

JERZY WIĘSIK

Konstrukcje samojezdnych maszyn ścinkowych

Конструкция самоходных машин для валки деревьев

Constructions of self-propelled harvesting machines

Zastosowanie pilarki spalinowej spowodowało znaczny postęp w mechanizacji pozyskiwania drewna, gdyż pozwoliło kilkakrotnie zwiększyć wydajność pracy.

Ogólnie przyjęło się uważać, że przez wyeliminowanie piły ręcznej przy wykonywaniu takich prac jak ścinka, okrzesywanie czy przerzynka osiągnie się pełną mechanizację pozyskiwania drewna. A ten stopień mechanizacji powinno się nazwać zaledwie „małą mechanizacją”, bo nastąpiła tu tylko zamiana narzędzia pracy na bardziej doskonałe, ale ciągle noszone w rękę przez robotnika. Tym bardziej, że nie jest ona narzędziem ani bezpiecznym, ani wygodnym w obsłudze. Pojawiające się podczas pracy pilarki drgania i hałasy bardzo niekorzystnie wpływają na zdrowie obsługującego ją robotnika, a i jej ciężar — znacznie większy od piły ręcznej — staje się uciążliwy przy wielogodzinnej pracy w lesie.

Znacznego zwiększenia stopnia mechanizacji, wydajności, a także bezpieczeństwa i higieny pracy można oczekiwać w wyniku zastosowania samojezdnych maszyn ścinkowych, które zastępują pilarkę przy wykonywaniu wszystkich lub tylko tych najcięższych operacji.

W ostatnich latach w przodujących pod względem techniki krajach, jak ZSRR, USA, Kanada i kraje skandynawskie, ukazało się szereg samojezdnych maszyn, które w dużym stopniu spełniają wymienione oczekiwania. Niektóre z nich zostały już opisane w czasopiśmie „Las Polski” nr 6/1971, 10/1974, 1/1976.

Wydajność ścinki drzew samojezdnymi maszynami jest dwu-, a nawet czterokrotnie większa niż pilarką. A przy tym, zapewniając zawsze obalenie ściętego drzewa w odpowiednim kierunku, ułatwiają wykonywanie zrywki. Niektóre maszyny mogą transportować drzewo w położeniu pionowym, co daje możliwość zmniejszenia szkód w nalotach i podrostach na wielu powierzchniach leśnych. Większość maszyn ścinkowych wykonuje więcej niż jedną operację. Nazywane są wówczas maszynami wielooperacyjnymi. Poza ścinką mogą więc wykonywać: formowanie ładunku, okrzesywanie drzewa, przerzynkę lub zrywkę.

Niewątpliwie najcięższą i najbardziej niebezpieczną jest ścinka drzew, dlatego w procesie pozyskiwania drewna pełna mechanizacja tej operacji ma największe znaczenie.

W każdej samojezdnej maszynie ścinkowej można wyróżnić dwa zasadnicze zespoły: nośnik i głowicę ścinkową.

Nośnikiem głowicy ścinkowej może być ciągnik leśny (zrywkowy), koparka lub ładowarka — stosowane przy pracach ziemnych, rzadziej uniwersalny ciągnik rolniczy. Wybór nośnika zależy w dużym stopniu od sposobu pracy maszyny. Wyróżniamy maszyny o szerokim wysięgu, gdy z jednego miejsca można dokonać ścinki kilku drzew, i o wąskim wysięgu, gdy ścięcie drzewa wymaga każdorazowego dojazdu maszyny.

W pierwszych — głowica ścinkowa umieszczona jest na ramieniu żurawia, którego kąt obrotu w płaszczyźnie poziomej wynosi co najmniej 180° , a najczęściej jest bliski 360° ; natomiast w drugich — na ramie podnośnika hydraulicznego pojazdu, umożliwiającej tylko unoszenie i opuszczanie głowicy oraz pochylanie jej w płaszczyźnie pionowej.

Wysięg żurawia jest najczęściej w granicach 6 do 8 m, licząc od osi obrotu. Ponieważ maszyny wyposażone w żuraw dokonują również formowania ładunku w paczki, układając drzewa na ziemi lub na specjalnej ramie pojazdu, to konieczna jest przy tym duża stateczność nośnika. Stąd ciężar takich maszyn zawiera się w granicach 15 do 30 T, zależnie od wysięgu i wielkości ścinanych drzew. Maszyny o dużym wysięgu (ok. 8 m) i dla dużych drzew (ok. 50 cm średnicy w miejscu cięcia), przed rozpoczęciem ścinki i formowania ładunku, w celu zwiększenia stateczności, muszą jeszcze wysuwać odpowiednie podpory. Przedłuża to czas ustawiania maszyny tym bardziej, że często, aby prawidłowo rozstawić podpory, zachodzi konieczność zmiany miejsca postoju maszyny.

Maszyny o wąskim wysięgu, z uwagi na stosunkowo bliskie zawsze położenie głowicy względem środka ciężkości nośnika, mają dostateczną stateczność przy znacznie mniejszym ciężarze i mniejszych wymiarach gabarytowych. Ciężar takich maszyn na ogół jest w granicach 5 do 10 T. Jeżeli maszyna nie formuje ścinanych drzew w paczki, to ciężar jej może być jeszcze mniejszy.

