

JERZY WIĘSIK

Podstawowe zasady konstrukcji pługopogłębiaczy

Основные принципы конструкции плугов с почвоуглубителем

Main principles of construction of forest ploughs with subsoil attachment

1. PRZESŁANKI KONSTRUKCYJNE

Pługopogłębiaczem nazywamy narzędzie wykonujące jednocześnie dwa zabiegi uprawowe gleby: wyorywanie bruzdy i spulchnianie jej środkowego pasa. Podejmowane już od kilku lat próby konstrukcji takich narzędzi uzasadniają dwa powody: możliwości szybkiego, ale zgodnego z wymaganiami agrotechnicznymi przygotowania powierzchni leśnej do odnowienia oraz wykonania tych zabiegów przy jak najmniejszych nakładach. Jeśli np. na wykonanie orki i pogłębienie kolejno pługiem LPz-75 i pogłębiaczem L-01 ciągnik Ursus 902 zużywa oleju napędowego 36,25 kg/ha, to przy jednoczesnym wykonaniu tych zabiegów zużyłoby tylko 22,30 kg/ha, a więc mniej o 38% przy dwukrotnie większej wydajności pracy (2).

Badania przydatności pługopogłębiaczy wykonanych w ramach wniosków racjonalizatorskich przeprowadziła Stacja Oceny Maszyn i Narzędzi Leśnych w Bedoniu (1). Mimo iż niektóre z nich uzyskały pozytywną ocenę i po nieznacznych korektach konstrukcji mogłyby znaleźć szersze zastosowanie, to jednak dalszych działań wdrożeniowych dotychczas nie podjęto.

Zaprojektowanie właściwej konstrukcji pługopogłębiacza z możliwością pracy na nie karczowanych powierzchniach leśnych jest zadaniem bardzo trudnym. Celem niniejszego opracowania jest sformułowanie wymagań ogólnych i wskazówek konstrukcyjnych, które mogłyby być pomocne przy ocenie modeli i podejmowaniu prac projektowych.

Podstawowym miernikiem oceny poprawności konstrukcji pługopogłębiacza jest jakość pracy. Jednoczesne wykonywanie nim dwóch zabiegów nie może spowodować pogorszenia jakości uprawy gleby w porównaniu z dotychczas stosowanymi narzędziami. Przede wszystkim nie powinna zwiększyć się długość odcinków nie wyoranych i nie spulchnionych bruzd oraz zmniejszyć równomierność głębokości orki i spulchniania. Spełnienie tych warunków wymaga takiego połączenia łapy spulchniającej z kor-

puszem płuznym, które zapewniłoby im niezależne reagowanie na nieustępliwe przeszkody terenowe.

Plugopogłębiacze są przewidziane do uprawy gleby przede wszystkim na nie karczowanych powierzchniach lesnych. Zetknięcie się elementów roboczych z takimi przeszkodami jak pniaki, większe korzenie czy kamienie musi spowodować wygięcie zarówno korpusu płuznego, jak i łapy pogłębiacza. Znacznie więcej przeszkód ma do pokonania łapa pogłębiacza, co wynika z większej głębokości jej pracy. W modelu, w którym łapa spulchniająca znajduje się blisko za korpusem płuznym, można dopuścić wygięcie razem z korpusem także łapy spulchniającej, gdyż wtedy odciłek nie pogiętej bruzdy będzie stosunkowo niewielki. Ale nawet w takim modelu nie powinno następować wygięcie korpusu płuznego przy napotkaniu przeszkody tylko przez łapę pogłębiacza. Konieczne jest zatem takie mocowanie łapy, które w takich przypadkach pozwoliłoby jej na samodzielne wygięcie, a po przejściu przeszkody na jej szybkie zagięcie bez zmiany głębokości pracy korpusu płuznego. Aby sprostać tym wymaganiom, plugopogłębiacze wyposaża się w odpowiednie mechanizmy zabezpieczające.

