

УДК 631.363

ДОСЛІДЖЕННЯ РОТАЦІЙНОЇ СТРИГАЛЬНОЇ МАШИНКИ

В. С. Хмельовський, К. Д. Веселівський

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція авторів: brnivl2020@gmail.com.

Історія статті: отримано – червень 2020, акцептовано – жовтень 2020.

Бібл. 7, рис. 6, табл. 0.

Анотація. Ефективність стрижки овець в значній мірі залежить від продуктивності стригалів. За рахунок механічної енергії машинки відбувається тільки перерізання шерстяних волокон, а її переміщення по поверхні тіла тварини здійснюється людиною – стригалем. Стригальми високої кваліфікації при стрижці тонкорунних овець з широкозахватною гребінкою ($b=76,8$ мм) використовується приблизно 90% її ширини, низької та середньої 50-75 %. Найбільш професійні стригалі працюють, як правило, вузькозахватними гребінками ($b=57,6$ мм), тому що вузькозахватна гребінка чинить, при стрижці, менший опір на руку стригалю і дає можливість переміщувати машинку з більшою швидкістю, у порівнянні з широкозахватною. Отже, працездатність стригалю залежить від наступних факторів: сили тяги – P , швидкості руху – V , часу роботи (тривалість робочого процесу) – t . Теоретичні розрахунки показали, що при максимальному зусиллі стригалю оптимальна швидкість подачі складає 0,93 м/с, а навантаження на руку стригалю не повинно перевищувати 30,6 Н. Збільшення навантаження на руку стригалю більш ніж 30,6 Н викликає зниження швидкості подачі, та відповідно, зменшення продуктивності.

В світовій практиці стрижки овець виділяють два найбільш вдалих технічних рішення: зворотно поступальний різальний апарат та ротаційний. Аналіз кожного з варіантів показав, що у зворотно-поступального різального апарату, при недотриманні технологічних параметрів, різко знижується якість роботи (збільшується вміст січки) та зростає споживана потужність.

Січка, як і перестриг, небажані в процесі стрижки, їх сумарний вміст у руні не повинен перевищувати 1%. Якщо останній залежить від кваліфікації стригалю, то перша переважно від сукупності геометричних, конструктивних та технологічних параметрів різального апарату та стригальної машинки.

Різання вовни з обертовим характером руху ножа передбачає, що при повторному проході по вже остриженій поверхні лише розчісує вовну, в наслідок не виконання умов защемлення матеріалу. Ротаційний рух ножа дозволяє позбавитись від повторного зрізання вовни (утворення січки) та приводить до зменшення енергоємності процесу в межах 20 %.

Нами було розроблено стенд, який має можливість визначити силу опору переміщення стригальної машинки у вовняному шарі та споживану потужність урухомлення машинки, яка затрачається під час стрижання, шляхом зміни швидкості руху стригальної машинки.

Порівнюючи МСУ-200 та ротаційну стригальну машинку можна відмітити, що споживана потужність розробленої машинки, в порівнянні з базовою, зменшилась в 2,2-2,3 рази. Сила опору переміщення зменшилась в 1,2-1,4 рази, а також зменшилась кількість січки в 3,2-3,5 разів.

Ключові слова: стрижка овець, вовна, стригальна машинка, повторний зріз, утворення січки.

Постановка проблеми

Ефективність стрижки овець в значній мірі залежить від продуктивності стригалів. Намагаючись підвищити продуктивність праці тільки за рахунок покращення машинки без вдосконалення технології стрижки, організації праці та підвищення кваліфікації виконавця - цілком природно, але на жаль це неможливо та мало ефективно. При цьому необхідно враховувати, що стригальна машинка – це ручний інструмент. За рахунок механічної енергії машинки відбувається тільки перерізання шерстяних волокон, а її переміщення по поверхні тіла тварини здійснюється людиною – стригалем [1, 2].

Встановлено, що стригальми високої кваліфікації при стрижці тонкорунних овець з широкозахватною гребінкою ($b=76,8$ мм) використовується приблизно 90% її ширини. Стригальні низької та середньої кваліфікації використовують тільки 50-75 % загальної ширини захвату такої гребінки [1, 2, 3]. Найбільш професійні стригалі працюють, як правило, вузькозахватними гребінками ($b=57,6$ мм). Це можна пояснити тим, що вузькозахватна гребінка чинить при стрижці менший опір на руку стригалю і дає можливість переміщувати машинку з більшою швидкістю у порівнянні з широкозахватною.

