konstrukcji zespołów roboczych. Analiza przemieszczenia gleby skrawanej narzędziem rotacyjnym [Góral 2000] wskazuje na niewielkie przemieszczenie odkrawanego elementu gleby w bruzdzie. Tylko niewielka część odciętej skiby jest wyrzucana poza obręb wirnika w kierunku przeciwnym do kierunku jego ruchu poziomego. Ostrze narzędzia skrawającego w początkowej fazie przemieszcza się w warstwie litej gleby odcinając jej fragment a następnie przemieszcza się w warstwie spulchnionej gleby pozostawionej przez poprzedni element skrawający. Odcięty kęs nie jest w stanie od razu opuścić przestrzeni roboczej, pozostając przez pewien czas wewnątrz wirnika ulega wielokrotnemu rozbiciu i rozpyleniu, częściowo jest wyrzucany na zewnątrz a częściowo przepychany przez wirnik maszyny przez kęsy odkrajane później co powoduje dodatkowe – duże nakłady energii. Pomimo zmniejszenia a nawet całkowitego wyeliminowania siły i mocy uciągu ogólne zapotrzebowanie na energię obecnie stosowane pługów rotacyjnych i glebogryzarek jest kilkakrotnie większe niż w przypadku pługów lemieszowych. Istnieje rozwiązanie pługa wirnikowego o poziomej osi obrotu (pług wirnikowy Soucek'a), w którym dla zapewnienia przemieszczenia odciętego kęsa zastosowano zamontowane za odcinającą kęsy gleby listwą nożową przymocowane do niej sprężyste płytki układające się dzięki swej sprężystości w dnie bruzdy. Porównując ten pług z trzyskibowym pługiem lemieszowym uzyskano w badaniach w przybliżeniu jednakowe wyniki energetyczne i agrotechniczne [Kuczewski 1981].

Założenia konstrukcyjne

Celem założonym do osiągnięcia jest opracowanie urządzenia które spulchniając i odwracając wierzchnią warstwę gleby przygotowałoby rolę do uprawy podczas

jednego przejazdu. Długość urządzenia powinna umożliwić samodzielną pracę lub agregatownie urządzenia z wałem i siewnikiem do nasion. Osiągnięcie tego celu umożliwiłoby obniżenie nakładów pracy oraz skrócenie terminów agrotechnicznych. W oparciu o przeprowadzoną analizę przyjęto następujące kryteria budowy:

- Z uwagi na wymiary i ciężar nie można stosować narzędzi biernych.
- Należy w czynnej maszynie uprawowej zastosować elementy które zapewnią przemieszczenie odkrojonego kęsa i jego odwrócenie podczas wyrzutu tak, aby nie wystąpiło przemieszczanie się kolejnego narzędzia skrawające glebę w warstwie gleby odciętej przez narzędzie poprzedzające co zapobiegnie wielokrotnemu przecinaniu tego samego fragmentu skiby.

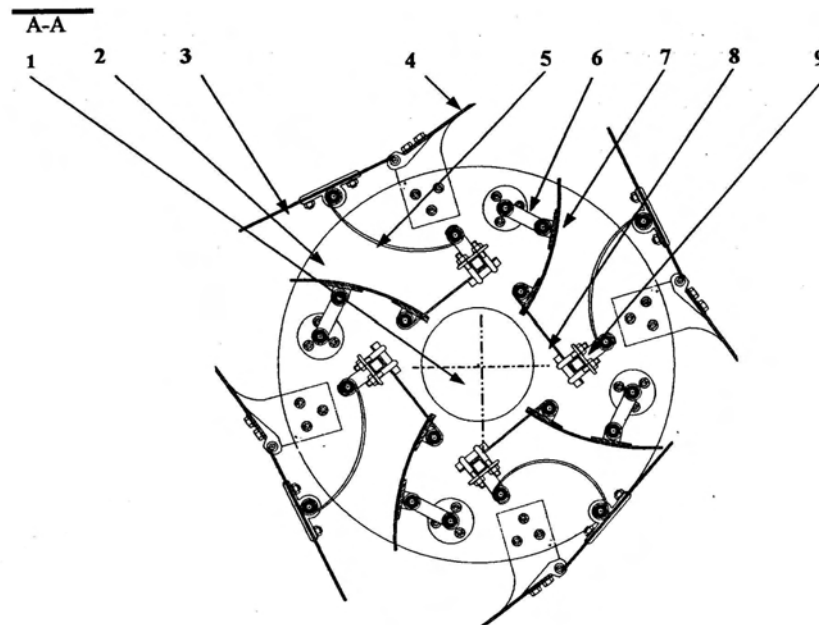
Zastosowanie i budowa urządzenia do spulchniania i odwracania warstw gleby

