

TOMASZ NUREK

Badanie wpływu geometrii noża i siły docisku na jakość okrzesywania

Исследования влияния геометрии ножа и силы прихвата на качество
обрезки сучьев

Studies on the influence of the knife geometry and the pressure force on the
quality of limbing

1. WSTĘP

Okrzesywanie drzew jest najtrudniejszą operacją procesu pozyskiwania drewna. Polega ono na odcięciu od strzały gałęzi i wierzchołka drzewa. W przypadku drzew pozyskiwanych z drzewostanów młodszych klas wieku gałęzie obcina się najczęściej za pomocą siekier lub specjalnych tasaków. Natomiast w przypadku pozyskiwania drzew dojrzałych okrzesywanie wykonuje się niemal powszechnie za pomocą pilarek spalinowych. Z uwagi na dużą pracochłonność tej operacji w wielu krajach stosuje się samojezdne maszyny wyposażone najczęściej w głowice nożowe, dokonujące oddzielenia gałęzi na zasadzie cięcia bezwiórowego. Zaletą tych maszyn jest ich duża wydajność. Natomiast jedną z istotnych wad jest jakość okrzesywanych strzał. Przy okrzesywaniu większości gatunków drzew jakość okrzesywania odbiega znacznie od wymogów normy (1), która w naszym kraju stanowi, że gałęzie powinny być okrzeseane równo z powierzchnią strzały.

2. JAKOŚĆ STRZAŁ OKRZESYWANYCH MECHANICZNIE

Okrzesywanie mechaniczne powoduje różnego rodzaju uszkodzenia i nieprawidłowości, które obniżają wartość użytkową drewna. Częstym zjawiskiem jest odrywanie gałęzi. Nóż po przecięciu części przekroju gałęzi odrywa pozostałe włókna od strzały. Takie okrzesywanie powoduje głębokie ubytki strzały w miejscu wyrastania gałęzi. Zachodzi również odcinanie gałęzi w pewnej odległości od pobocznic strzały. W tym przypadku nad powierzchnią strzały występują tzw. tylce. To zjawisko jest wynikiem nadmiernego stopienia krawędzi noży tnących, a także nie-

dokładnego przylegania noża do powierzchni strzały, szczególnie przy okrzesywaniu drzew o małych średnicach. Równie często zachodzi pęknięcie gałęzi wzdłuż włókien. Jest to wynikiem stosowania noży o zbyt dużej kącie ostrza i niekorzystnego kształtu strzały w miejscu wyrastania gałęzi. Zjawisko to występuje szczególnie często w przypadkach, gdy gałąź przed okrzesywaniem została ułamana w bliskiej odległości od swej nasady na strzale, np. przy obaleniu drzewa. Uszkodzeniem strzały o szczególnym znaczeniu były pęknięcia wierzchnich jej warstw, spowodowane zbyt dużą siłą odcisku noży. Inną formą uszkodzeń strzały podczas okrzesywania jest wyrwanie ze strzały włókien znajdujących się wokół miejsca połączenia strzały z gałęzią. Powodem tego jest wyrastanie gałęzi pod kątem ostrym względem strzały, a także duże nierówności w miejscu połączenia gałęzi ze strzałą. Mechanizm tego zjawiska polega na tym, że w końcowej fazie cięcia nóż odchyła gałąź tak bardzo, że odrywa część włókien, a przesuwając się w dalszym ciągu wzdłuż strzały nie odcina ich, lecz wyrwa je ze strzały, pozostawiając głębokie uszkodzenia. Powstałe podczas okrzesywania uszkodzenia strzały mają różne znaczenie, zależne od rodzaju sortymentu. W przypadku drewna kopalniakowego niedopuszczalne są żadne uszkodzenia, gdyż mogą one wpłynąć na zmniejszenie wytrzymałości mechanicznej wyrzynków i bezpieczeństwa pracy w kopalni. Wydaje się więc, że przy obecnych rozwiązaniach konstrukcyjnych zastosowanie biernych noży do okrzesywania drewna kopalniakowego jest ograniczone. Inne znaczenie mają wspomniane nieprawidłowości w odniesieniu do drewna przeznaczonego do celulozowni. Względy wytrzymałościowe nie mają tu znaczenia. Wyrwania, pęknięcia czy ubytki drewna nie mają praktycznie wpływu na przydatność wyrobionego materiału drzewnego jako surowca do fabryk celulozy. Jedyną, spośród wcześniej wymienionych, nieprawidłowością okrzesywania mechanicznego, na którą należałoby zwrócić uwagę, jest pozostawienie zbyt długich tyłców gałęzi. Mogą one znacznie utrudnić wykonywanie niektórych operacji, jak np. korowania. Wydaje się jednak, że w takim przypadku należałoby ściślej określić dopuszczalną wysokość pozostawionych sęków. Dałoby to bardziej realne wymagania w stosunku do pracujących i nowych konstrukcji maszyn okrzesywujących.