2. PRZYKŁADY KONSTRUKCJI PŁUGOPOGŁĘBIACZY

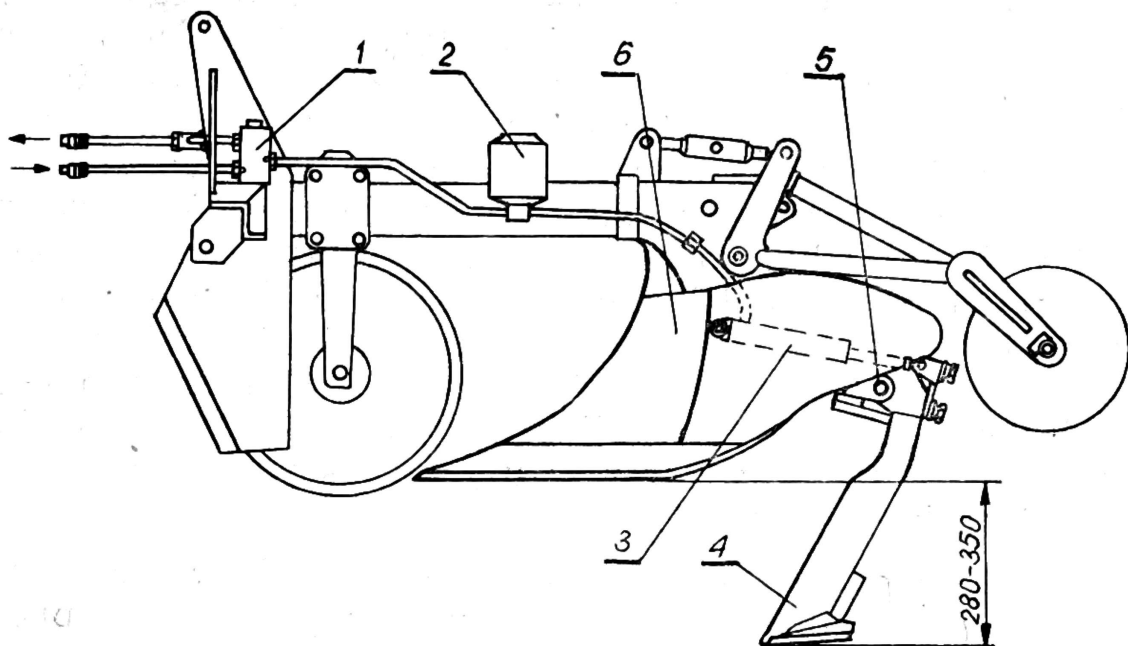
Z różnych rozwiązań konstrukcyjnych plugopogłębiaczy, z jakimi podejmowano próby w kraju, wybrałem dwa przykłady, które pozwolą na sformułowanie ogólnych zasad konstrukcyjnych.

W obydwu modelach do stworzenia plugopogłębiacza wykorzystano pług LPz-75, stosowany powszechnie do orki brzd, do którego przyłączono zespół spulchniający.

