

ВПЛИВ ЗМІНИ РЕЖИМУ РІЗАННЯ БІОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ НА ЯКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ

***В.С. Ловейкін, доктор технічних наук
В.М. Рибалко, кандидат технічних наук***

У процесі механічної обробки кінцівок ВРХ циліндричними фрезами, на деяких ділянках копитаць умови різання суттєво відрізняються від основної поверхні. Аналітичним шляхом встановлено причини погіршення якості поверхні та запропоновано рекомендації по її підвищенню без зміни різального інструменту.

Режим різання, деформація, пластичний зсув, сколювання, біологічний матеріал.

Постановка проблеми. Обрізка та розчистка – одна із найважливіших і трудомістких операцій, що входять до числа обов'язкових заходів з профілактики захворювань копитаць ВРХ. Метою механічної обробки копитаць є зрізання надлишкового рогу та надання їм оптимальної форми, що забезпечує рівномірний розподіл навантаження по всій опорній поверхні кінцівки. При цьому оброблення копитаць повинна мати малу шорсткість, а раковини та тріщини на її поверхні недопустимі.

Аналіз останніх досліджень. Відповідно із відомою теорією різання деревини [1] існує декілька способів утворення якісної поверхні різання. Кожен із загальноприйнятих способів передбачає певний вид деформації оброблюваного матеріалу: пластичний зсув, сколювання, згин із розривом, пластичний згин. Напружений стан стружки визначається у площині руйнування $\pi\pi 2$ величиною напружень зсуву τ_{zc} та розтягу σ_r [2]. Враховуючи особливості обробки біологічного матеріалу (копитцевого рогу) найбільш придатним для усіх умов є пластичний зсув, який забезпечує утворення зливної стружки та створює гладеньку поверхню різання. Умовою утворення пластичного зсуву у площині руйнування є:

$$\tau = \tau_{пр.зс}; \sigma_p \leq \sigma_{пр.р} \quad (1)$$

де τ – дійсні напруження зсуву у площині $\pi\pi 2$; $\tau_{пр.зс}$ – межа пружності при зсуві матеріалу, що підлягає різанню; σ_p – дійсні напруження розтягу у площині руйнування; $\sigma_{пр.р}$ – межа пружності матеріалу при розтягу.

Контрольована сила F_d деформації стружки при даних умовах визначається за такою залежністю :

$$F_d = \frac{2\tau_{пр.зс} \cdot h \cdot b \cdot \cos\psi}{1 + \sin\psi} \quad (2)$$

де h – глибина різання; b – ширина різання; ψ – кут дії (кут між векторами сил) F_d і $F_{др}$ – сили деформації стружки, результуюча сила.

Для даного виду деформації матеріалу дослідним шляхом було встановлено режими різання біологічного матеріалу циліндричними фрезами [2]. Запропонованим різальним інструментом, що працює у встановленому режимі різання, який залежить від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу оброблюють більшу частину опорної поверхні копитець ВРХ. Але існують ділянки копитець, де умови різання суттєво відрізняється від іншої поверхні.

Мета досліджень. Враховуючи зміну умов різання окремих ділянок забезпечити високу якість оброблюваної поверхні без зміни різального інструменту. Використовуючи відому схему сил, що діють у зоні утворення стружки (рис. 1) встановлюємо причини зміни умов процесу різання та їхній вплив на основні показники режиму різання циліндричними фрезами.