3. KRYTERIA OCENY JAKOŚCI OKRZESYWANIA

W celu porównywania urządzeń okrzesywujących z punktu widzenia wykonywanych przez nie procesów zachodzi konieczność sprecyzowania pewnych wskaźników, czy też kryteriów, które pozwoliłyby jednoznacznie określić okrzesywanie. Obecne normy polskie wymagają, by gałęzie były odcięte równo z powierzchnią strzały, niezależnie od wyrobionego sortymentu. Przy tak ostrym kryterium okrzesywanie drzew maszynami samojezdnymi nie mogłoby być prowadzone. Wydaje się więc, że przynajmniej dla niektórych sortymentów można te wymagania złagodzić. Do ustalenia odpowiednich kryteriów przyjęto następujące założenia:

— odcięcie gałęzi powinno być dokonane w miarę równo z powierzchnią drewna,

— pozostałości nie odciętych fragmentów gałęzi nie powinny powodować uszkodzenia korowników korowarek wirnikowych,

— ubytki (wyrwania) włókien ze strzały nie powinny powodować istotnych zmian właściwości technicznych drewna.

Opierając się na wymienionych założeniach do określania jakości okrzesywania przyjęto następujące wskaźniki:

1) odejście noża od powierzchni strzały uznaje się za dopuszczalne, gdy odległość ta nie przekroczy 3 mm,

2) głębokość uszkodzonych włókien drzewnych nie powinna przekroczyć 2 mm, mierząc od powierzchni strzały,

3) pozostałości fragmentów gałęzi można uznać za dopuszczalne, jeżeli ich długość nie przekroczy 5 mm.