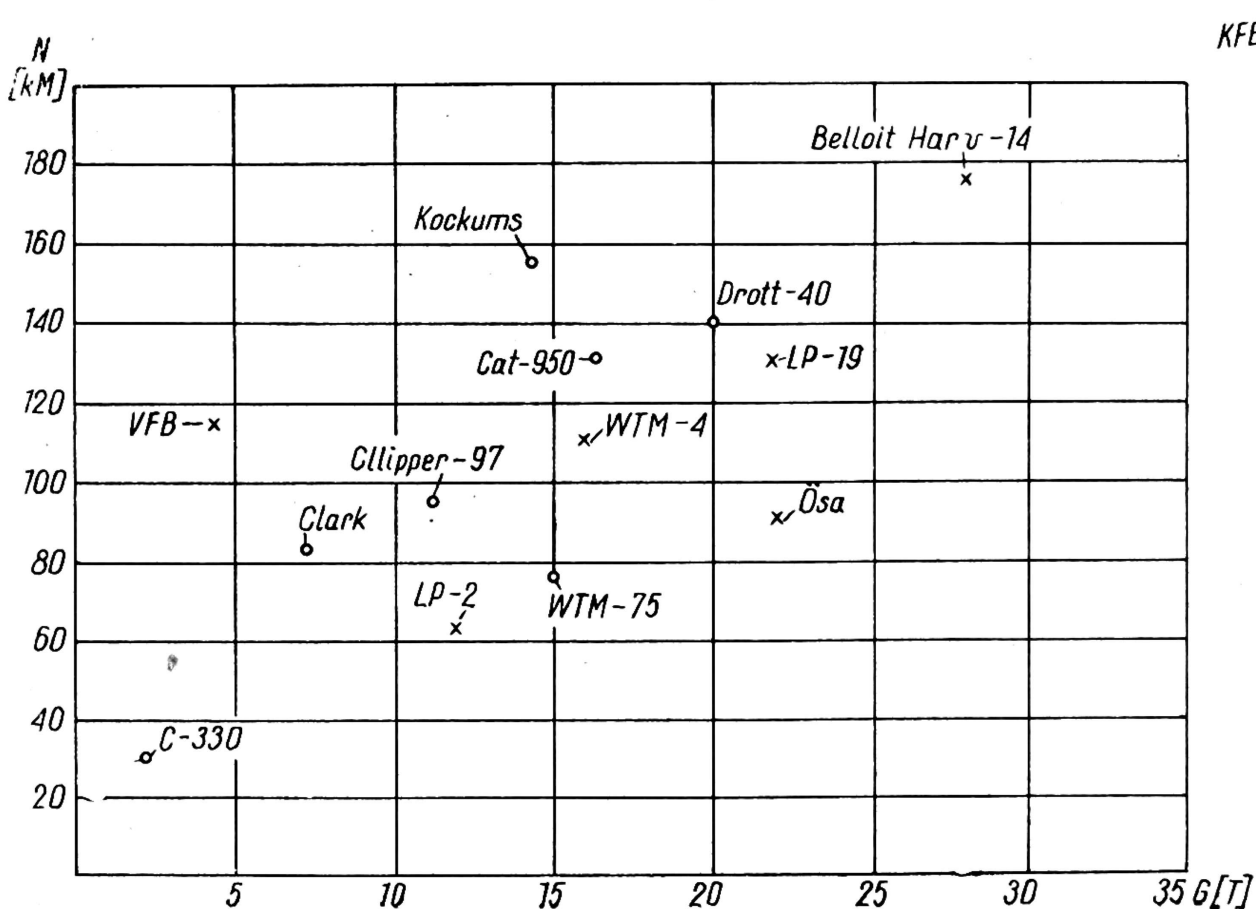
Nośniki mają najczęściej układ jezdny kołowy, rzadziej — gąsienicowy. Kołowe, szczególnie te o większych gabarytach, mają najczęściej przegubową ramę i sterowanie hydrauliczne. Walorem nośników gąsienicowych jest mały nacisk na podłoże, wynoszący w niektórych do $0,4 \text{ kG/cm}^2$ (np. maszyna Drott-40).

Układy napędowe nośników, tak kołowych jak i gąsienicowych, wyposażone są coraz częściej w silniki hydrostatyczne. Pozwalają one na wyeliminowanie z układu sprzęgła głównego, skrzyni biegów i uzyskanie bezstopniowej prędkości jazdy. W tym przypadku określoną prędkość jazdy do przodu lub do tyłu uzyskuje się przez odpowiednie naciśnięcie jednego z dwóch pedałów przyspieszenia. Takie rozwiązanie układu napędowego znakomicie ułatwia poruszanie się pojazdu po trudnym terenie leśnym.

Dla pozyskiwania drewna w warunkach trzebieżowych nośniki powinny charakteryzować się możliwie małymi wymiarami gabarytowymi. Wymagania te spełniają w dużym stopniu małe ładowarki czołowe, w których łyżkę zastępuje się głowicą ścinkową. Takie rozwiązanie przedstawiły dwie amerykańskie firmy: Case i Clark. Charakterystyczną cechą ich nośników jest to, że chociaż są pojazdami kołowymi, mają układy napędowe i sterowania takie, jak w pojazdach gąsienicowych. Jeżeli zachodzi

konieczność poruszania się tych pojazdów po miękkim podłożu, to na koła można założyć gąsienice, przez co uzyskuje się naciski jednostkowe rzędu $0,4 \text{ kG/cm}^2$. Maszyny wymienionych firm znalazły już zastosowanie w kilku krajach europejskich. Dla naszych warunków są to jeszcze pojazdy zbyt duże, aby mogły poruszać się np. w drzewostanach III i IV klasy wieku. W tych warunkach mogą z powodzeniem być zastosowane uniwersalne ciągniki rolnicze, o znacznie mniejszych wymiarach gabarytowych i ciężarze, wyposażone w odpowiednio mniejszą głowicę ścinkową.

Moc silnika maszyny ścinkowej zależy przede wszystkim od jej ciężaru własnego, co przedstawiono na ryc. 1. Jak widać, moc większości silników zawiera się w granicach 80 do 150 KM.



o — głowice nożowe

Ryc. 1. Współzależność mocy silnika i ciężaru maszyny ścinkowej:

x — głowice z piłą łańcuchową

Jednostkowe moce maszyn ścinkowych zawierają się w granicach 5 do 8 KM/T i są znacznie mniejsze niż dla ciągników mających inne przeznaczenie. Np. moc jednostkowa ciągników rolniczych kołowych wynosi 18 do 26 KM/T, a gąsienicowych — 15 do 20 KM/T, maszyn do robót ziemnych — 10 do 13 KM/T, ciągników zrywkowych — 8 do 12 KM/T. Obniżony wskaźnik mocy jednostkowej maszyn ścinkowych wynika z dużego ciężaru pojazdu, który jest konieczny, szczególnie przy formowaniu ładunku, dla zachowania odpowiedniej stateczności maszyny. Z tego względu na niektórych nośnikach zachodzi konieczność umieszczenia dodatkowo odpowiedniego balastu. Np. w maszynie Drott-40, gdzie rolę nośnika pełni koparka, ciężar balastu wynosi 3560 kG.

Głowice ścinkowe ze względu na rodzaj urządzenia tnącego można podzielić zasadniczo na dwie grupy: głowice nożowe — z jednym lub dwoma nożami i głowice z piłą łańcuchową. Pierwsze dokonują cięcia

w wyniku wciskania w drzewo jednego lub dwóch noży i wykonują cięcie bezwiórowe, drugie zaś — przez piłowanie drzewa i cięcie wiórowe.