Отже, працездатність стригалю залежить від наступних факторів: сили тяги – P , швидкості руху – V , часу роботи (тривалість робочого процесу) – t .

Для оцінки працездатності стригалі запропонована залежність $V_{ср} = f(P)$ [2]:

$$V_{ср} = 1,14 \cdot \left(1 - \frac{P_{ср}}{80}\right) + 0,99 \cdot \left(1 - \frac{P_{ср}}{80}\right)^3 \quad (1)$$

де $V_{ср}$ – швидкість руху руки стригалі при робочому ході машинки, м/с;

$P_{ср}$ – сила подачі (тяга), що розвивається рукою стригалі при швидкості $V_{ср}$, Н.

Потужність, що розвивається рукою стригалі, описується формулою:

$$N_{ср} = V_{ср} \cdot P_{ср} \quad (2)$$

Розв'язок виразів (1) та (2) показав, що при максимальному зусиллі стригалі оптимальна швидкість подачі складає 0,93 м/с, а навантаження на руку стригалі не повинно перевищувати 30,6 Н. Збільшення навантаження на руку стригалі більш ніж 30,6 Н викликає зниження швидкості подачі, та відповідно, зменшення продуктивності. Зниження навантаження менш ніж 30,6 Н дає змогу збільшити швидкість подачі та продуктивність стригалі [2].

Аналіз останніх досліджень

В світовій практиці стрижки овець виділяють два найбільш вдалих технічних рішення: зворотно-поступальний різальний апарат з ексцентриковим механізмом та ротаційний різальний апарат з механічною передачею. Слід зазначити, що обидва варіанти мають двигун сумісний з рукояткою [3, 4].

При більш детальному аналізі кожного з варіантів, можна відмітити, що у зворотно-поступального різального апарата при недотриманні технологічних параметрів різко знижується якість роботи (збільшується вміст січки) та зростає споживана потужність [3], що видно з рисунку 1.

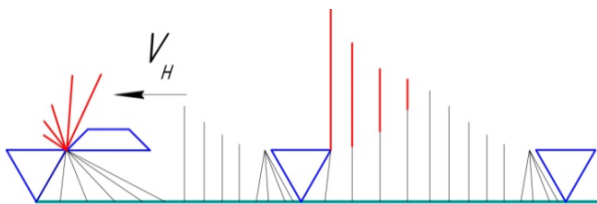


Рис. 1. Процес різання вовни різальною парою зі зворотно-поступальним рухом ножа.

Fig. 1. The process of cutting wool with cutting steam with reciprocating movement of the knife.

Січка як і перестриг небажані в процесі стрижки, їх сумарний вміст у руні не повинен перевищувати 1%. Якщо останній залежить від кваліфікації стригалі, то перша переважно від сукупності геометричних, конструктивних та технологічних параметрів різального апарату та стригальної машинки.

Величина січки, повторного зрізання вовни, вказує на ефективність різального апарату інакше кажучи на його досконалість, довершеність. За наявності повторних пробігів (зрізів) – збільшується сила різання, що призводить до збільшення енергозатрат на процес. Так площа повторних проходів ножа в стригальних машинках зі зворотно-

поступальним характером рух ножа складає до 33,6 % остриженої поверхні, рис. 1 [2].

Для зменшення площ подвійного пробігу ножа, а відповідно і кількості січки, рекомендується переміщати стригальну машинку з оптимальною швидкістю [1, 2]. Але дотримання виконання цієї умови на практиці неможливо, оскільки значення швидкості подачі машинки V_H , в основному, визначається станом вовняного покриву тварини та кваліфікацією стригалі [3, 4].

Розглянемо схему процесу різання вовни різальною парою з обертотворним характером руху ножа, представлену на рисунку 2.



Рис. 2. Процес різання вовни різальною парою з обертотворним характером руху ножа.

Fig. 2. The process of cutting wool with cutting steam with the rotational nature of the movement of the knife.

Ніж обертається в одному напрямку, а при повторному проході по вже остриженій поверхні – лише розчісує вовну, в наслідок не виконання умов защемлення матеріалу. Ротаційний рух ножа дозволяє позбавитись від повторного зрізання вовни (утворення січки). Це може призвести до зменшення енергомісткості процесу різання в межах 20 %, а також зменшення вмісту січки у руні – підвищити якість.

Мета досліджень

Метою роботи було: визначити силу опору переміщення стригальної машинки в вовняному шарі та споживану потужність привода машинки, яка затрачається під час стрижки, шляхом зміни швидкості руху стригальної машинки.