4. WPŁYW PARAMETRÓW OSTRZA I SIŁY DOCISKU NA JAKOŚĆ OKRZESYWANIA

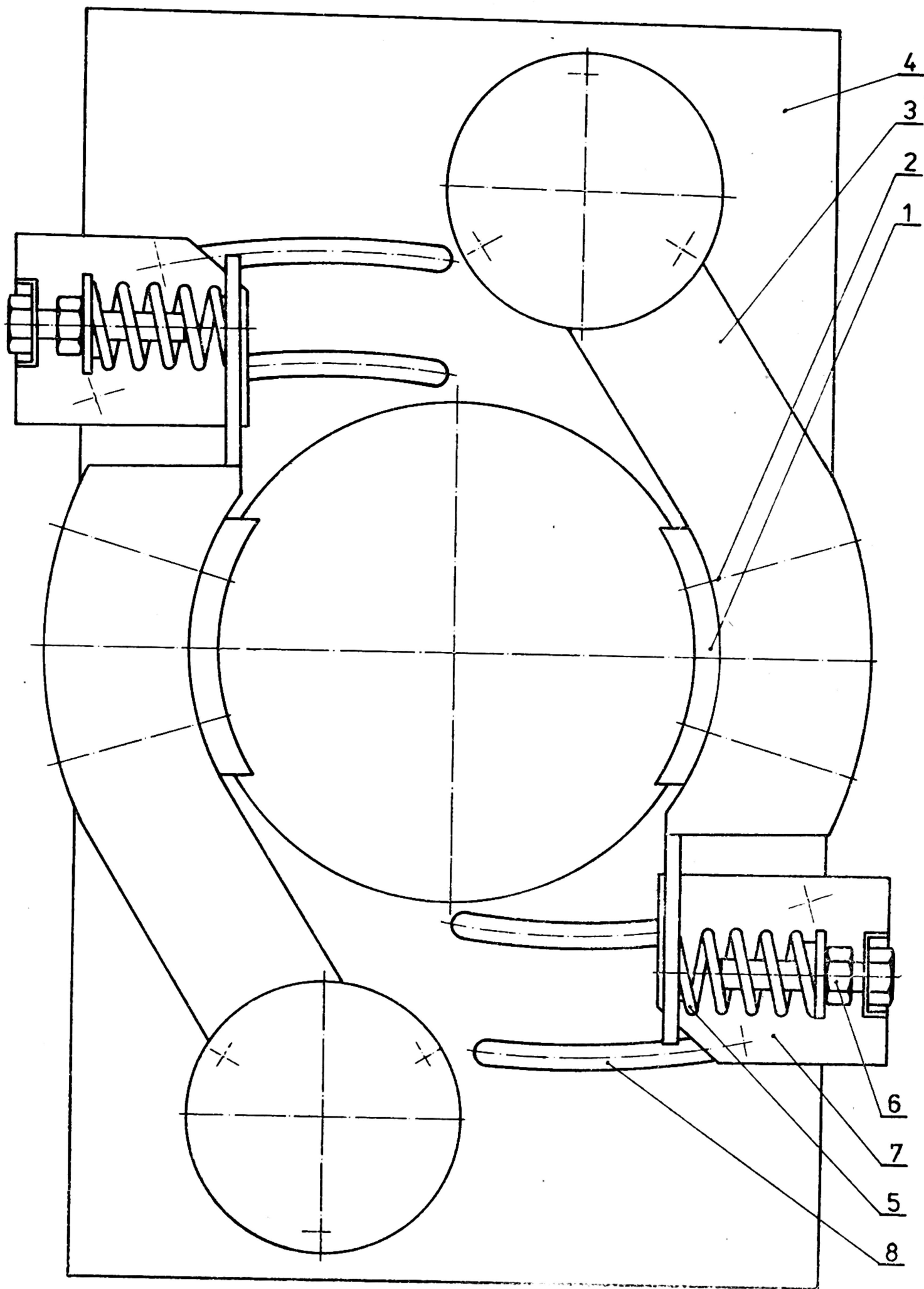
Przyjęto, iż decydujący wpływ na jakość okrzesywania nożami biernymi będą miały następujące parametry:

1) kąt ostrza noża β ,

2) kąt przyłożenia noża α ,

3) siła docisku noża do próbki P.

W celu określenia wpływu tych parametrów na jakość okrzesywania zaprojektowano specjalne urządzenie przedstawione na rycinie współpracujące z maszyną dynamometryczną. Noże okrzesywające (1) mocowane były za pomocą śrub (2) do ruchomych ramion (3) osadzonych obrotowo na sworzniach podstawy (4). Sprężyny (5), za pomocą których regulowano siłę docisku, wsparte były na końcowe ramienia (3), a z drugiej strony za pośrednictwem śruby i nakrętki (6) dociśnięte do wspornika (7). Aby umożliwić dostateczną regulację siły docisku dla różnych średnic okrzesywanych wyrzynków wsporniki (7) mogły być przesuwane i mocowane do podstawy (4) w wybranym miejscu specjalnie wyfrezowanych szczelinach (8). Taka konstrukcja urządzenia umożliwiła okrzesywanie próbek o zróżnicowanych średnicach i dogodne regulowanie wartości trzech parametrów. Wartość kąta ostrza ustalono wzorując się na parametrach noży stosowanych już w pracujących maszynach, przyjęto więc $\beta = 30^\circ$; 45° i 60° . Kąt przyłożenia dla każdej pary noży wynosił w poszczególnych seriach prób odpowiednio $\alpha = 0^\circ$; 3° i 6° . Siła docisku noży dla każdego z kątów α i β wynosiła $P = 568, 919$ i 1620 N. Zmiany kąta ostrza β dokonywano przez zastosowanie trzech par noży. Kąt przyłożenia α regulowano zmieniając ustawienie noży za pomocą specjalnych podkładek. Siłę docisku osiągnano za pomocą sprężyn, napinając je do żądanej wartości. Umieszczona między nożami próbka była przesuwana względem noży za pomocą maszyny wytrzymałościowej, w wyniku czego następowało odcięcie gałęzi. Podczas próby odcinano tylko jedną gałąź. W przypadku, gdy w jednym okółku występowało ich więcej, pozostałe usuwano w ramach czynności przygotowawczych. Do doświadczeń sto-