Rozwiązanie konstrukcyjne głowicy ścinkowej zależy w dużym stopniu od założonego zakresu czynności. Jeżeli zadaniem maszyny jest cięcie i kierunkowe obalenie drzewa, to głowicę może stanowić tylko urządzenie tnące. Jeżeli natomiast maszyna ścinkowa ma jeszcze formować ładunek dla ciągnika zrywkowego, to — poza urządzeniem tnącym — musi mieć jeszcze odpowiednie chwytaki, umożliwiające utrzymywanie drzewa podczas cięcia i przemieszczania go do formowanej paczki. W przypadku wykonywania przez maszynę jeszcze innych operacji, np. okrzesywania, w skład głowicy mogą wchodzić również odpowiednie noże i układ posuwowy do przeciągania drzewa dla umożliwienia odcinania gałęzi.

Noże głowicy ścinkowej mogą być płaskie, tj. o jednakowej grubości, lub klinowe. Nóż klinowy stosuje się wtedy, gdy zadanie głowicy ogranicza się do ścięcia drzewa i obalenia go w odpowiednim kierunku. Natomiast noże płaskie — jeden lub dwa — wtedy, gdy przewiduje się formowanie ładunku.

Układy napędowe noży są bardzo zróżnicowane. Kilka schematów najczęściej stosowanych przedstawiono na ryc. 2.

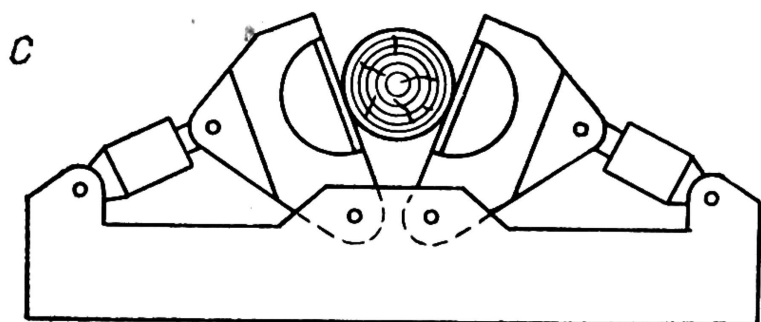
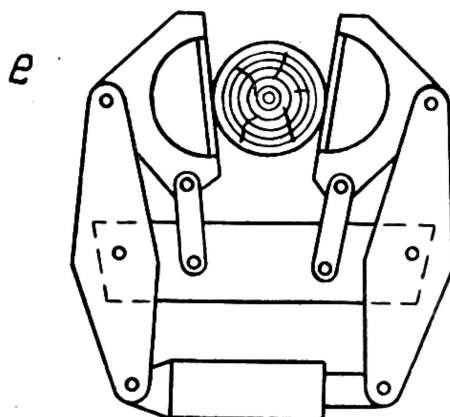
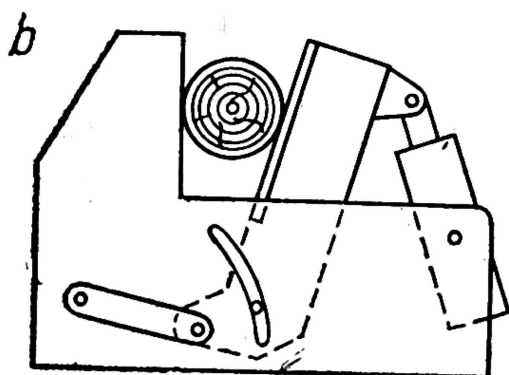
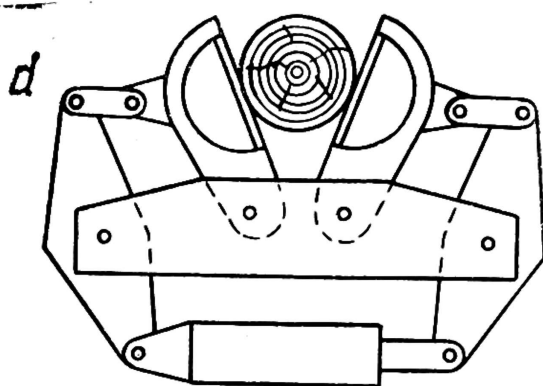
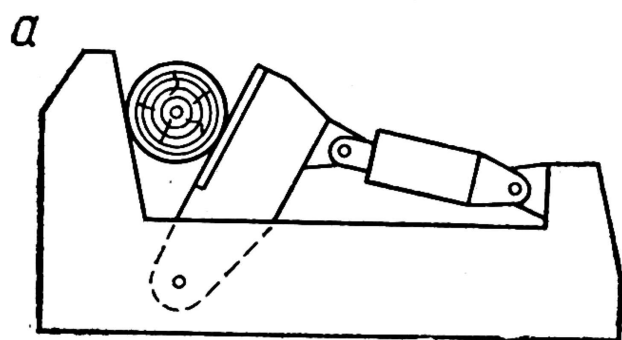
Najprostszy układ ma urządzenie tnące składające się z jednego noża, umieszczonego na nieruchomej osi i napędzanego siłownikiem hydraulicznym w taki sposób, że nóż stanowi dźwignię jednoramienną (ryc. 2a). Układ ten stosuje się najczęściej w przypadku noża klinowego, np. w głowicy firmy Case, ale również i w przypadku noży płaskich, np. w głowicy firmy Caterpillar — „Cat-950”. W niektórych konstrukcjach, z przeciwnej strony noża ruchomego, zamocowany jest w korpusie niewielki nóż podcinający. Zmniejsza on niebezpieczeństwo rozdarcia drzewa podczas cięcia przy jednoczesnym pochylaniu dźwignią lub nożem klinowym.

Układ napędowy, przedstawiony na ryc. 2b, różni się tym od poprzedniego, że nóż główny osadzony jest na osi, która przy ruchu noża przesuwana się w odpowiednio ukształtowanej prowadnicy. W tym przypadku nóż, pod wpływem działania siłownika, przemieszcza się nie tylko w kierunku prostopadłym do ostrza, ale również i w kierunku wzdłużnym. Takie zamocowanie noża nazywamy pływającym. Bardziej skomplikowana konstrukcja tego układu rekompensowana jest mniejszymi pęknięciami drewna. Nóż klinowy osadzony pływająco miała głowica ścinkowa maszyny radzieckiej WTM-75 z 1962 r.

Częściej stosowane są głowice z dwoma ruchomymi nożami. Dają one mniejsze obciążenie korpusu głowicy, gdyż niektóre siły równoważą się na ostrzach tnących, a opory cięcia są mniejsze (o ok. 10%).

Na ryc. 2c przedstawiono układ, gdzie każdy z noży, osadzony na stałej osi, napędzany jest swoim siłownikiem. Konstrukcja ta nie wydłuża zbyt wiele maszyny, ale jest dość szeroka, co w niektórych warunkach może utrudnić, a nawet uniemożliwić dosunięcie głowicy do ścinanego drzewa. Rozwiązanie takie mają maszyny firmy Clark w modelach Bobcat M-174 i 1075.