Під час дослідження використовувався розроблений нами стенд для випробування ручних різальних інструментів, на якому проводились лабораторно-експериментальні дослідження стригальних машинок МСУ-200, МСО-77В, N1J-GM01-76 та ротаційного типу.

Для визначення споживаної потужності на урухомлення стригальної машинки, використовували аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) та струмові кліщі. Дослідження проводились при температурі навколишнього середовища від + 14 °С до + 25 °С.

Результати досліджень

Під енергетичними характеристиками ми розуміємо силу опору переміщення стригальної машинки в вовняному шарі та споживану потужність

на урухомлення машинки, яка затрачається під час стриження. З метою визначення останніх та встановлення залежностей між ними, геометричними та технологічними параметрами, нами був розроблений стенд для випробування ручних різальних інструментів, схема якого представлена на рисунку 4 та 5. На якому проводяться лабораторно-експериментальні дослідження стригальних машинок MSU-200, MCO77B, N1J-GM01-76 та ротаційного типу рисунок 3 [5, 6].



Рис. 3. Досліджувані стригальні машинки: N1J-GM01-76, MSU-200, MCO-77B та стригальна машинка ротаційного типу.

Fig. 3. Researched clippers: N1J-GM01-76, MSU-200, MCO-77V and rotary shearing machine.

Стенд забезпечує:

- можливість зміни та контролю швидкості подачі стригальної машинки у діапазоні $v_{\Pi} = 0,1 - 2,5$ м/с;
- можливість зміни та контролю частоти обертання ножа у діапазоні $n_H = 500 - 4000$ об/хв, $n_H = 8,33 - 66,70$ с⁻¹;
- можливість зміни та контролю кута входження різального апарату в вовну у діапазоні $\alpha = 0 - 20^\circ$;
- можливість контролю споживаної потужності урухомлення стригальної машинки у діапазоні $N_{El} = 1 - 4000$ Вт;
- можливість контролю сили опору переміщення в діапазоні $F_{OP} = 1 - 375$ Н.

Стенд [7] складається з напрямної рами 1, вздовж якої пересувається візок 2. На візку розміщений тримач 3 з можливістю вертикального пересування. На тримачі 3 встановлюють досліджувані інструмент 4 (наприклад, стригальна машинка) з можливістю регулювання кута його нахилу до горизонту. На робочому столі 5 є пристрій 6 кріплення досліджуваного матеріалу 7 (овчина). Візок 2 з'єднаний з урухомлювальним барабаном 8 за допомогою канату 9 через розмикач 11. Барабан 8 встановлений на столі 5 і приводиться в дію електродвигуном 10. На рамі 1 встановлено також стопор 12 для візка 2. На візку 2 є тензометричний датчик 13 (на зусилля розтягу-стискування). На валах приводів інструменту 4 та електродвигуна 10 встановлені датчики обертів відповідно 14 та 16.

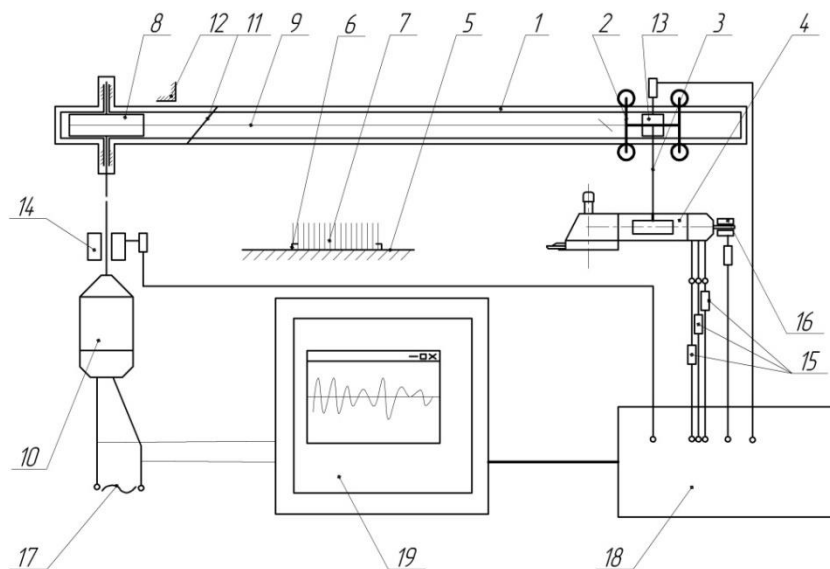


Рис. 4. Схема стенда для випробування ручних різальних інструментів: 1 – рама; 2 – візок; 3 – тримач; 4 – стригальна машинка; 5 – стіл; 6 – тримач овчини; 7 – овчина (штучна вовна); 8 – привідний барабан (вісь); 9 – трос; 10 – привід; 11 – роз'єднувач; 12 – стопор; 13 – тензометричний датчик; 14 – датчик Холла; 15 – струмові кліщі; 16 – датчик обертів; 17 – електромережа 220В; 18 – аналогово-цифровий перетворювач; 19 – ПК з програмним забезпеченням.