Schemat urządzenia okrzesującego

sowano wyrzynki pozyskane ze świeżo ściętych drzew sosnowych. Średnica okrzesywanych drzew wahała się od 8 do 20 cm. W ramach przeprowadzonych badań wykonano ok. 300 pomiarów. Wyniki badań zestawiono w tabeli. Korzystając z testu X^2 określono istotność wpływu poszczególnych parametrów urządzenia na jakość okrzesywania. Z przeprowadzonej analizy statystycznej wynikają następujące spostrzeżenia.

Zmiana kąta ostrza β z 30° do 45° nie ma istotnego wpływu na zmianę jakości okrzesywania. Jedynie dla kąta przyłożenia $\alpha = 6^\circ$ zaobserwowano bardziej znaczące zmiany. W tym przypadku zwiększenie kąta β spowodowało istotną zmianę tylko jednego ze wskaźników, mianowicie większe odejście noża od strzały.

Liczba próbek, nieodpowiednio okrzyszanych, przy kolejnych wariantach parametrów urządzenia okrzyszującego

Parametry urządzenia				Wskaźniki oceny jakości		
Kąt ostrza (stopni)	Kąt przyłożenia (stopnie)	Siła docisku P (N)	Ogólna liczba próbek	1	2	3
				Liczba próbek, w których zaobserwowano odejście noża większe od 3 mm	Liczba próbek, w których zaobserwowano powstanie wyrwań głębszych niż 2 mm	Liczba próbek, w których zaobserwowano pęknięcia gałęzi lub pozostanie nie odciętych fragmentów drewna
1	2	3	4	5	6	7
30	0	1620	16	6	8	8
		919	18	8	7	13
		568	17	9	4	13
	3	1620	16	7	5	12
		919	15	6	6	9
		568	16	8	4	8
	6	1620	10	2	9	4
		919	9	4	6	5
		568	10	4	3	7
	0	1620	15	9	4	9
		919	19	10	8	13
		568	20	7	7	13
45	3	1620	18	6	8	12
		919	18	5	10	8
		568	18	12	10	10
	6	1620	16	0	14	5
		919	18	2	7	10
		568	18	5	7	9

Zmiana kąta przyłożenia α w granicach 0° do 6° w pewnych przypadkach ma istotny wpływ na jakość okrzesywania. Dla kąta ostrza $\beta = 45^\circ$ i każdej spośród trzech wartości siły docisku zwiększenie kąta przyłożenia powodowało zmniejszenie liczby próbek, w których płaszczyna cięcia była oddalona od tworzącej strzały ponad 3 mm. Dla kąta $\beta = 30^\circ$ i siły docisku $P = 1620$ N okazało się, że zwiększenie kąta przyłożenia istotnie wpływa na wzrost liczby próbek, w których stwierdzono powstanie wyrwań głębszych niż 2 mm.

Siła docisku noża do strzały nie wywiera istotnego wpływu na jakość okrzesywania. Zaobserwowano jedynie, że zwiększeniu siły docisku towarzyszy wzrost częstotliwości występowania wyrwań włókien przy kącie ostrza $\beta = 30^\circ$ i przyłożenia $\alpha = 6^\circ$ oraz przy kącie ostrza $\beta = 45^\circ$ i przyłożenia $\alpha = 6^\circ$. Zwiększenie siły docisku powoduje natomiast zmniejszenie liczby przypadków występowania odchylen noża od prawidłowego toru cięcia przy kątach $\beta = 45^\circ$ i $\alpha = 3^\circ$.