Do napędu dwóch noży może być zastosowany jeden siłownik o dwukrotnie większym skoku. Układ taki przedstawiono na ryc. 2d. Noże osadzone są na stałych osiach i działają jak dźwignie jednoramienne. Napęd z siłownika przekazywany jest kolejno na dźwignie dwuramienne,



Ryc. 2. Układy napędowe noży tnących

ciągła i noże tnące. Kształtując odpowiednio dźwignie dwuramienne, siłownik hydrauliczny można umieścić nad płaszczyzną noży, co umożliwia niskie cięcie, a zarazem pozwala utrzymać siły napędzające noże w płaszczyźnie cięcia. Takie rozwiązanie układu napędowego ma głowica ścinkowa w maszynie Drott-40.

Układ napędowy głowicy z dwoma nożami tnącymi, zamocowanymi pływająco, przedstawiono na ryc. 2e. Noże napędzane są jednym siłownikiem hydraulicznym za pomocą dwuramiennych dźwigni, osadzonych w korpusie głowicy. Pływający ruch noży zapewniają ciągła, którymi połączono noże z korpusem głowicy. Takie rozwiązanie, poza podanymi wyżej zaletami noży pływających, daje mały kąt rozwarcia ostrzy, nawet w położeniu pełnego otwarcia noży. W tym przypadku występują również małe siły reakcyjne, odpychające głowicę od drzewa. Ma to istotne znaczenie wtedy, gdy głowica zawieszona jest na lekkim nośniku i nie ma chwytaków trzymających drzewo. Przy dużym kącie rozwarcia ostrzy siły reakcyjne mogą spowodować odsunięcie głowicy wraz z ciągnikiem od ścinanego drzewa. Taki pływający układ napędowy mają noże tnące

w głowicach N-1, N-3, N-4, N-5, opracowane w Zakładzie Mechaniki i Eksploatacji Maszyn SGGW.

Głowice nożowe charakteryzują się dość znacznym ciężarem własnym. Głowica firmy Drott-40, dla której maksymalna średnica ścinanego drzewa (w miejscu cięcia) wynosi 61 cm, ma ciężar 2630 kG. Oczywiście, ciężar głowic dla ścinki mniejszych drzew będzie też odpowiednio mniejszy. Np. ciężar głowicy N-5 dla średnic do 32 cm wynosi 500 kG, głowicy firmy Clark dla średnic do 38 cm wynosi 640 kG, a firmy Case (z nożem klinowym i bez chwytaków) dla średnic do 45,7 cm wynosi 473 kG.

Ciężar głowicy uwarunkowany jest wymiarami poszczególnych części, które muszą mieć dostateczną wytrzymałość podczas cięcia, kiedy to pojawiają się siły o bardzo dużych wartościach. Zależą one przede wszystkim od średnicy drzewa, twardości i temperatury drewna, grubości i kształtu noża oraz kierunku ruchu ostrza tnącego.

Opory cięcia zwiększają się dość szybko ze wzrostem średnicy drzewa. Badania przeprowadzone przez autora wykazują, że dla noży płaskich zależność między maksymalną wartością oporu a średnicą można z dostateczną dokładnością przyjąć jako liniową w postaci następującej

$$P = K_1 \cdot D$$

gdzie

- P — maksymalna wartość oporu w kG,
- K_1 — jednostkowy opór cięcia w kG/cm,
- D — średnica drzewa w cm.

Przy cięciu nożem o grubości 10 mm i kącie zaostrenia 28° , w temperaturze dodatniej dla sosny $K_1 = 250$ do 300 kG/cm, natomiast dla olszy $K_1 = 350$ do 450 kG/cm. Z przytoczonych wartości i szeregu innych badań wynika, że im drewno twardsze, tym stawia większy opór. Dlatego głowice nożowe stosuje się przede wszystkim do cięcia drewna miękkiego.

Bardzo duży wpływ na opory cięcia ma temperatura drzewa. Jak wykazują badania, drzewo zmarznięte stawia 1,5 do 2 razy większy opór. W temperaturze otoczenia ok. -10°C , kiedy odziomek drzewa nie jest jeszcze przemarznięty, opory zwiększają się o 30 do 40% w stosunku do wartości występujących w temperaturach dodatnich.

Z parametrów charakteryzujących nóż największy wpływ na wartości oporów ma jego grubość. Wiklund podaje następującą zależność jednostkowego oporu od grubości noża przy cięciu drewna miękkiego nożami płaskimi:

$$K_1 = 90 + 17 \cdot b \text{ [kG/cm]}$$

gdzie b jest grubością noża w mm. Z powyższej zależności wynika, że dwukrotne zwiększenie grubości noża powoduje zwiększenie oporów cięcia o 40 do 60%. Należałoby więc stosować możliwie jak najcieńsze noże. Na przeszkodzie temu staje konieczność zachowania odpowiedniej sztywności poprzecznej. Dlatego najczęściej spotyka się noże o grubości 10 do 25 mm, zależnie od wielkości ścinanych drzew i typu urządzenia tnącego. Większą grubość będzie miał pojedynczy nóż klinowy, mniejszą podwójne noże płaskie.

Geometria ostrza noża nie ma już tak dużego znaczenia jak jego grubość. W większości prac naukowych z tego zakresu stwierdza się, że op-

tymalny kąt zaostrenia noża wynosi 20 do 30°. Noże klinowe mają pochylenie tylko górnej płaszczyzny klina, najczęściej pod kątem 5 do 12°, zależnie od średnicy ścinanych drzew. Dla większych średnic kąt pochylenia płaszczyzny dobiera się mniejszy.

Zapotrzebowanie mocy do napędu noży tnących można określić z następującej zależności

$$N = \frac{P \cdot V_p}{75 \cdot \eta_m \cdot \eta_z} = \frac{K_1 \cdot D \cdot V_p}{75 \cdot \eta_m \cdot \eta_z} \quad [\text{KM}]$$

gdzie

- V_p — prędkość cięcia w m/s,
- η_m — całkowita sprawność układu napędowego,
- η_z — współczynnik zapasu mocy.

Prędkość cięcia V_p zawiera się najczęściej w granicach 0,10 do 0,15 m/s, całkowita sprawność układu napędowego $\eta_m = 0,6$ do 0,8, a współczynnik zapasu mocy $\eta_z = 0,7$ do 0,8.