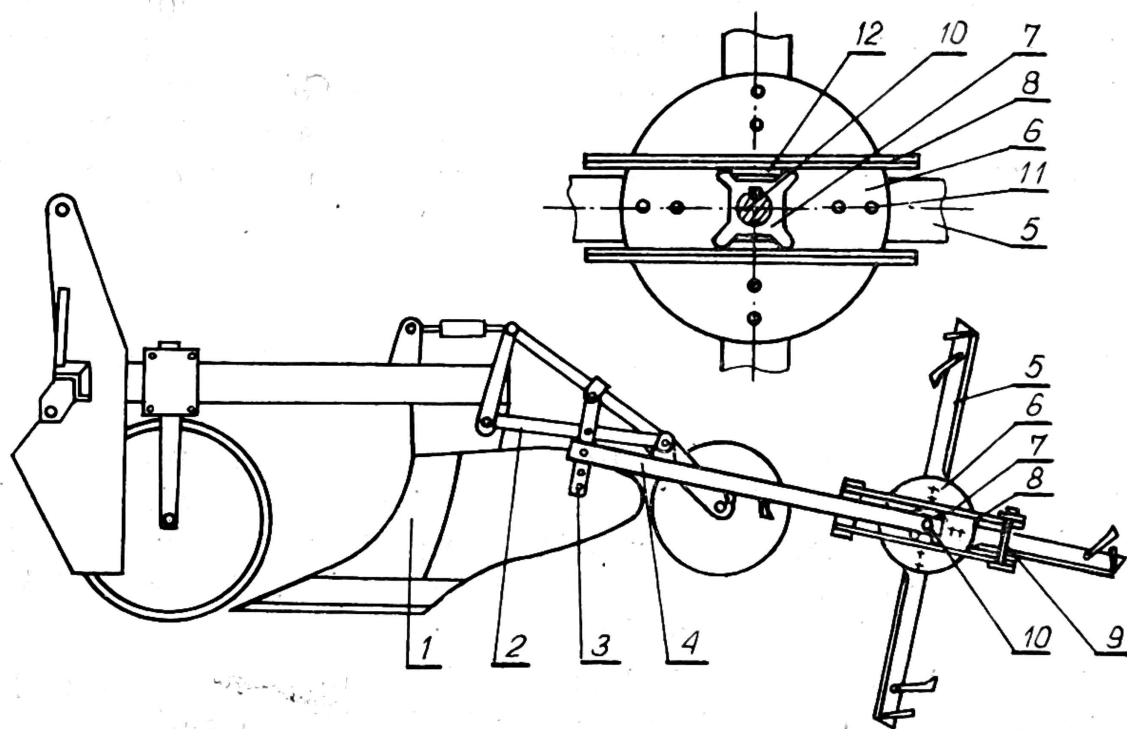
Na ryc. 1 przedstawiono plugopogłębiacz z hydraulicznym mechanizmem zabezpieczającym łapę pogłębiacza. Jest ona osadzona obrotowo we wsporniku, przyspawanym do słupicy korpusu płuznego. W położeniu roboczym utrzymywana jest siłownikiem hydraulicznym, zasilanym z akumulatora hydraulicznego o odpowiednio dobranym ciśnieniu roboczym.

Biorąc pod uwagę fakt, że łapa pogłębiacza jest zamocowana obrotowo, stateczność jej pracy będzie zagwarantowana, jeśli moment siły parcia siłownika względem osi obrotu będzie większy od momentu działających na łapę oporów gleby. Z dotychczasowych badań wynika, że stateczną pracę łapy spulchniającej uzyskuje się, gdy jej obrót następuje dopiero pod działaniem siły 1,5—2,0 razy większej od przeciętnych oporów gleby. A zatem parametry siłownika i ciśnienie robocze w akumulatorze powinny być tak dobrane, aby ten warunek został spełniony. Obrót łapy następuje wtedy przy napotkaniu przez nią nieustępliwej przeszkody, natomiast duża ilość drobniejszych korzeni jest przez trzonek łapy przecinana.

Ważną zaletą przedstawionego rozwiązania konstrukcyjnego jest bardzo zwarta budowa. Elementy, dzięki którym dokonuje się spulchniania gleby, zmieściły się w podstawowych wymiarach gabarytowych pługa LPz-75. Taki hydrauliczny mechanizm zabezpieczający miał plugopogłębiacz wykonany przez PNTL w Trzciance.



Ryc. 1. Schemat pogłębiacza z hydraulicznym mechanizmem zabezpieczającym, 1 — zawór, 2 — akumulator, 3 — siłownik, 4 — Łapa pogłębiacza, 5 — oś obrotu łapy pogłębiacza, 6 — korpus pługa LPz-75



Ryc. 2. Pługopogłębiacz H. Strózczyńskiego: a — schemat ogólny b — sprężynowy mechanizm zabezpieczający, 1 — korpus pługa LPz-75, 2 — rama walców, 3 — ciągnio, 4 — rama pogłębiacza, 5 — łapa pogłębiacza, 6 — tarcza, 7 — krzywka, 8 — sprężyny płaskie, 9 — śruba spinająca, 10 — wał, 11 — śruby mocujące łapy, 12 — występ sprężyn

Na ryc. 2 przedstawiono pługopogłębiacz ze sprężynowym mechanizmem zabezpieczającym. Podstawowym elementem zespołu spulchniającego jest rama, wahliwie połączona z obsadą walców ugniatających pługa. Na tylnym końcu ramy zamocowano wał z czterema łapami spulchniają-