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie ciągnione przez ciągnik rolniczy i napędzane poprzez zespół przekładni za pomocą wału odbioru mocy służące, do spulchnienia i przemieszczenia warstwy wierzchniej ziemi uprawnej w głąb i wydobycie warstwy głębszej na wierzch.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że przygotowanie gleby do siewu odbywa się w ciągu jednego przejazdu urządzenia, dzięki czemu możliwe jest obniżenie kosztów i zmniejszenie czasochłonności przygotowania gleby pod uprawę. Urządzenie ma zwartą budowę i zastępuje pracę kilku maszyn rolniczych. Przy zastosowaniu urządzenia wyeliminowany zostanie wpływ poślizgu kół ciągnika na urobek, w przeciwieństwie do innych urządzeń rolniczych takich jak pługi, kultywatory i brony talerzowe.

Urządzenie według wynalazku jest przedstawione w przykładzie wykonania na rysunkach: z których rys. 1 przedstawia przekrój A-A przez sekcję, rys. 2 widok sekcji w układzie aksonometrycznym, rys. 3 widok pracującego urządzenia z góry wraz ze schematem kinematycznym napędu.

Urządzenie składa się z wału 1, do którego przymocowane są okrągłe tarcze 2 z których każde dwie poprzez połączone z nimi i rozmieszczone na obwodzie lemiesz tworzą sekcje robocze posiadające równo rozmieszczone na obwodzie identyczne zespoły robocze, na które składają się: lemiesz, kłapa, przegroda, sprężyny i elementy mocujące. Sekcje łączone są ze sobą i nasuwane na wał tworząc zestawy robocze o różnej szerokości.



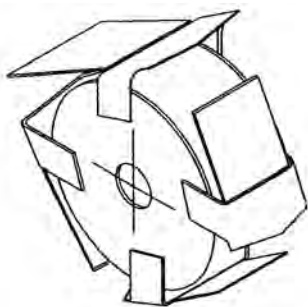
Rys. 1. Przekrój przez sekcję roboczą urządzenia do spulchniania i odwracania warstw gleby

Fig. 1. Section of the working unit of the device for opening and turning soil layers

Lemiesz 4 mocowany do tarcz 2 rozłącznie za pomocą elementów mocujących służy do odcinania warstwy ziemi, do lemieszki przymocowane są przegubowo kłapy 3, po których przesuwają się warstwy ziemi odcięte przez lemiesz. Do kłap przymocowane są jedna lub dwie sprężyny płaskie 5 stabilizujące położenie kłapy, których drugi koniec połączony jest za pomocą wsporników 9 z tarczą 2. Za kłapą umieszczona jest przegroda z prętów stalowych 7. Przegroda jednym końcem połączona jest przegubowo za pomocą wysięgnika 6 z tarczą 2. Drugi koniec przegrody połączony jest przegubowo ze sprężyną 8, której drugi koniec przymocowany jest za pomocą wspornika 9 do tarczy 2.

Dwie tarcze z przymocowanymi zespołami roboczymi tworzą sekcję roboczą. Widok sekcji roboczej przedstawia rys. 2. Sekcje można łączyć ze sobą przez nasunięcie na wał maszyny i skręcenie śrubami na obwodzie uzyskując dzięki temu maszyny o różnych szerokościach roboczych uwzględniając przy tym właściwe rozmieszczenie lemieszki i ich odstępów kątowych. Dzięki obwodowo rozmieszczonym lemieszkom wirnik jest konstrukcją przestrzenną o dużej sztywności i wytrzymałości co umożliwia ograniczenie jego masy. Przegubowe połączenie przegrody 7 z tarczami 2 umożliwia amortyzowanie uderzeń odkrawanych elementów skiby