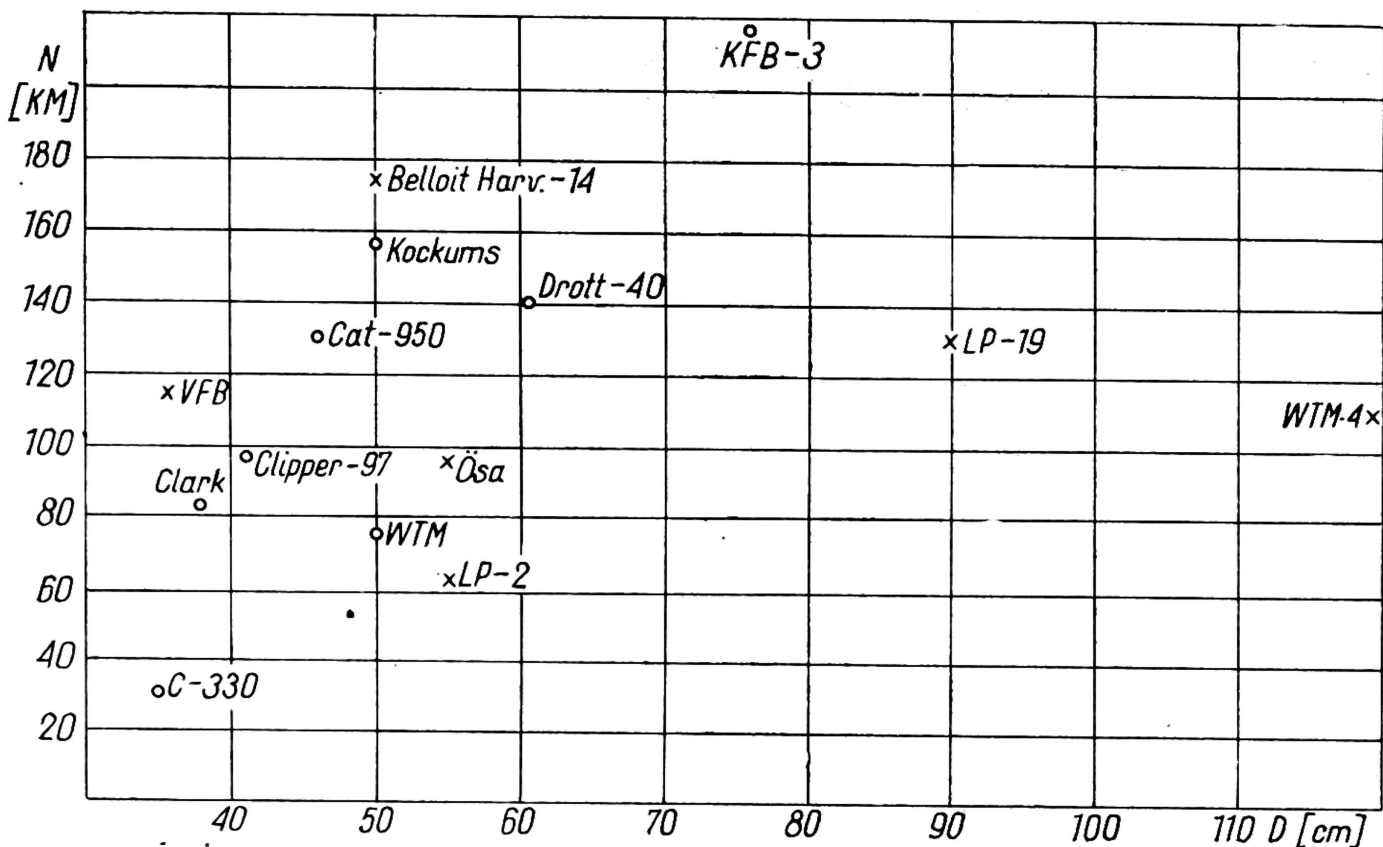
Przy ścinie sosny o średnicy 50 cm nożami płaskimi o grubości 15 mm zapotrzebowanie mocy będzie następujące:

$$N = \frac{345 \cdot 50 \cdot 0,1}{75 \cdot 0,70 \cdot 0,75} = 44 \text{ KM}$$

Na ryc. 3 przedstawiono zależność wartości mocy silników od maksymalnych średnic ścinanych drzew niektórych maszyn ścinkowych. Należy zwrócić uwagę, że moc silnika nie zawsze może być w pełni wykorzystywana przez głowicę ścinkową. Prędkość cięcia jest proporcjonalna do wydatku pompy, która tłoczy olej do siłownika (siłowników) napędzającego noże tnące. W istniejących konstrukcjach wydatek pompy zawiera się najczęściej w granicach 60 do 150 l/min., przy ciśnieniu roboczym 100 do 150 kG/cm². Jeżeli więc wydatek pompy będzie mały, to i moc przekazywana do noży tnących będzie niewielka, mimo że moc silnika może być dość duża. Dlatego odpowiedni dobór wydatku pompy ma bardzo istotne znaczenie dla prawidłowego wykorzystania mocy silnika przez głowicę ścinkową.

Na ogół głowice stosowane są do ścinki drzew o drewnie miękkim o średnicy do ok. 40 cm w miejscu cięcia. Ograniczenie to spowodowane jest nie tyle wielkością występujących oporów, co niszczeniem pewnej warstwy drewna na skutek pęknięć idących wzdłuż włókien, a pojawiających się przy wciskaniu noża. Długość tych pęknięć zależy przede wszystkim od temperatury drzewa, twardości drewna, grubości noża i kierunku ruchu ostrza.

Drewno przemarznięte staje się twardsze i przy cięciu pęka na znacznie większej długości. Jak podają Johnston i St—Laurent (2) przy cięciu nożem o grubości 10 mm, gdy temperatura drzewa wynosi —18°C, długość pęknięć w drewnie miękkim może dochodzić do 12,5 cm, ale w temperaturach dodatnich nie sięgają one 2,5 cm. Drzewa twardych gatunków już w temperaturach dodatnich wykazują pęknięcia długości 12,5 cm. Wstępne badania, przeprowadzone w Zakładzie Mechaniki i Eksploatacji Maszyn SGGW przy cięciu drzew sosnowych o średnicy 32 cm nożami zamocowanymi „pływająco” i o grubości 10 mm, wykazały, że w temperaturze dodatniej pęknięcia nie przekraczają 2 cm.



Ryc. 3. Współzależność mocy silnika i maksymalnej średnicy cięcia niektórych maszyn ścinkowych:

o — głowice nożowe

x — głowice z piłą łańcuchową

Bardzo duże znaczenie ma grubość noża; im jest ona większa, tym pęknięcia są dłuższe. Dlatego przy cięciu drzew o dużych średnicach, kiedy noże muszą mieć odpowiednio większą grubość, pęknięcia są znacznie dłuższe.