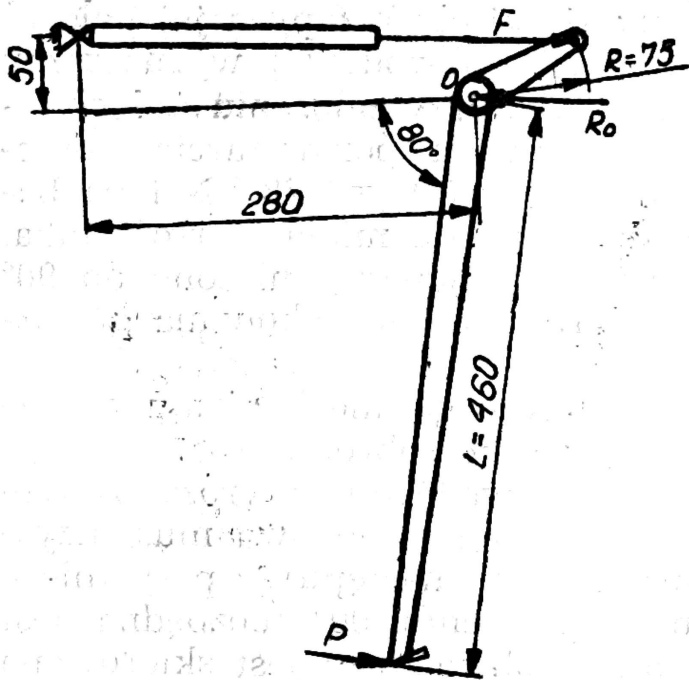
cymi, na przednim zaś pionowo ustawiony łącznik, którego drugi koniec połączono z obsadą walców. Przez zmianę długości tego łącznika dokonuje się regulacji głębokości spulchniania gleby. Łapy spulchniające połączone są wałem za pośrednictwem tarczy, na której rozmieszczono je co 90° . Na wale, z każdej strony tarczy, jest osadzona krzywka z symetrycznie rozmieszczonymi czterema występami (ryc. 2b). Na krzywkę naciskają z góry i z dołu płaskie sprężyny — resory, których przednie końce są zamocowane do ramy pogłębiacza, a tylne spięte klamrą, umożliwiającą dokonywanie zmiany nacisku sprężyn na znajdującą się między nimi krzywkę. Na zewnętrznej powierzchni sprężyn zamocowano odpowiedniego kształtu występy, które w położeniu roboczym łapy spulchniającej wchodzi w gniazda krzywki, przez co uzyskuje się wymaganą stabilność łap spulchniających.

Podobnie jak w poprzednim rozwiązaniu, obrót łapy powinien nastąpić w wyniku napotkania dostatecznie dużej, nieustępliwej przeszkody. Odpowiedni moment utrzymujący łapę w położeniu roboczym uzyskano dzięki dobraniu wymiarów i kształtu krzywki i występów oraz napięcia sprężyn. Napotkanie przez zagłębioną w glebie łapę nieustępliwej przeszkody wymusza obrót tarczy, a więc i pozostałych trzech łap. Obrót tarczy o 90° przywraca pierwotny stan ustawienia pogłębiacza. W porównaniu z poprzednim rozwiązaniem w tym przypadku ponowne zagłębienie łapy następuje znacznie szybciej. W konsekwencji pogłębiacz ten pozostawia krótszy odcinek nie spulchnionej bruzdy. Autorem tego rozwiązania jest H. Strózczyński z OZLP Zielona Góra. Istotnym mankamentem tej konstrukcji jest znaczne wydłużenie agregatu. Model próbny miał długość 3,3 m, gdy długość samego pługa LPz-75 wynosi tylko 1,4 m.