Fig. 4. Scheme of the stand for testing hand cutting tools: 1 – frame, 2 – trolley, 3 – holder, 4 – clipper, 5 – table, 6 – sheepskin holder, 7 – sheepskin (artificial wool), 8 – drive drum (axis), 9 – cable, 10 – drive, 11 – disconnecter, 12 – stopper, 13 – strain gauge, 14 – Hall sensor, 15 – current clamps, 16 – speed sensor, 17 – 220V electrical network, 18 – analog-to-digital converter, 19 – PC with software

Урухомлення інструменту 4 та електродвигун 10 під'єднуються до мережі 17. Параметри споживаної

потужності приводом інструмента 4 (стригальної машинки) записуються до ПК 19 за допомогою

аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) 18 через струмові кліщі 15. (рис. 5).

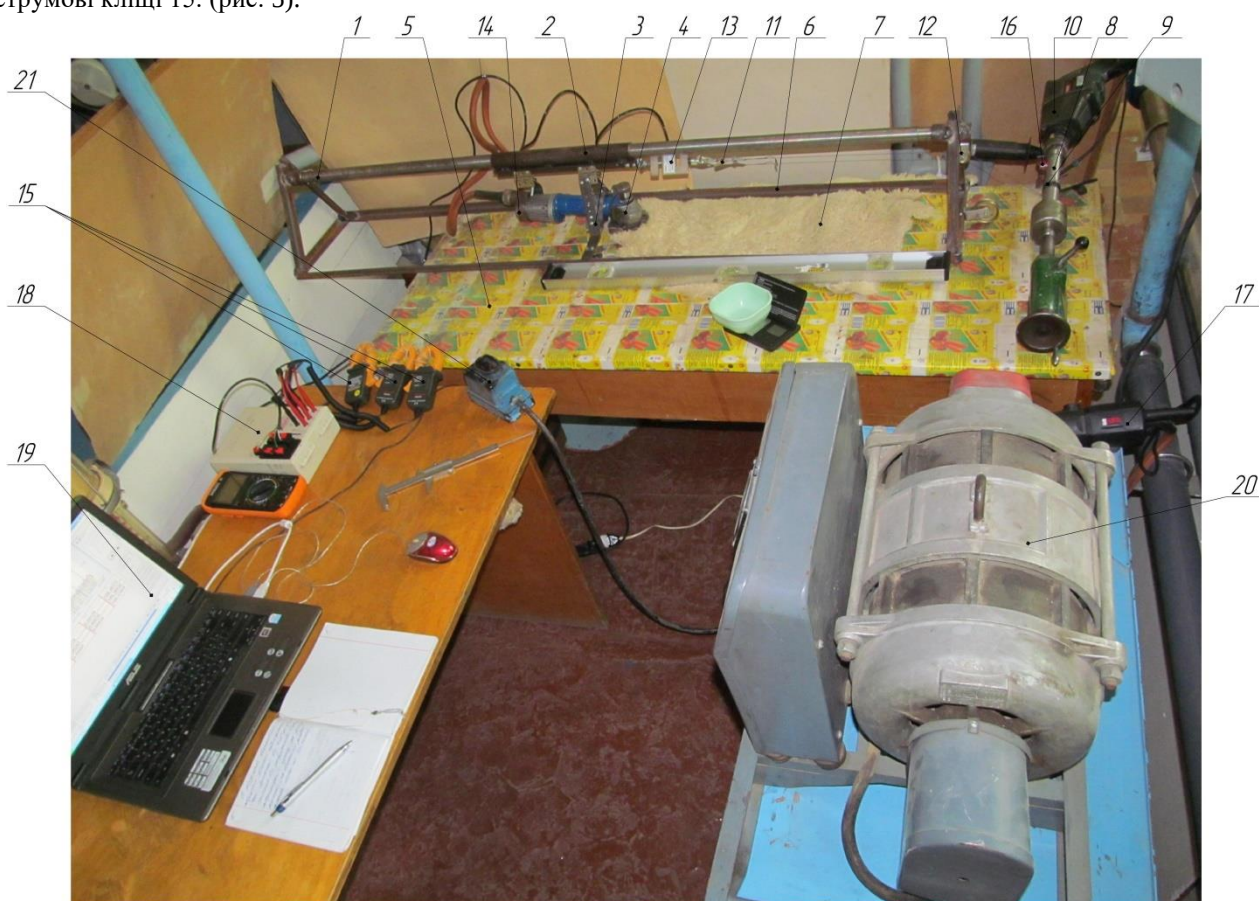


Рис. 5. Загальний вигляд стенда для випробування ручних різальних інструментів: 1 – рама, 2 – візок, 3 – тримач, 4 – стригальна машинка, 5 – стіл, 6 – тримач овчини, 7 – овчина (штучна вовна), 8 – привідний барабан (вісь), 9 – трос, 10 – привід, 11 – роз’єднувач, 12 – стопор, 13 – тензометричний датчик, 14 – датчик Холла, 15 – струмові кліщі, 16 – датчик обертів, 17 – електромережа 220В, 18 – аналогово-цифровий перетворювач, 19 – ПК з програмним забезпеченням, 20 – частотний перетворювач, 21 – механічний пускач приводу стригальної машинки.

Fig. 5. General view of the stand for testing hand cutting tools: 1 – frame, 2 – cart, 3 – holder, 4 – clipper, 5 – table, 6 – sheepskin holder, 7 – sheepskin (artificial wool), 8 – drive drum (axis), 9 – cable, 10 – drive, 11 – disconnecter, 12 – stopper, 13 – strain gauge, 14 – Hall sensor, 15 – current clamps, 16 – speed sensor, 17 – 220 V mains, 18 – analog-to-digital converter, 19 – PC with software, 20 – frequency converter, 21 – mechanical starter drive.

На основі попередньо проведених теоретичних досліджень, маючи змінні комплекти різальних пар та керуючи частотою обертів ножа, кутом нахилу до остриженої поверхні та швидкістю подачі машинки визначаємо такі енергетичні показники, як сила опору переміщення стригальної машинки та величину споживаної потужності електродвигуном на процес зняття вовни.