Mniejsze pęknięcia powstają przy zastosowaniu noży pływających, a także noży wklęsłych. Np. firma Kockum zastosowała noże, które są wycinkami powierzchni kulistej, wklęsłością skierowane do górnej części drzewa. Podczas cięcia zagłębiają się bardziej w pień, zmniejszając odkształcenia włókien górnej partii drzewa.

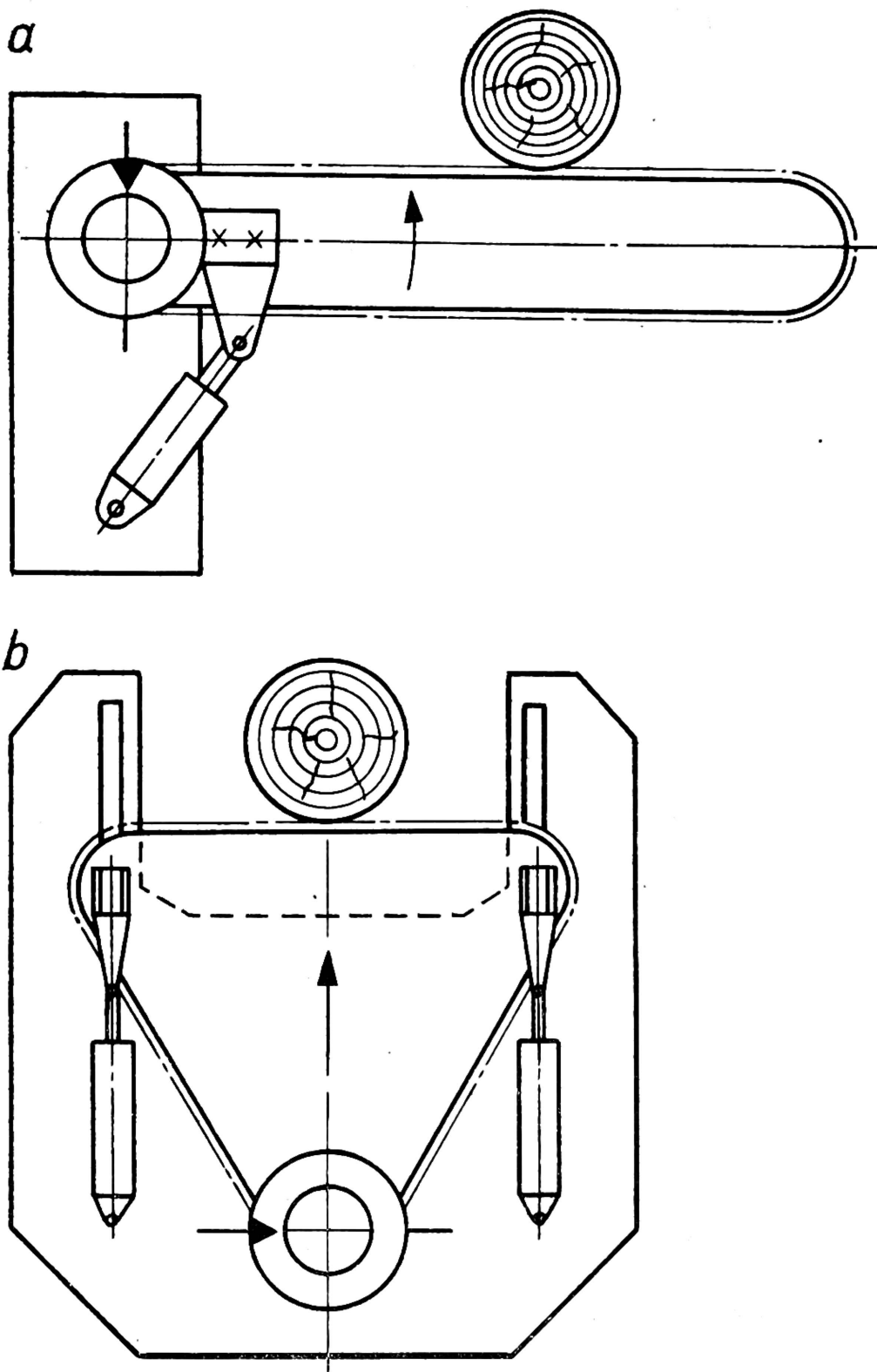
Dla wielu sortymentów te niewielkie uszkodzenia drewna nie mają większego znaczenia. Ze względu zaś na dużą niezawodność pracy głowice nożowe znajdują coraz większe zastosowanie.

Drugą grupę tworzą głowice z piłą łańcuchową. Poza urządzeniem tnącym mają jeszcze chwytaki do utrzymywania i przenoszenia drzewa lub dźwignię, umożliwiającą jego kierunkowe obalenie. Dzięki temu wyposażeniu można nimi, podobnie jak głowicami nożowymi, dokonywać formowania ładunku.

Urządzenie tnące głowicy składa się z silnika hydraulicznego, zębatego kółka napędowego, prowadnicy, piły łańcuchowej i mechanizmu posuwowego.

W większości stosowanych głowic posuw roboczy prowadnicy następuje w wyniku obrotu jej wokół osi pionowej i wywołany jest działaniem siłownika hydraulicznego. Schemat takiego układu przedstawiono na ryc. 4a. Niekiedy mechanizm posuwowy wyposażony jest w urządzenie regulujące prędkość posuwu w zależności od oporów skrawania. W pierwszej

Ryc. 4. Schematy kinematyczne głowic z piłami łańcuchowymi



i końcowej fazie piłowania, kiedy długość cięcia jest mała i tym samym opory skrawania mniejsze, prędkość posuwu jest większa, w środkowej zaś mniejsza.

Przy takim układzie posuwowym, jak przedstawiono na ryc. 4a, prowadnica może mieć dość dużą długość, np. w maszynie WTM-4 wynosi 1200 mm. Jest ona jednak bardzo wrażliwa na oddziaływanie ściętego drzewa. Nawet niewielki nacisk drzewa powoduje odkształcenie prowadnicy lub jej złamanie, co prowadzi również do zniszczenia piły.

Tej dość istotnej wady nie ma urządzenie tnące szwedzkiej firmy Ösa, przedstawione na ryc. 4b. Prowadnica ma tu kształt równobocznego trójkąta z zaokrąglonymi wierzchołkami. W dwu wierzchołkach, przy boku stanowiącym krawędź tnącą, umieszczone są wodziki, którymi prowadnica podparto jest w korpusie głowicy, co zapewnia jej dużą sztywność. W trze-

cim wierzchołku, naprzeciw krawędzi tnącej, znajduje się silnik hydrauliczny z kółkiem zębatym napędzającym piłę. Ruch posuwowy prowadnicy uzyskuje się w wyniku działania dwóch siłowników hydraulicznych na zamocowane do niej wodziki.