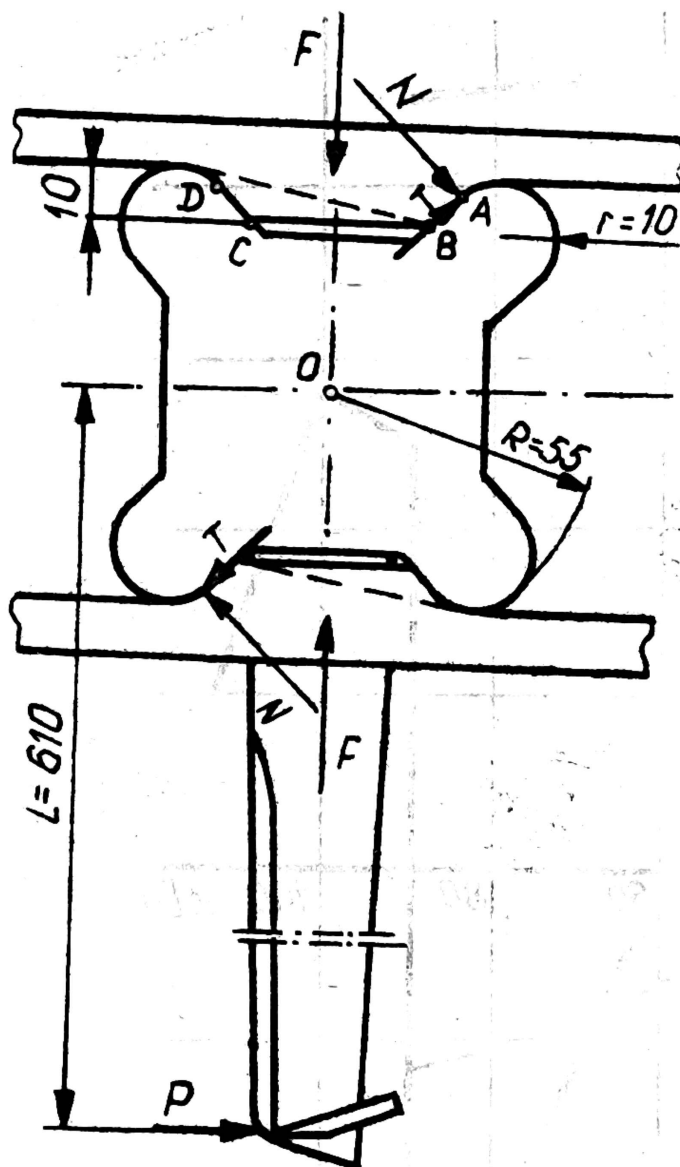
3. CHARAKTERYSTYKA MECHANIZMÓW ZABEZPIECZAJĄCYCH

Zastosowanie mechanizmów zabezpieczających, ograniczających obciążenie łap spulchniających, pozwoliło na ich ustawienie w położeniu roboczym pod ostrym kątem do powierzchni gleby. W ten sposób uzyskano lepszą stateczność pracy agregatu, a to dzięki skierowanej ku dołowi składowej pionowej reakcji gleby.

W obydwu podanych przykładach wygłębienie łapy następuje przez wymuszanie jej obrotu napotkaną przeszkodą. W początkowym okresie kierunek siły wymuszającej obrót jest zbliżony do kierunku ruchu agregatu, a jej niewielkiej wartości składowa pionowa jest skierowana ku dołowi. Przy dalszym obrocie łapy składowa pionowa uzyskuje zwrot ku górze, a jej wartość zależy od rodzaju zastosowanego mechanizmu. Ponieważ zespół spulchniający jest mocowany do elementów pługa, to podczas wygłębienia łapy spulchniającej już w położeniu pośrednim składowa pionowa siły działającej na łapę może spowodować wygłębienie nie tylko samej łapy, ale także korpusu płuznego. Ponowne zagłębienie korpusu następuje dopiero wtedy, gdy po pokonaniu przeszkody łapa powróci do położenia roboczego. W takim przypadku następuje znaczne opóźnienie w przywracaniu założonych warunków pracy agregatu.