Спочатку визначаємо залежності змін сили опору переміщення та споживаної потужності без навантаження, потім при навантаженні. Різниця між останніми дає змогу оцінити роботу різального апарату при різних режимах.

Протягом дослідів до ПК 19 через АЦП 18 від датчиків 13, 14, 15, та 16 надходять такі показники, що змінюються в часі: частота обертів електродвигуна 10 та приводу інструменту 4, сила опору переміщення візка 2 (інструменту 4). Також АЦП 18 реєструє зміну споживану потужність електроурухомлення 4. Ці показники обробляються ПК 19 і відповідно до встановленої програми подаються в вигляді таблиць,

графіків чи рівнянь регресії. Які в подальшому використовуються при аналізі впливу досліджуваних факторів на ефективність роботи різального інструменту.

На екрані ПК 19, в режимі реального часу, будуються графіки зміни сили опору переміщення, споживаної потужності від часу при заданих: частоті обертання ножа та швидкості подачі з урахуванням комплексу різальних пар.

Після відсіювання маємо остаточні рівняння регресії:

$$Y_1 = 106,06 + 1,25X_1 + 1,75X_2 + X_3 + 2,95X_1^2 - 3,5X_1X_2 + 2,5X_2X_3 \quad (3)$$

$$Y_2 = 41,4 - 1,25X_1 + 2,25X_2 + 9X_3 + 1,5X_2X_3 \quad (4)$$

$$Y_3 = 4 - 1,25X_1 - 0,875X_2 - 1,125X_3 + 5,125X_1^2 + 1,875X_2^2 + 2,5X_1X_2 - 1,5X_1X_3 + 3,75X_2X_3 \quad (5)$$

Після розкодовування рівняння регресії мають вигляд:

$$N = 183,68,187 - 3,05625z - 23,75v - 0,0383333n + 0,083333nv - 8,75zv + 0,184375z^2 \quad (6)$$

$$F = 23,2125 - 0,3125z - 112,5v + 0,005n + 0,05nv \quad (7)$$

$$k = 376,695 - 13,5156z - 665v - 0,03999n - 0,00125zn + 0,125vn + 6,25zv + 0,32z^2 + 187,5v^2 \quad (8)$$

З метою порівняння ефективності роботи стригальних машинок зі зворотно-поступальним рухом та ротаційним, нами побудовано графік, що характеризує зміну споживаної потужності, сили опору переміщення та якості роботи від зміни швидкості подачі. Також на ньому відзначено пунктиром теоретичну залежність споживаної потужності (рис. 6).