Stosowane w głowicach ścinkowych piły łańcuchowe mają podobną budowę jak w pilarkach spalinowych. Istotna różnica jest w wymiarach. Podziałka piły w głowicy Ösa wynosi 3/4" (ok. 19,1 mm), w LP-2 jest podobna — 19,5 mm, ale w WTM-4 jeszcze większa — 30 mm. Odpowiednio większa jest również szerokość rzazu: w LP-2 wynosi 15 mm, a w WTM-4 aż 24 mm.

Taka duża szerokość rzazu, a także duże prędkości skrawania ($V_s = 15 \div 20$ m/s) i posuwu ($V_p = 8 \div 10$ cm/s) powodują, że zapotrzebowanie mocy do napędu piły jest znaczne. W przybliżeniu można ją określić z następującej zależności

$$N = \frac{K_2 \cdot b \cdot D \cdot V_p}{75 \cdot \eta_m \cdot \eta_s \cdot \eta_z} \quad [\text{KM}]$$

gdzie

K_2 — jednostkowa praca piłowania, którą dla drewna miękkiego i podanego zakresu prędkości można przyjmować w granicach $K_2 = 1,75$ do $3,0$ kGm/cm³;

b — szerokość rzazu w cm;

D — średnica drzewa w miejscu cięcia w cm;

V_p — prędkość posuwu w cm/s;

η_m — sprawność mechaniczna układu napędowego ($\eta_m = 0,8 \div 0,9$);

η_s — sprawność silnika hydraulicznego ($\eta_s = 0,65 \div 0,75$);

η_z — współczynnik zapasu mocy ($\eta_z = 0,8 \div 0,9$).

Np. dla ścięcia drzewa sosnowego o średnicy 50 cm, gdy szerokość rzazu $b = 15$ mm, zapotrzebowanie mocy wynosi

$$N = \frac{2,0 \cdot 1,5 \cdot 50 \cdot 10}{75 \cdot 0,85 \cdot 0,70 \cdot 0,85} = 40 \text{ KM}$$

Na rycinie 3 naniesiono również wartości mocy silnika poszczególnych maszyn ścinkowych, mających głowice z piłą łańcuchową, w zależności od średnicy ścinanych drzew. Wahają się one w granicach 62 do 130 KM dla średnic 55 do 120 cm.

Istotną zaletą głowic z piłą łańcuchową jest możliwość ścinki drzew różnych gatunków, zarówno miękkich, jak i twardych. Poza tym piłowanie nie pozostawia warstwy drewna uszkodzonego jak noże tnące.

Mimo tych zalet głowice z piłami łańcuchowymi nie znalazły szerszego rozpowszechnienia. Wynika to przede wszystkim z ich bardzo małej niezawodności. Szczególnie układ przedstawiony na ryc. 4a jest podatny na uszkodzenia. Bardzo mała trwałość pił, prowadnic, wrażliwość ich na działanie różnego rodzaju przeszkód w postaci kamieni, brył ziemi, szczególnie zimą, powodują bardzo częste przerwy dla przeprowadzenia obsługi technicznej lub naprawy. Badania przeprowadzone w Związku Radzieckim i Kanadzie wykazują, że wskaźnik gotowości technicznej tych maszyn rzadko osiąga wartość 70%.

Samojezdne maszyny ścinkowe charakteryzują się bardzo dużą wy-

dajnością pracy. Na zrębach zupełnych dziennie można pozyskać 600 do 800 drzew. Wiele z nich mogłoby znaleźć zastosowanie i w naszym kraju. W Polsce opracowaniem konstrukcyjnym samojezdnych maszyn ścinkowych zajmuje się Zakład Mechaniki i Eksploatacji Maszyn SGGW, kierowany przez prof. Mieczysława Botwina. Opracowano już kilka głowic ścinkowych z nożami tnącymi, które kolejno oznaczano symbolami od N-1 do N-5. Zakres średnic ścinanych drzew wynosi 32 cm. Głowica N-2 miała układ napędowy zbliżony do przedstawionego na ryc. 2a, natomiast pozostałe mają oryginalne rozwiązanie, przedstawione na ryc. 2e, które uzyskało patent polski nr 77933. Ostatni model N-5 pozwala na formowanie ładunku maszyną ścinkową.

Nośnikiem głowic typu N może być każdy uniwersalny ciągnik rolniczy lub ładowarka czołowa. Dla pozyskiwania drzew z trzebieży szczególnie dobrze, z dostępnych w Polsce pojazdów, nadaje się ciągnik Ursus C-330. Jego walory to małe wymiary i duża zwrotność. Można nim poruszać się na powierzchniach, gdzie liczba drzew nie przekracza 1200/ha. W tych warunkach można uzyskać wydajność ścinki 250 do 300 drzew w ciągu 8 godzin. Zastosowanie jako nośnika ciągnika Ursus C-330 daje bardzo niski koszt maszyny — ok. 120 tys. zł, gdy za granicą najprostsze maszyny osiągają cenę 50 tys. dolarów.

Należy się spodziewać, że samojezdne maszyny ścinkowe w niedługim czasie i w naszym kraju będą wykorzystywane w normalnej działalności gospodarczej. Wymaga to jednak jeszcze opracowania odpowiednich technologii dla różnych warunków leśnych.

LITERATURA

1. Gerczuk A. A., Kołominow B. P. — Analiza ispolzowanija waloczno-pakietirujuszczich maszyn. „Lesnaja Promyszlenost” 1973, nr 6.
2. Johnston J. S., St-Laurent A. — La coupe des arbres gelés avec des mécaniques. „Operations Forestières” mars 1971.
3. Łukomski Ł., Więsik J. — Maszyny ścinkowe na MTT w Poznaniu. „Las Polski”, 1976, nr 1.
4. Perfiłow M. A. — Mnogooperacjonnyje lesosiecznyje maszyny. LP, Moskwa 1974.
5. Więsik J. — Wieloczynnościowe maszyny ścinkowe. „Las Polski” 1974, nr 10.
6. Wiklund M. — Forces and damage in felling and bucking with knife and shear type tools. Skogsarbeten; 1967, report nr 9.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 26 października 1975 r.

Краткое содержание

В самоходной валочной машине следует выделить два основных комплекса: транспортирующая установка и валочное устройство.

Транспортирующим устройством может быть лесной трактор (трелёвочный), экскаватор или погрузочная машина, а также универсальный сельскохозяйственный трактор.