Przeprowadzone badania laboratoryjne pozwoliły stwierdzić, że zasadniczym powodem utrudniającym uzyskanie pożądanej jakości odcinania gałęzi jest budowa drewna sosnowego, a szczególnie chodzi tu o geometrię połączenia gałęzi ze strzałą. Kąt wyrastania jest najczęściej większy od 110° . Przy tym jest on potęgowany promieniowym przejściem (nasadą gałęzi), którego wartość dochodzi do $R = 200$ mm. Przy czym większe wartości R występują przy większych średnicach odcinanych gałęzi. Szczegółowe obserwacje jakości okrzesywania za pomocą noży biernych wykazują, że będą one mogły być wykorzystane w maszynach przeznaczonych do wyróbki tylko niektórych sortymentów, np.: papierówki i drewna tartaczno. Ale i w tym przypadku należałoby dokonać zmiany wymagań jakościowych okrzesywania. Próby takie podjęto np. w Związku Radzieckim, akceptując fakt, że gałęzie nie muszą być odcinane równo z powierzchnią strzały (2). W przypadku wyrabiania tych sortymentów z zaproponowanych przez mnie kryteriów oceny jakości okrzesywania decydujące znaczenie ma wysokość pozostawianych tyłców gałęzi. Wysokość ich powinna być ustalona na podstawie dalszego biegu procesu technologicznego. Będzie ona inna w przypadku korowania korowarkami wirnikowymi, inna zaś w przypadku korowania w korowarkach bębnowych. Obserwacje podczas prowadzonych badań pozwalają przypuszczać, że utrzymanie maksymalnej wysokości nie odciętych fragmentów gałęzi oraz tyłców w granicach 20 mm jest możliwe przy zastosowaniu noży biernych.

5. WNIOSKI

1) Okrzesywanie mechaniczne za pomocą noży biernych, nawet przy bardzo starannym doborze parametrów urządzenia, nie jest w stanie spełnić wymogów obowiązującej obecnie normy.

2) Parametry nożowego urządzenia okrzesywającego powinny wynosić:

— kąt ostrza	$\beta = 30^\circ$
— kąt przyłożenia	$\alpha = 0^\circ$
— siła docisku noża	$P = 1$ kN

3) Okrzesywanie głowicami z nożami biernymi wymaga zmiany obowiązujących norm jakości pozyskiwanego drewna.

Z Zakładu Mechanizacji
Leśnictwa SGGW-AR

LITERATURA

1. Norma polska, BN-75/9220-01
2. Norma radziecka, GOS T 9463-72

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 14 września 1983 r.

Краткое содержание

Автор предлагает следующие критерии оценки качества механической обрезки сучьев:

— отклонение ножа от ствола считается допустимым, если расстояние плоскости резки от ствола не превышает 3 мм;

— глубина повреждения древесных волокон не может превышать 2 мм измеряя от обхвата ствола;

— остающиеся фрагменты ветвей можно признать допустимыми, если их длина не превышает 5 мм.

Представлены также выводы из проведенных исследований:

— механическая обрезка сучьев при помощи пассивных ножей при очень старательном подборе параметров оборудования не в состоянии выполнить требования обязывающей в Польше нормы,

— на основании проведенного анализа, исходя из принятых показателей качества, можно предложить следующие параметры резочного оборудования для обрезки сучьев:

угол заточки $\beta = 30^\circ$

главный задний угол $\alpha = 0^\circ$

сила прихвата ножа $P = 1 \text{ кН}$

Summary

The author proposed following criteria of the valuation of the quality of mechanical limbing:

— the deviation of the knife from the generating line of the stem may be admitted when the distance of the cutting plane from the generating line of the stem does not exceed 3 mm;

the depth of injured wood fibres should not exceed 2 mm, measured from the stem perimeter;

— the remaining fragments of limbs should not exceed 5 mm.

Moreover the author gave conclusions resulting from conducted studies:

— the mechanical limbing with the aid of passive knives, even at very careful selection of parameters of the device, cannot fulfill all requirements of the standards standing in Poland;

— on the base of made analysis, keeping admitted quality indexes, one can propose following parameters of the knife limbing device:

wedge angle $\beta = 30^\circ$

clearance angle $\alpha = 0^\circ$

pressure force of the knife $P = 1 \text{ kN}$

TYLKO PRENUMERATA

GWARANTUJE OTRZYMYWANIE „SYLWANA”