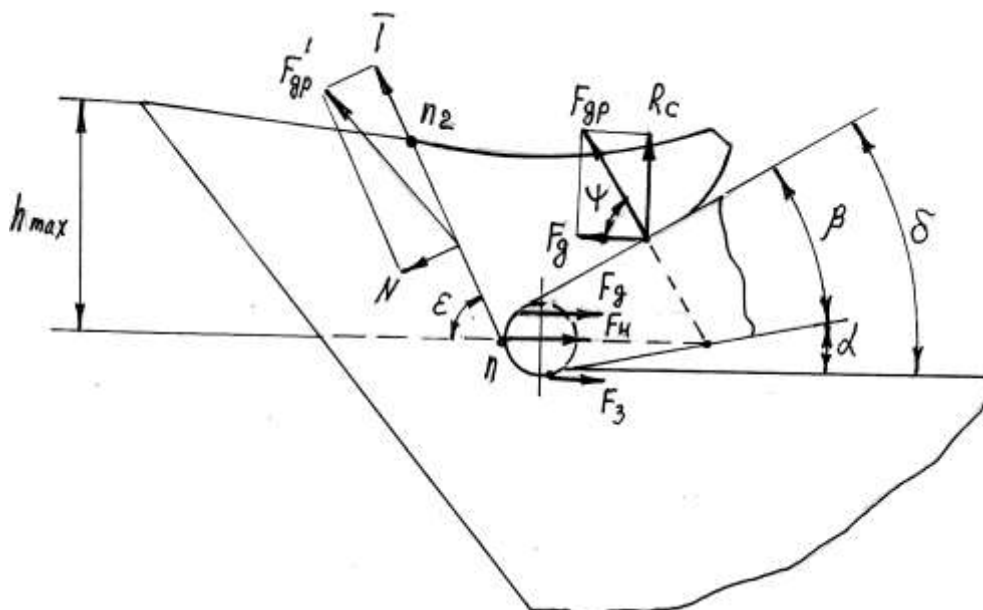


Рис. 1. Схема сил, що діють у зоні утворення стружки у процесі різання біологічного матеріалу циліндричними фрезами.

У процесі обробки копитець ВРХ спеціальним різальним інструментом [2] було помічено, що на найбільш навантажених ділянках опорної поверхні кінцівок, форма стружки суттєво відрізнялася від основної маси стружки. На відміну від основної

стружки яка утворювалася у вигляді тонкої смужки, на окремих ділянках ці смужки склалися із окремих елементів, приблизно однакового розміру. Така форма стружки свідчить про утворення на цих ділянках іншого виду деформації – сколювання. На обробленій поверхні утворюються вм'ятини із нерівними краями, з'являється хвилястість поверхні.

Утворення стружки шляхом сколювання її елементів поперек волокон відбувається при умові, коли:

$$\tau_{зс} = \tau_{в.ск.}; \sigma_p \leq \sigma_{пр.р}, \quad (3)$$

де $\tau_{зс}$ – дійсні напруження зсуву у площині руйнування; $\tau_{в.ск.}$ – межа міцності матеріалу при сколюванні; σ_p – дійсні напруження розтягу у зоні руйнування; $\sigma_{пр.р}$ – межа пружності матеріалу при розтягу.

Зміну виду деформації стружки можна пояснити зміною одного із критеріїв процесу різання. Вираз (3) можна записати у такому вигляді:

$$\tau_{зс} = \frac{F_d}{A_{зс}} = \tau_{в.ск.}, \quad (4)$$

де F_d – сила деформації стружки, $A_{зс}$ – площа зсуву, або різання; $A_{зс} = b \cdot h$, де b – ширина різання; h – глибина різання.

Найбільш чутливим до змін фактором є саме площа $A_{зс}$, оскільки у процесі різання біологічного матеріалу (копитцевого рогу) саме « b » та « h » не є величинами постійними. На кінцях копитцевої стінки копитаць ВРХ та найбільш навантажених місцях (середня частина стінки) ці величини суттєво різняться від значень основного масиву копитцевого рогу. Різке, локальне зменшення площі різання веде до зростання напружень зсуву, які досягають у цих місцях границі міцності при зсуві – $\tau_{в.зс}$.

Силу деформації стружки у даних умовах можна визначити за залежністю:

$$F_d = \frac{2\tau_{в.зс} \cdot h \cdot b \cdot \cos\psi}{\sin\psi - f_\tau \cos\psi + \frac{1}{\cos\eta_\tau}}, \quad (5)$$

де ψ – кут дії, f_τ – коефіцієнт тертя; η_τ – кут тертя.

Довжину елемента стружки l_k визначають за залежністю:

$$l_k = 2h \frac{\tau_{в.зс.}}{\tau_{в.зм.}} \cdot \frac{\cos\eta_d \cdot \cos\psi}{\sin(\delta + \eta_d) \left(\sin\psi - f_\tau \cos\psi + \frac{1}{\cos\eta_\tau} \right)}. \quad (6)$$

Хід різця x_1 , що відповідає утворенню одного елемента стружки:

$$x_1 = l_k (\cos\delta + \sin\delta \cdot \text{ctg} \cdot \varepsilon). \quad (7)$$

Із врахуванням того, що величина кута ε_c (кут, при якому напруження $\tau_{зс}$ досягають) максимального значення:

$$\varepsilon_0 = \frac{90^\circ + \psi - \eta_\tau}{2}. \quad (8)$$

Визначаємо x_1 :

$$x_1 = l_k \frac{\cos\delta + \sin(\delta + \psi - \eta_\tau)}{1 + \sin(\psi - \eta_\tau)}. \quad (9)$$