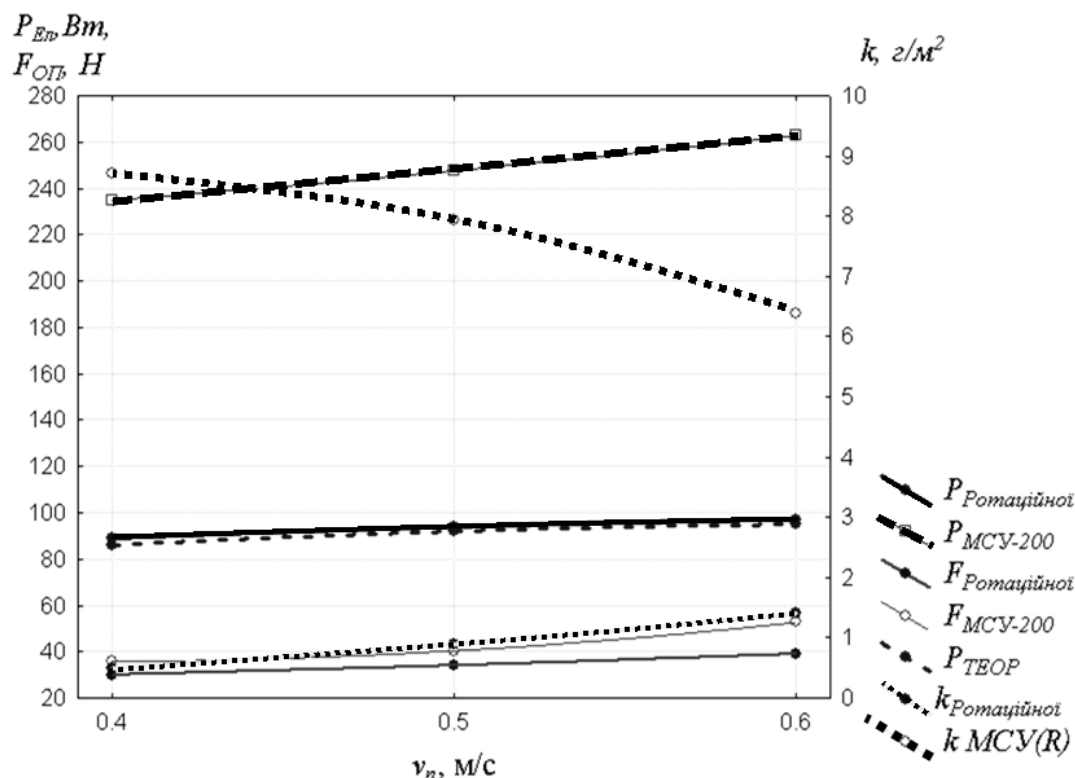


Рис. 6. Графік залежності споживаної потужності, сили опору переміщення та якості роботи стригальних машинок МСУ-200 та ротаційної від швидкості її подачі, при оптимальних $z = 25$ та $(n = 3000 \text{ об/хв}), n = 50 \text{ с}^{-1}$.

Fig. 6. Graph of power consumption, displacement resistance and quality of work of MSU-200 and rotary shearing machines on its feed speed, at optimal $z = 25$ and $(n = 3000 \text{ rpm}), n = 50 \text{ s}^{-1}$.

Порівнюючи МСУ-200 та ротаційну стригальні машинки можна відмітити, що споживана потужність розробленої машинки в порівнянні з базовою зменшилась в 2,2–2,3 рази.

Сила опору переміщення зменшилась в 1,2–1,4 рази. Так само зменшилася й кількість січки в 3,2–3,5 разів.

Також слід відмітити, що розбіжність теоретичних та експериментальних даних не перевищує 3%. Що дає змогу говорити про відповідність експериментальних з теоретичними залежностями та можливості застосування останніх при дослідженні процесу стрижки овець різних порід зокрема.