Ryc. 3. Układ sił działających na hydrauliczny mechanizm zabezpieczający



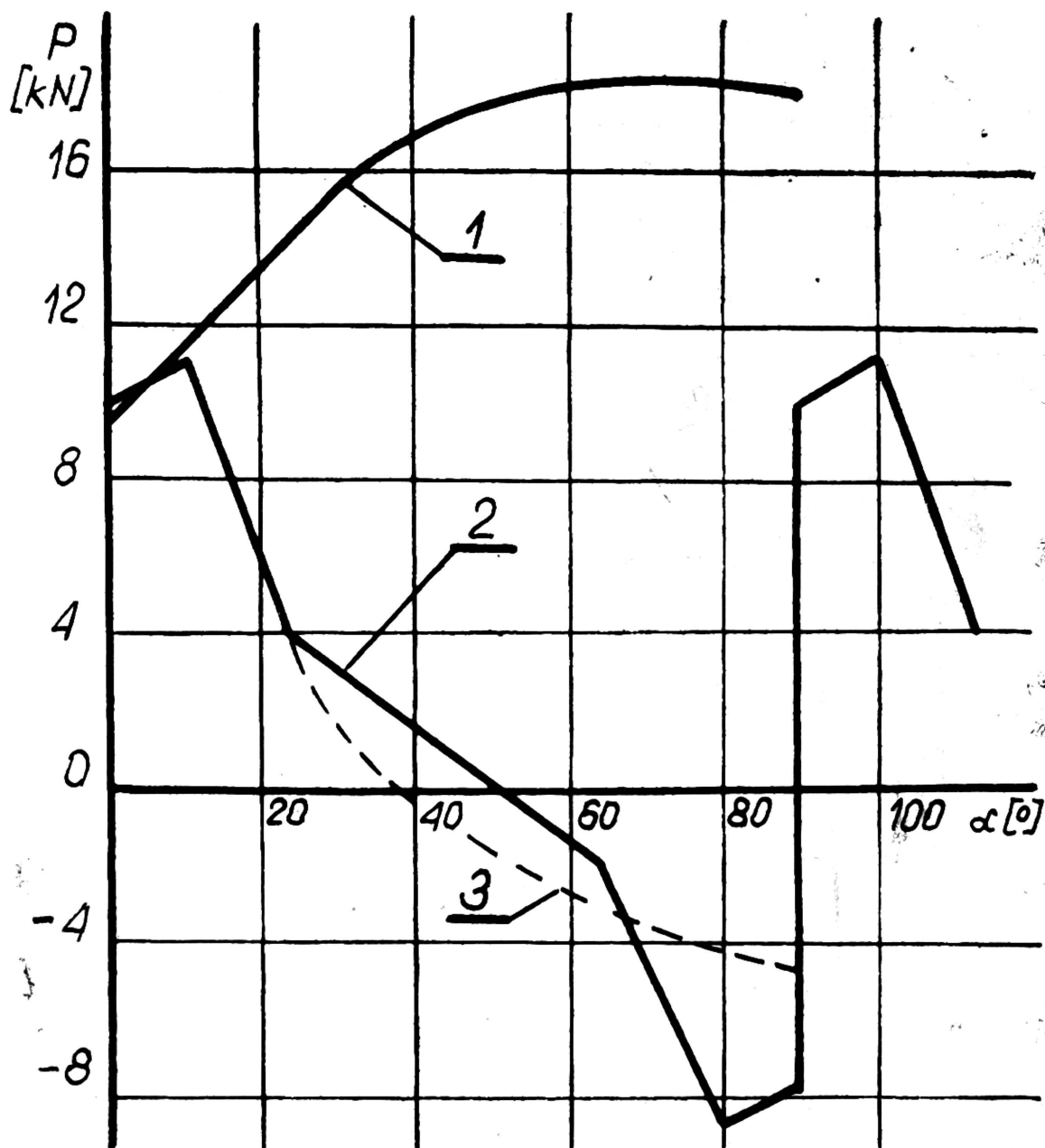
Ryc. 4. Układ sił działających na sprężynowy mechanizm zabezpieczający

Z tego wynika, że duży wpływ na stateczność pracy agregatu ma charakterystyka zmian siły wymuszającej ruch łapy od jej kąтового położenia, nazywana charakterystyką mechanizmu zabezpieczającego.