Для встановлення характеру змін у процесі утворення стружки даного типу необхідно встановити, які фактори впливають на силу деформації стружки та наскільки вони здатні впливати на її величину:

$$F_d = \sigma_{в.зм.} \frac{1 + \sin(\psi - \eta_\tau)}{\cos\delta + \sin(\delta + \psi - \eta_\tau)} \cdot \frac{\sin(\delta + \eta_d)}{\cos\eta_d} \cdot x_1. \quad (10)$$

Із цієї залежності випливає, що при постійних величинах, що характеризують механічні властивості оброблюваного матеріалу та геометричних параметрів різального інструменту, сила деформації F_d стружки залежить від положення різального інструменту відносно поверхні різання – параметра x_1 .

При порівнянні залежностей, що визначають сили деформації стружки в умовах двох видів деформації: пластичного зсуву (2) та сколювання (5) встановлено, що при однакових показниках, які характеризують геометричні характеристики різального інструменту і деякі механічні характеристики біологічного матеріалу, величина сили F_d буде більшою у другому випадку. Це пояснюється тим, що у виразі (5) у чисельнику є границя міцності $\tau_{в.зс.}$ при зсуві, тоді як у виразі (2) – границя пружності $\tau_{пр.зс.}$ при зсуві. Дослідним шляхом встановлено, що $\tau_{в.зс.} = 5,44 \pm 0,126$ МПа, а $\tau_{пр.зс.} = 7,94 \pm 0,232$ для копитцевого рогу густиною $\rho = 1300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ та вологістю $k_\eta = 30$ [2]. Різниця у показниках механічних властивостей складає 30%, отже і величина сили F_d деформації стружки в умовах сколювання буде більшою на таку ж величину.

Для зменшення сили F_d деформації стружки, зменшення показники x_1 та переходу на інший вид деформації біологічного матеріалу, а саме пластичний зсув, потрібно зменшити величину S_z подачі на зуб циліндричної фрези.

Для цього необхідно скористатися графічною залежністю сили різання F_z від глибини різання t та подачі S_z , яка була встановлена експериментальним шляхом [3]. Для ручного різального інструменту, де величина подачі на зуб фрези S_z не контролюється, необхідно тимчасово збільшити швидкість різання v , скориставшись дослідними даними впливу швидкості різання біологічного матеріалу на шорсткість обробленої поверхні [3].

Висновок. Циліндричні фрези (стандартні) є досконалим інструментом для різання біологічного матеріалу, оскільки забезпечують високу якість механічної обробки опорної поверхні кінцівок ВРХ, у широкому діапазоні зміни механічних властивостей копитцевого рогу.

Список літератури

1. Воскресенский С.А. Резание древесины / С.А. Воскресенский. – Л.: Гослесбумиздат, 1955. – 195 с.
2. Ловейкін В.С. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів пристроїв для різання біологічного матеріалу : монографія / В.С. Ловейкін, В.М. Рибалко. – Ромни: ІСА-Інтерпапір, 2009. – 202 с.
3. Рибалко В.М. Особливості механічної обробки біологічного матеріалу / В.М. Рибалко, В.Ф. Ярошенко // Агротехнічний науково-методичний збірник. – Ніжин: Лисенко М М, 2005. – С. 91–97.

В процессе механической обработки конечностей КРС цилиндрическими фрезами, на некоторых участках конечностей условия резания существенно отличаются от основной поверхности. Аналитическим путем установлено причины ухудшения качества поверхности и предложены рекомендации по ее повышению без смены режущего инструмента.

Режим резания, деформация, пластический сдвиг, скалывание, биологический материал.

In process of machining cylindrical cutter limbs of cattle, in some areas hooves cutting conditions differ substantially from main surface. Analytically determined causes deterioration of the surface and provide recommendations for improving it without changing the cutting tool.

Cutting, deformation, ductile shear, shearing, biological material.

УДК 631.171.075.3

ФОРМУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ДО ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Л.Л. Роговський, кандидат технічних наук

Запропоновано загальні методичні засади до формування елементної бази сільськогосподарських машин.

Елемент, база, машина.

Постановка проблеми. Підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції пов'язане з створенням та реалізацією нових прогресивних технологій, які

© Л.Л. Роговський, 2014