Валочные машины можно делить на машины с широким и с узким радиусом действия. Первые оборудованы пружинным гидравлическим поворотным краном,

на конце которого помещается устройство валки. В этом случае шасси для сохранения равновесия характеризуется большим удельным весом, чаще всего в пределах 15—30 т.

У валочных машин с узким радиусом действия устройства для валки помещаются на раме подъёмника, который обеспечивает только поднятие валочного устройства и отклонение его в вертикальной плоскости. В этом случае удельный вес шасси может быть значительно меньше и чаще всего бывает в пределах 5—10 т.

Валочные устройства можно поделить на две группы: ножовые — реализующие резание без опилок и с цепной пилой — резание с опилками.

Некоторые кинематические системы расположения ножей в валочных устройствах представлены на рис. 2. Наиболее выгодной является «плавающая» система (рис. 2б и е), в которой ножи перемещаются в направлениях: перпендикулярном и параллельном к острию. Такая система не только уменьшает сопротивление при срезке, но и уменьшает толщину слоя уничтоженной древесины.

Цепная пила в валочных устройствах приводится в действие гидростатическим двигателем, обеспечивающим скорость резания в пределах 15—20 м/сек.

Потребности мощности для валочных устройств с ножами и с цепной пилой приблизительно одинаковые. Чаще всего валочные машины обладают мощностью в пределах 80—140 КМ.

В Отделе механики и эксплуатации машин в Главной школе сельского хозяйства в Варшаве разработано валочное устройство с ножами в «плавающей» системе (рис. 2е), для которого максимальный диаметр срезаемых деревьев в месте среза не превышает 32 см. Привалке сосновых деревьев ножи толщиной 10 мм вызывают, при положительных температурах, повреждение слоя древесины длиной не превышающей 20 мм. Помещение валочного устройства на сельскохозяйственном тракторе Урсус С-330, из-за его небольших габаритных размеров, даёт возможность производить валку деревьев при проведении селекционных рубок в условиях, когда количество деревьев на площади 1 га не превышает 1200 штук. В этих условиях можно получить дневную производительность в пределах 250—300 штук срезанных деревьев.

S u m m a r y

Two principal assemblies may be identified in the self — propelled harvesting machine, i.e. the vehicle and the cutting head.

A forest tractor (skidder), excavator or loading machine, as well as general-purpose farm tractor may perform the role of vehicle.

Cutting machines may be divided into machines with a broad and a narrow range. The former are equipped with slewing hydraulic crane with the cutting head on its tip. In this case vehicles are heavy, usually within 15—30 T, in order to ensure stability.

Cutting machines with a narrow range have their cutting heads situated of the frame of an elevator, which permits only the elevation of head and its tilt in a vertical plane. In this case the weight of vehicles may be considerably reduced down to 5—10 T.

Cutting heads may be divided into two groups: knife-shaped performing cutting without shavings, and those with chain saw — performing cutting with shavings.

Fig. 2 illustrates some kinematic arrangements of knives in cutting heads. The most favourable is the „floating” arrangement (Figs. 2b and e), in which knives move in perpendicular and parallel directions in relation to the blade. Such an arrangement

results not only in the reduction of cutting resistance, but also in the reduction in the thickness of wood layer destroyed.

Chain saw in cutting heads is driven by hydrostatic engine providing cutting speed within 15—20 m/sec.

Power requirement by cutting heads with knives and with a chain saw is roughly the same. Cutting machines have most frequently the power within limits from 80 to 140 HP.

Cutting head with knives in a „floating” pattern (Fig. 2e), with maximum diameter of trees felled in the spot of cutting equal to 32 cm, was designed in the Section of Mechanics and Machine Exploitation, Agriculture University. Knives 10 mm thick, when cutting pine trees in plus temperatures, cause the damage of wood layer at the length not exceeding 20 mm. Suspension of the head on a farm tractor Ursus C-330, due to its small overall dimensions, permits to perform selection thinning of trees under conditions, where the number of trees does not exceed 1200 per ha. Under these conditions one may attain a daily productivity within 250—300 trees.

Z LITERATURY

PRZYROST DRZEW I DRZEWOSTANÓW — **Mikołaj Borowski**. PWRiL, str. 354, cena 50 zł.

Książka niedawno zmarłego profesora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego — AR w Warszawie jest podręcznikowe dla studentów wydziałów leśnych Akademii Rolniczych.

ATLAS GRZYBÓW LEŚNYCH — **Henryk Orłoś**, barwne tablice — **Kazimierz Morvay**. PWRiL, wyd. III, 1974, str. 173, cena 50 zł.

JAŁOWIEC POSPOLITY I JEGO ROLA W LESIE — **Janusz Bobiński**. PWRiL 1974, str. 82, cena 10 zł.

ROŚLINY CHRONIONE W POLSCE — **Władysław Strojny**. PWRiL, 1973, str. 167, cena 55 zł.

Z serii popularnych wydawnictw, które obok książek fachowych nie raz z różnych względów chcemy mieć w swojej bibliotece, te wymienione w nagłówku są jeszcze do nabycia.

„Atlasu grzybów leśnych” nie omawiamy bliżej, z przyczyn oczywistych każdemu leśnikowi. Chcemy tylko zwrócić uwagę, że „Album” zawiera udane, kolorowe tablice wszystkich grzybów.

Ciekawie napisana książka Janusza Bobińskiego należy do monografii. Zawiera wiele informacji o występowaniu tej rośliny oraz omawia jej znaczenie. Podstawowe, obszerniejsze rozdziały pracy to — Właściwości gatunku jałowca pospolitego oraz Wpływ jałowca pospolitego na glabę i wzrost sosny.

Piszemy o albumie „Rośliny chronione w Polsce” tutaj, ponieważ jest on doskonałością w swoim rodzaju. Zawiera poza 50-stronicowym wstępem piękne czarno-białe fotografie gatunków roślin podlegających ochronie całkowitej oraz ochronie częściowej. Wśród tych pierwszych mamy np zdjęcia: największej osobliwości spośród siedmiu gatunków brzoź polskiej flory — brzozę ojcowską (*Betula oycoviensis*), wisienki karłowatej (*Cerasus fruticosa*) spotykanej dziś przede wszystkim w Puszczy Kampinoskiej, lili złotogłów (*Lilium martagon*) pięknego kwiatu spotykanego dość powszechnie już wyłącznie w Puszczy Białowieskiej, kotewki orzecha wodnego (*Trapa natans*) spotykanej czasami w wodach Polski południowo-zachodniej.

(Kłom)

O tym, gdzie można nabyć książki PWRiL na str. 84