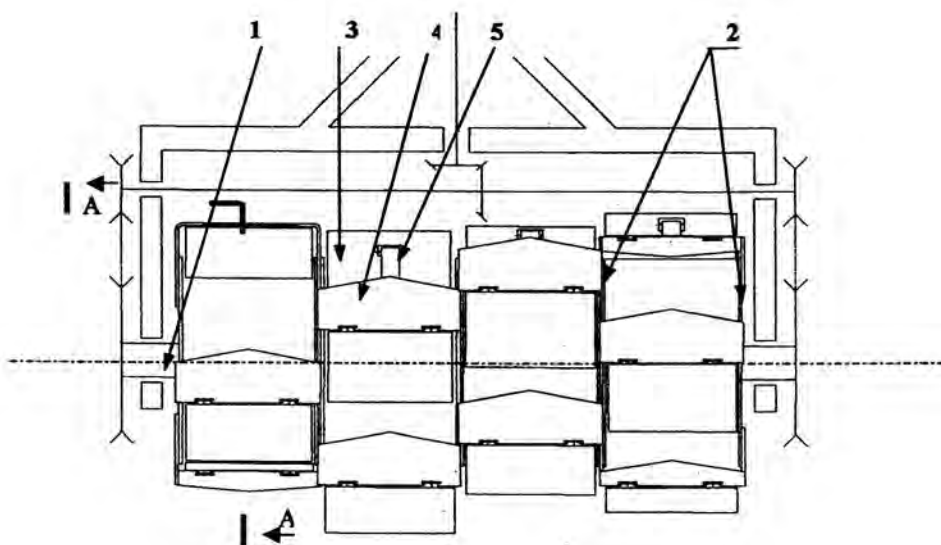
w przegrodę przez sprężynę 8, natomiast zastosowanie kłapy 3 umożliwia przemieszczenie odkrawanego elementu skiby tak aby nie dostał się on pod działanie lemiesza kolejnego zespołu skrawającego glebę w następnej kolejności, oraz wysypywanie zgromadzonej z przestrzeni roboczej gleby i jej odwrócenie tak aby warstwy gleby stanowiące pierwotnie warstwę powierzchniową zostały przykryte glebą.



Rys. 2. Widok pojedynczej sekcji z roboczej nożami i kłapami w układzie aksonometrycznym

Fig. 2. View of a single working unit with cutters and flaps in axonometric arrangement

Widok pracującego urządzenia złożonego z czterech sekcji roboczych wraz ze schematem przeniesienia napędu kinematycznym przedstawia rys. 3.

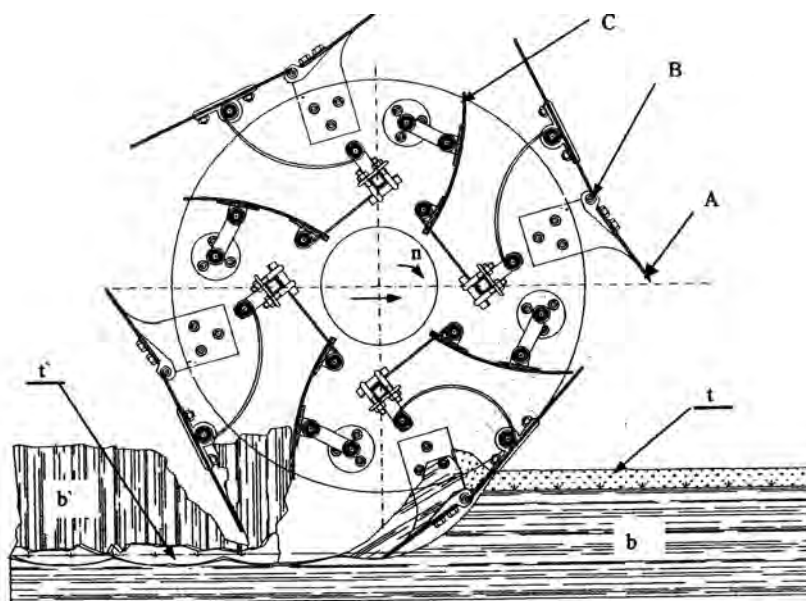


Rys. 3. Widok pracującego urządzenia do spulchniania i odwracania gleby do spulchniania i odwracania gleby złożonego z czterech sekcji roboczych wraz ze schematem kinematycznym przeniesienia napędu

Fig. 3. View of a working device for opening and turning the soil, composed of four working units, along with a kinematic diagramme of power transmission

Zasada działania

Zasadę działania obrazuje rysunek 4.



Rys. 4. Zasada działania urządzenia do spulchniania i odwracania gleby; wierzchnia warstwa gleby – t; pierwotnie wierzchnia warstwa gleby po odwróceniu – t'; spodnia warstwa gleby- b; spodnia warstwa gleby po odwróceniu - b'

Fig. 4. Functioning principle of the device for opening and turning the soil; upper soil layer – t; original upper soil layer after being turned over – t'; lower soil layer - b; lower soil layer after being turned over - b'