Висновки

1. Лабораторними дослідженнями на овчинах тонкорунних овець та штучному хутрі було остаточно встановлено наступні раціональні конструктивно-технологічні параметри стригальної машинки ротаційного типу: частота обертів ножа 48,3–50,0 с^{-1}

(2900–3000 об/хв), кількість зубців гребінки 23–25, швидкість подачі 0,6–0,7 м/с, що призвело до підвищення якості стрижки в 3,6–4 рази, зменшення споживаної потужності урухомлення у 1,5–2 рази та сили опору переміщення в 1,2–1,3 рази.

Список літератури

1. Ревенко І., Веселівський К. Анализ технических средств для стрижки овец с возвратно-поступательным характером движения ножа на территории СНГ. Motrol. commission of motorization and energetics in agriculture. 2013. Vol. 15. No 3. P. 52-59.
2. Крысюк В. И. Технологические и инженерно-технические основы процесса стрижки овец: дис. доктора с.-х. наук: 05.20.01. Ставрополь. 1983. 385 с.
3. Ревенко І. І., Веселівський К. Д. Розробка стригальної машинки ротаційного типу. Праці ТДАТУ. 2011. Вип. 11. Т. 5. С. 65-67.
4. Ревенко І. І., Білько В. В. Патент № 72772 Україна. Машинка для стрижки овець. Опубл. 15.04.2005. Бюл. № 4.

5. Клюев С. В., Клюев А. В. Оптимальное проектирование конструкций с учетом их устойчивости. Germany. Lambert, 2011. 141 с.

6. Ревенко І. І., Веселівський К. Д. Патент на корисну модель № 70018 Україна, B26B 25/00. Стригальна машинка ротаційного типу; заявник і патентовласник Національного університету біоресурсів і природокористування України. № у 201113005; заявлено 04.11.2011 ; опубліковано 25.05.2012. Бюл. № 10.

7. Веселівський К. Д. Патент на корисну модель № 73169 Україна, G01M 99/00. Стенд для випробувань ручних різальних інструментів; заявник і патентовласник Веселівський К. Д. № у 201203657; заявлено 26.03.2012 ; опубліковано. 10.09.2012, Бюл. № 17.

References

1. Revenko I., Veselivsky K. (2013). Analysis of technical means for shearing sheep with the reciprocating nature of the movement of the knife on the territory of the CNG. Motrol. commission of motorization and energetics in agriculture. 15(3). 52-59.

2. Krysiuk V. I. (1983). Technological and engineering-technical bases of the sheep shearing process: 05.20.01. Stavropol. 385.

3. Revenko I. I. (2011). Development of a rotary type shearing machine. Proceedings of TSATU. 11(5). 65-67.

4. Patent № 72772 (Ukraine). (2005). Sheep shearing machine. I. I. Revenko, V. V. Bilko. Publ. 15.04.2005. Bull. № 4.

5. Klyuev S. V., Klyuev A. V. (2011). Optimal design of structures taking into account their stability. Germany. Lambert. 141.

6. Revenko I. I., Veselivsky K. D. (2011). Utility model patent № 70018 Ukraine, B26B 25/00. Rotary type shearing machine; applicant and patent owner of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. № у 201113005; filed 04.11.2011; published 25.05.2012. Bull. № 10.

7. Veselivsky K. D. (2012). Utility model patent № 73169 Ukraine, G01M 99/00. Stand for testing hand cutting tools; applicant and patent owner Veselivsky K. D. № у 201203657; filed 26.03.2012; published. 10.09.2012, Bull. № 17.

ИССЛЕДОВАНИЕ РОТАЦИОННОЙ СТРИГАЛЬНОЙ МАШИНЫ

В. С. Хмелевский, К. Д. Веселівський

Аннотация. Эффективность стрижки овец в значительной степени зависит от производительности стригалей. За счет механической энергии машинки происходит только перерезание шерстяных волокон, а ее перемещение по поверхности тела животного осуществляет человек – стригаль. Стригаль высокой квалификации при стрижке тонкорунных овец с широкозахватной гребенкой ($b = 76,8$ мм) использует примерно 90% ее ширины, низкой и средней 50–75%. Наиболее профессиональные стригали работают, как правило, с узкозахватными гребешками ($b = 57,6$ мм),

потому что узкозахватные гребенки оказывают при стрижке меньшее сопротивление на руку стригаль и дают возможность перемещать машину с большей скоростью по сравнению с широкозахватной. Итак, работоспособность стригаль зависит от следующих факторов: силы тяги – P , скорости движения – V , времени работы (продолжительность рабочего процесса) – t . Теоретические расчеты показали, что при максимальном усилии стригаль оптимальная скорость подачи составляет 0,93 м/с, а нагрузка на руку стригаль не должна превышать 30,6 Н. Увеличение нагрузки на руку стригаль более чем 30,6 Н вызывает снижение скорости подачи, и соответственно, уменьшение производительности.