Na ryc. 3 przedstawiono układ sił i podstawowe wymiary hydraulicznego mechanizmu zabezpieczającego, umożliwiające ustalenie zależności

między wartością siły obwodowej, wymuszającej obrót łapy, i jej położeniem, określonym kątem obrotu. Wartość siły obwodowej wyznaczamy z równania momentów względem osi obrotu łapy. Przy założeniu stałego ciśnienia roboczego w cylindrze siłownika i pominięciu oporów tarcia w przegubach oraz początkowej wartości siły obwodowej $P_0 = 9,78$ kN łapa będzie mogła się odchylić, jeśli siła obwodowa będzie miała wartość taką, jaką wskazuje krzywa 1 na ryc. 5. Przebieg zmian ograniczono do 90° obrotu łapy, uznając, że jest to obrót wystarczający do pokonania przeszkody.

Z przedstawionej charakterystyki hydraulicznego mechanizmu zabezpieczającego wynika, że wgłębianie łapy przez jej obrót do ok. 70° wymaga znacznego zwiększenia wartości siły obwodowej. W rozważanym przykładzie, aby doprowadzić ją do kąta 70° , siła obwodowa musi uzyskać wartość 19 kN. Dalsze wymuszanie obrotu następuje przy nieco zmniejszającej się wartości, w skrajnym położeniu 90° niezbędna jest wartość siły 18,5 kN. Pionowa składowa siły obwodowej jest skierowana



Ryc. 5. Charakterystyki mechanizmów zabezpieczających: 1 — hydraulicznego, 2 — sprężynowego, 3 — sprężynowego ze skośną powierzchnią występu

ku górze i przy 70° ma wartość 17,9 kN, a przy 90° — jeśli pominąć tarcie łapy o przeszkodę — jest równa sile obwodowej, a więc 18,5 kN. Aby nie nastąpiło wygłębienie korpusu płuznego, moment siły obwodowej względem punktu obrotu agregatu, określonego układem zawieszenia na ciągniku, musi być mniejszy od sumy momentów pozostałych sił działających na pługopogłębiacz. Decydujące znaczenie dla zachowania stateczności pracy korpusu płuznego ma masa pługopogłębiacza. W tym przypadku nie powinna być mniejsza niż 3000 kg.

Odpowiedni schemat obliczeniowy dla sprężynowego mechanizmu zabezpieczającego przedstawiono na ryc. 4. W tym przypadku w obliczeniach założono: $P_0 = 9,95$ kN, wartość współczynnika tarcia krzywki po występach sprężyn $\mu = 0,1$, kąt pochylenia skośnych powierzchni występów sprężyn $\beta = 45^\circ$ i stałą sprężyn $c = 250$ N/m. Przebieg zmian siły obwodowej, wymuszającej obrót łapy, przedstawia krzywa 2 na ryc. 5.

Z charakterystyki tego mechanizmu wynika, że wygłębienie łapy przez jej obrót wymaga niewielkiego zwiększenia siły obwodowej tylko w początkowej fazie obrotu (do 10°), natomiast dalszy ruch wymaga już coraz mniejszej wartości siły. Od położenia określonego kątem 52° ruch łapy jest wymuszony przez sprężyny naciskające na krzywki, co przyspiesza obrót tarczy i ułatwia zagłębienie się w glebie następnej łapy. Przy takiej charakterystyce składowa pionowa siły obwodowej jest niewielka i masa agregatu niezbędna do utrzymania w zagłębieniu korpusu płuznego może być znacznie mniejsza; w rozważonym przykładzie 650—700 kg, zależnie od warunków glebowych.

Charakterystykę analizowanego mechanizmu sprężynowego można by jeszcze poprawić przez zmianę kształtu powierzchni występów sprężyn. Jeśli np. powierzchnię występu BC (ryc. 4) zamiast równoległą do płaszczyzny sprężyny wykonać od punktu B skośną, tak jak pokazuje linia przerywana, to zmniejszenie się siły obwodowej w środkowej fazie obrotu łapy będzie jeszcze intensywniejsze niż poprzednio. Istotnym efektem tej korekty jest szybsze naprowadzenie drugiej łapy w zagłębienie, bowiem ruch łapy jest wymuszany przez sprężyny mechanizmu już od kąta 40° .

Znajomość charakterystyki mechanizmu zabezpieczającego łapę spulchniającą pozwala na dokładne ustalenie parametrów pługopogłębiacza, warunkujących jego stateczną pracę. Chodzi tu przede wszystkim o określenie masy i położenia środka ciężkości pługopogłębiacza. W przypadku przedstawionych przykładów ustalenia tych parametrów dokonuje się układając równanie momentów sił działających na pługopogłębiacz względem punktu obrotu układu zawieszenia.