Wał urządzenia wraz z przymocowanymi do niego elementami wykonuje ruch obrotowy wokół swej osi i ruch postępowy. Lemiesz 4 obracając się razem z wałem i tarczami 2 odkrawa kęs gleby, który przesuwa się po powierzchni lemiesza i kłapy 3 do przegrody 7. Podczas wgłębiania się lemiesza w ziemię kłapa opiera się o warstwę nie odkrojonej gleby zamyka przestrzeń roboczą ograniczoną z tyłu przegrodą 7 i tarczami 2 z boków, w której gromadzi się odkrojona przez lemiesz ziemia. Dzięki przegubowemu połączeniu przegroda ma możliwość przesuwu promieniowego w kierunku osi wału pod wpływem nacisku, kłapy zamykając szczelnie przestrzeń roboczą. Sprężyna 8 amortyzuje uderzenie kęsa o przegrodę. Gdy wał wykona obrót o pewien kąt kłapa tracąc kontakt z podłożem odchyła się pod wpływem sprężyny oraz siły odśrodkowej umożliwiając wysypywanie się

zgromadzonej w przestrzeni roboczej ziemi w ten sposób, że najpierw wysypuje się ziemia zgromadzona w tylnej części przestrzeni roboczej odcinana na początku cyklu stanowiąca pierwotnie warstwę wierzchnią a następnie ziemia pochodząca z warstw głębszych. Przegroda 7 oraz kłapa 3 muszą zapewnić wysypywanie zgromadzonej w przestrzeni roboczej gleby w ten sposób aby nie była ona powtórnie nabierana przez lemiesze z następnych zespołów roboczych.

Wyniki obliczeń

Obliczenia wykonano przy wykorzystaniu metody pracy jednostkowej [Bernacki 1981], przy wykorzystaniu następujących założeń:

prędkość ruchu postępowego maszyny	$v = 1\text{ m/s} = 3,6\text{ km/h}$
liczba obrotów wirnika	$n = 1,4\text{ obr/s}$
prędkość kątowna wirnika	$\omega = 8,7964\text{ rad/s}$
prędkość obwodowa wirnika	$u = 4\text{ m/s}$
głębokość skrawania	$a = 0,15\text{ m}$
szerokość robocza maszyny	$b = 1,6\text{ m}$
szerokość robocza sekcji	$b_1 = 0,4\text{ m}$
wydajność przy uwzględnieniu współczynnika straty czasu na nawroty	0,9
	0,518 ha/godz.
opór właściwy gleby	$k = 50\text{ kPa}$
szacunkowy ciężar maszyny	600 kg

Wnioski

1. Stosowanie aktywnych maszyn uprawowych jest korzystne ze względu na zmniejszenie strat spowodowanych oporami przetaczania i poślizgu kół ciągnika.
2. Dotychczas stosowane rozwiązania konstrukcyjne aktywnych maszyn uprawowych nie uwzględniają w pełni kinematyki i dynamiki procesu odkrawania i przemieszczania odciętego przez rotacyjne narzędzie skrawające elementu skiby co jest powodem ich nadmiernej energochłonności.
3. Stosowanie narzędzi uprawowych z aktywnymi elementami skrawającymi umożliwia zmniejszenie liczby zabiegów związanych z obróbką gleby.
4. Jednym z perspektywicznych kierunków rozwoju technologii uprawy gleby jest stosowanie złożonych maszyn uprawowych, w których ze względu na swe zalety znajdują zastosowanie maszyny z aktywnymi narzędziami skrawającymi glebę. Zaprezentowany model aktywnej maszyny uprawowej uwzględnia kinematykę i dynamikę procesu odkrawania i przemieszczania odciętego przez rotacyjne narzędzie skrawające elementu skiby co umożliwi zmniejszenie energochłonności obróbki gleby.

Bibliografia

Bernacki H. 1981. Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych, t. 1, cz. 1 i 2 PWRiL Warszawa

Góral W. 1997; Spektrofotometryczna metoda badania przemieszczeń gleby i środków chemicznych w procesach uprawowych. Prace PIMR. Poznań.

Góral W. 2000. Modelowanie przemieszczeń gleby skrawanej narzędziem obrotowym. Prace PIMR. Poznań.

Kuczewski J. 1981. Elementy teorii i obliczeń maszyn rolniczych. Skrypt SGGW Warszawa.

Lobaczewskij J. P., Panov A 1., Panov I. M.2000.; Perspektivnyje napralenija soversenstvovanija konstrukcij lemesno-otvalnych plugov. Trakt. Ser'chozmas nr 6 s. 2-5.

Miszcza M. 1998; Analiza pracy spulchniacza obrotowego w glebie. Wydawnictwo SGGW Warszawa.

DEVICE FOR OPENING AND TURNING UPPER LAYERS OF SOIL

Summary

Device for opening and turning upper layers of soil. A model of an active cultivation machine, protected by patent laws has been presented, which by replacing the work of several machines allows the treatment of soil and its preparation for seeding during one passage of the machine, at the same time assuring its complete turning over.

Key words: active cultivation machine, turning the soil, opening the soil