В мировой практике стрижки овец выделяют два наиболее удачных технических решения: обратное поступательный режущий аппарат и ротационный. Анализ каждого из вариантов показал, что в возвратно-поступательном режущем аппарате при несоблюдении технологических параметров резко снижается качество работы (увеличивается содержание сечки) и растет потребляемая мощность.

Сечка или перестриг нежелательны в процессе стрижки, их суммарное содержание в руне не должно превышать 1%. Если последний зависит от квалификации стригаль, то первая преимущественно от совокупности геометрических, конструктивных и технологических параметров режущего аппарата и стригальной машинки.

Стрижка шерсти с вращающимся характером движения ножа предусматривает, что при повторном проходе по уже остриженной поверхности, шерсть только расчесывается, в следствии невыполнения условий защемления материала. Ротационное движение ножа позволяет избавиться от повторного срезания шерсти (образование сечки) и приводит к уменьшению энергоемкости процесса в пределах 20%.

Нами был разработан стенд, который имеет возможность определить силу сопротивления перемещения стригальной машинки в шерстяном слое и потребляемую мощность привода машинки, которая используется при стрижке, путем изменения скорости движения стригальной машинки.

Сравнивая МСУ-200 и ротационную стригальную машинку, можно отметить, что потребляемая мощность разработанной машинки, по сравнению с базовой, уменьшилась в 2,2–2,3 раза. Сила сопротивления перемещения уменьшилась в 1,2–1,4 раза, а также уменьшилось количество сечки в 3,2–3,5 раз.

Ключевые слова: стрижка овец, шерсть, стригальной машинка, повторный срез, образования сечки.

RESEARCH OF A ROTARY CUTTING MACHINE

V. S. Khmelovskiy, K. D. Veselivskiy

Abstract. Shearing efficiency is highly dependent on the performance of the shearers. Due to the mechanical energy of the machine, only the cutting of woolen fibers occurs, and its movement on the surface of the animal's body is carried out by a person – the shearer. A highly skilled shearer when shearing fine-wooled sheep with a

wide-grip comb ($b = 76.8$ mm) uses about 90% of its width, low and medium 50–75%.

The most professional shears usually work with narrow gripping combs ($b = 57.6$ mm), because narrow gripping combs provide less resistance on the shear's hand when clipping and make it possible to move the machine at a higher speed than wide-gripping combs. So, the shear's performance depends on the following factors: traction force – P , movement speed – V , operating time (duration of the working process) – t . Theoretical calculations showed that with the maximum shear force, the optimal feed rate is 0.93 m/s, and the load on the shear arm should not exceed 30.6 N. An increase in the shear arm load of more than 30.6 N causes a decrease in the feed rate, and, accordingly, a decrease in productivity. In the world practice of shearing sheep, there are two most successful technical solutions: a reverse translational shearing device and a rotary one. The analysis of each of the options showed that in the reciprocating cutting device, if the technological parameters are not observed, the quality of work sharply decreases (the content of the cut increases) and the power consumption increases.

Cutting or re-trimming is undesirable during the cutting process, their total content in the fleece should not exceed 1%. If the latter depends on the qualifications of the shearer, then the first depends mainly on the combination of geometric, design and technological parameters of the cutting apparatus and the shearing machine.

Shearing of wool with a rotating character of the knife movement provides that when passing over an already trimmed surface, the wool is only combed due to failure to meet the conditions for pinching the material. The rotary movement of the knife allows you to get rid of repeated cutting of the wool (chapping) and leads to a decrease in the energy intensity of the process within 20%.

We have developed a stand that has the ability to determine the force of resistance to the movement of the clipper in the woolen layer and the power consumption of the drive of the clipper, which is used for clipping, by changing the speed of the clipper.

Comparing the MSU-200 and the rotary shearing machine, it can be noted that the power consumption of the developed machine, in comparison with the base one, has decreased by 2.2–2.3 times. The force of resistance to movement has decreased by 1.2–1.4 times, and the amount of cut has also decreased by 3.2–3.5 times.

Key words: sheep shearing, wool, shearing machine, re-cutting, chaffing.

В. С. Хмельовський ORCID 0000-0002-6018-8821.

К. Д. Веселівський ORCID 0000-0002-4168-976X.