4. WNIOSKI

1. Właściwy dobór parametrów pługopogłębiacza, zapewniających stateczną pracę agregatu, wymaga znajomości charakterystyki mechanizmu zabezpieczającego łapę spulchniającą.

2. Mechanizm zabezpieczający łapę powinien zapewniać maksymalną wartość siły obwodowej tylko w pierwszej fazie wygłębienia, kiedy jej składowa pionowa jest niewielka. Zmniejszanie się wartości siły obwodo-

wej powinno następować bardzo szybko, gdyż daje to szansę szybkiego wygłębienia łapy i powrotu do gleby na żadaną głębokość, a w konsekwencji skrócenia nie spalzonego odcinka bruzdy.

3. Z rozpatrzonych przykładów dobrą charakterystykę ma sprężynowy mechanizm zabezpieczający H. Stróczyńskiego. Jego dodatkową zaletą jest równoczesne z wygłębianiem jednej łapy zagłębienie następnej, co istotnie skraca długość nie spalzonego odcinka bruzdy.

LITERATURA

1. Stępczyński J., Stachowiak W.: Sprawozdanie z prób przydatnościowych racjonalizatorskich modernizacji pługów LPz-75. Maszynopis SOMiNL. Bedoń 1979.
2. Więsik J.: Analiza nakładów energetycznych na odnawianie lasu. Sylwan 1987 R. 131 nr 2.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 24 listopada 1987 r.

Краткое содержание

Соединение лесного плуга с почвоуглубителем в один агрегат, дающий возможность одновременно пахать в борозды и взрыхлять её срединный пояс, требует применения специальных механизмов предохраняющих почворыхлитель от повреждения, когда попадёт на твёрдое препятствие. Чтобы такой агрегат хорошо выполнял агротехнические требования, механизм предохраняющий почворыхлитель должен иметь соответствующую характеристику, дающую возможность — при встрече препятствия — вынуть почворыхлитель, не нарушая положения корпуса плуга.

В работе представлены два вида предохраняющих механизмов: гидравлический (рис. 1) и пружинный (рис. 2). Система сил воздействующих на почворыхлитель для этих случаев представлена на рис. 3 и 4, а ход изменений сил вытаскивающих почворыхлитель на рис. 5. В обоих механизмах вытаскивание почворыхлителя требует его оборота под углом 90° . В случае применения гидравлического механизма для вытаскивания почворыхлителя, сила огибания вызывающая его оборот имеет возрастающий ход (рис. 5 — кривая 1), в то время как в случае применения пружинного механизма увеличение силы происходит только в начальной фазе оборота (рис. 5 — кривая 2). Сохранение статической работы корпуса плуга с гидравлическим механизмом требует большой массы агрегата. В то время как применение пружинного механизма — в несколько раз меньше.

Summary

The combination of a forest plough with a subsoil attachment in from of one aggregate rendering possible simultaneous making a furrow and cultivation of subsoil in its middle needs the application of special mechanisms protecting the cultivating claw against damage when it encounters an inflexible obstacle. With the aim to

well fulfil the agrotechnical requirements, the mechanism protecting the claw must be of suitable construction, rendering possible — when an obstacle is encountered — to lift the claw without changing the position of the plough-body.

Two kinds of protecting mechanisms are presented in the paper: hydraulic mechanism (fig. 1) and spring mechanism (fig. 2). The lay-out of forces acting on the cultivating claw for both cases is shown in figs. 3 and 4, and the run of changes of the force lifting the claw in fig. 5. In both mechanisms, the lifting of the claw needs its turn by 90° . When the hydraulic mechanism is applied, the peripheral force necessary for lifting the claw, i.e. its turn, is increasing (fig. 5 — curve 1), whereas when the spring mechanism is applied the increase of the force value takes place only in the initial stage of the turn (fig. 5 — curve 2). Keeping a stable work of the plough-body with hydraulic mechanism requires a great mass of the aggregate and when the spring mechanism is applied this mass can be several times smaller.