

**III. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА**

УДК 631.363

**ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ НАТИСКНОГО МЕХАНІЗМУ
ВИСОКОШВИДКІСНОЇ СТРИГАЛЬНОЇ МАШИНКИ**

Грицун Анатолій Васильович, к.с.-г.н., доцент
Бабин Ігор Анатолійович, асистент
Вінницький національний аграрний університет

A. Hrytsun, PhD, Associate Professor
I. Babyn, Assistant
Vinnytsia National Agrarian University,

Проведені дослідження по обґрунтуванню раціональної конструкції натискного механізму, важеля та ексцентрикового механізму стригальної машинки.

Викладені результати теоретичних досліджень технологічних і технічних параметрів високошвидкісних стригальних машинок та деяких їх робочих органів.

Для обґрунтування параметрів конструкції натискного механізму шляхом усунення відхилень центрів коливань упорного стержня і важеля від їх оптимального положення в напрямку, перпендикулярному осі симетрії машинки, необхідно ввести в креслення на корпуси стригальних головок допуски на взаємне положення отвори під центр коливань важеля і похилого отвору під нажимний механізм. Вісь отвору під центр коливань важеля і вісь похилого отвору під нажимний механізм повинні виготовлятися по високому класу точності на загальній площині, перпендикулярній до площини прилягання гребінки.

Ключові слова: стрижка овець, стригальна машинка, умови зрізу вовни, натискний механізм, важіль, ексцентриковий механізм.

Ф. 13. Рис. 3. Літ. 5.

1. Постановка проблеми

Недосконалість конструкції натискного механізму, важеля і ексцентрикового механізму в існуючих стригальних машинках перешкоджає підвищенню швидкості різання, погіршує умови зрізу вовни, призводить до підвищення споживаної потужності та додаткового нагрівання робочих елементів стригальних машинок.

У зв'язку з цим проведені дослідження програмою яких передбачалось вивчити наступні питання:

1. Обґрунтування раціональної конструкції натискного механізму стригальної машинки.
2. Обґрунтування раціональної конструкції важеля стригальної машинки.
3. Оптимізація параметрів ексцентрикового механізму стригальної машинки.

Дослідження і висновки зроблені з урахуванням конкретного застосування досліджуваних вузлів у стригальному агрегаті з високочастотним електроприводом.

У зв'язку з цим, основним об'єктом досліджень є стригальна машинка з високочастотним електроприводом на 400 Гц (Ю.І. Краморов, авторське свідоцтво № 147470 і патент з Великобританії № 1021615) [1].

2. Мета дослідження

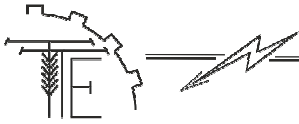
Мета роботи – вдосконалити конструкцію робочих органів стригальної машинки шляхом обґрунтування параметрів натискного механізму.

3. Результати дослідження

Обґрунтування раціональної конструкції натискного механізму для забезпечення нормального процесу зрізання вовни ріжучою парою стригальної машинки необхідно, щоб притискання зубів ножа до гребінки було рівномірним у будь-якому положенні ножа при пересуванні його по гребінці.

Для обґрунтування параметрів натискного механізму, які забезпечать рівномірний притиск ножа до гребінки на рисунку 1 представлено схему натискного механізму [2-4].

Позначення на схемі наступні: O – центр коливань важеля; A , C – точки положення під'ятника упорного стержня на ричагові при найбільших відхиленнях важеля від вісі симетрії машинки.



O_1 – центр коливань упорного стержня; AO_1 , CO_1 – положення проєкції упорного стержня на горизонтальну площину при найбільших відхиленнях важеля від вісі симетрії машинки.

Для рівномірного притиску ножа до гребінки у точках АВС відстань між цими точками і центром коливання O_1 має бути однаковою.

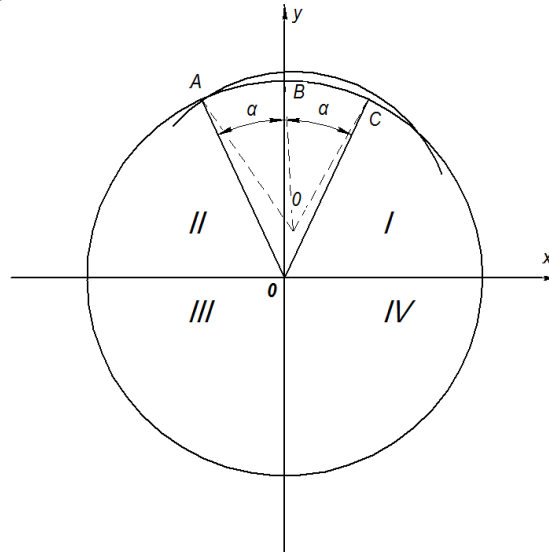


Рис. 1. Схема натискного механізму стригальної машинки

Це можливо лише при суміщенні центру коливань упорного стержня O_1 з центром коливань важеля O , що видно зі схеми, а також підтверджується математичним розрахунком, де відстань між двома точками (рис. 1.) визначається за формулою:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

де x_2 , x_1 , y_2 , y_1 – координати відповідних точок.

Отже, для рівномірного притискання ножа до гребінки необхідно, щоб центр коливань важеля і центр коливань упорного стержня знаходились на загальній вертикалі до площини прилягання гребінки.

Зміщення центру коливань упорного стержня відносно центру коливання важеля по вісі Y (рис. 1.) залежить як від довжини упорного стержня, так і від ступеня зносу ножа і упорного стержня стригальної машинки.

Зміщення центрів коливань важеля і упорного стержня один відносно одного по осі X залежить від класу точності виготовлення деталей стригальної машинки.

У зв'язку з цим нами досліджено ступінь впливу відхилення центрів коливань окремо як по осі Y так і по осі X на нерівномірність притискання ножа до гребінки.

Відомо, що у стригальних машинках з високочастотним електроприводом немінуче відхилення центрів коливань важеля і упорного стержня один щодо одного по осі Y складає біля 1 мм [5]. Воно залежить від зносу ножа і упорного стержня. Нами встановлено, що зміна відстані між підп'ятниками упорного стержня при цьому рівні 0,0132 мм.

Проведені вимірювання параметрів серійних стригальних машинок показали, що в них зміщення по осі X центру коливань упорного стержня щодо осі, яка проходить через центр коливань важеля перпендикулярно до площини прилягання гребінки, досягає $\pm 0,5$ мм.

Зміщення центрів коливань важеля і упорного стержня відбувається у результаті того, що при виготовленні деталей стригальних машинок обробка похилого отвору під нажимний механізм і отвору під підп'ятник важеля проводиться на різних пристроях при базуванні корпусів стригальних машинок на ливарних поверхнях. Крім того, після обробки похилого отвору і фрезерування площини прилягання гребінки у корпусі стригальної машинки вісь похилого отвору має відхилення в межах $\pm 2'$ від площини, що проходить через вісь симетрії стригальної машинки перпендикулярно площині



прилягання гребінки. У результаті цього, центр коливань упорного стержня отримує додаткове зміщення від осі центру коливань важеля.

Розрахунками, проведеними стосовно стригальної машинки з високочастотним електроприводом при відхиленні центрів коливань важеля і упорного стержня один щодо одного по осі Х на 0,5 мм, встановлено, що зміна відстані між підп'ятниками упорного стержня при цьому рівна 0,221 мм.

Дана зміна відстані між підп'ятниками упорного стержня при відповідній жорсткості деталей, що передають зусилля від натискного механізму на ніж, призводить до значної нерівномірності притиску ножа до гребінки в різних положеннях важеля в процесі його руху.

Порівнюючи величини зміни відстані між підп'ятниками упорного стержня 0,0132 мм і 0,221 мм., можна зробити висновок, що при збереженні технології виготовлення корпусу стригальної головки машинок можливе відхилення центрів коливань упорного стержня і важеля від їх оптимального положення в перпендикулярному до осі машинки напрямку на $\pm 0,5$ мм. Це буде спричиняти, приблизно, у 17 разів більший вплив на нерівномірність притиску ножа до гребінки у порівнянні з впливом на нерівномірність можливого відхилення центрів уздовж осі машинки на ± 1 мм.

Нерівномірність притискання ножа до гребінки погіршує умови зрізу вовни ріжучою парою, призводить до збільшення нагрівання її і всієї машинки, збільшує навантаження у деталях і призводить до підвищення енергозатрат на процес.

Для обґрунтування параметрів конструкції натискного механізму шляхом усунення відхилень центрів коливань упорного стержня і важеля від їх оптимального положення у напрямку, перпендикулярному осі симетрії машинки, необхідно ввести у креслення на корпуси стригальних головок допуски на взаємне положення отвору під центр коливань важеля і похилого отвору під нажимний механізм. Вісь отвору під центр коливань важеля і вісь похилого отвору під нажимний механізм повинні виготовлятися по високому класу точності на загальній площині, перпендикулярній до площини прилягання гребінки. Цього нескладно досягти, застосовуючи спеціальні кондуктори при обробці отворів під центр коливань важеля і натискний механізм.

4. Обґрунтування раціональної конструкції важеля

У стригальних машинках застосовуються важелі першого і другого роду.

Передньою опорою важелів є ніж. Отже сили, прикладені до важеля, діють також і на ніж [5].

На рис. 2. зображено важіль першого роду у зборі з нажимними лапками, підп'ятником важеля і підп'ятником упорного стержня. На цьому ж рисунку зображена схема руху ролика ексцентрикового механізму по колу з силою F , що виникає від дії ексцентрикового механізму і створює згинаючий момент відносно осі АВ, яка з'єднує точки опор важеля.

Вісь АВ зміщена відносно осі ексцентрикового механізму СД в площині руху його ролика на величину a . Точки прикладання до важеля сили F в одному з положень ролика вище вісі СД і в одному з положень ролика нижче осі СД позначені b і b_1 .

Для визначення вертикальних сил, що виникають від дії ексцентрикового механізму і передаються на зуби ножа, складаємо суму діючих моментів щодо осі АВ:

$$\Sigma \left[M(\text{вісь АВ}) \cdot Fh - (F_{mp} + F_{in}) \cdot k - M_{in} - Q \cdot \frac{m}{2} = 0 \right], \quad (2)$$

де h – плече прикладання сили F відносно вісі АВ;

F_{mp} – горизонтальна складова сили тертя, що виникає при русі упорного стержня;

F_{in} – сила інерції від маси упорного стержня;

k – плече докладання сил F_{mp} і F_{in} відносно вісі АВ;

M_{in} – момент відносно вісі АВ від сил інерції важеля;

Q – сила, яка сприймається нажимними лапками і протидіє моментам на важеліві відносно вісі АВ;

m – плече дії сили Q .

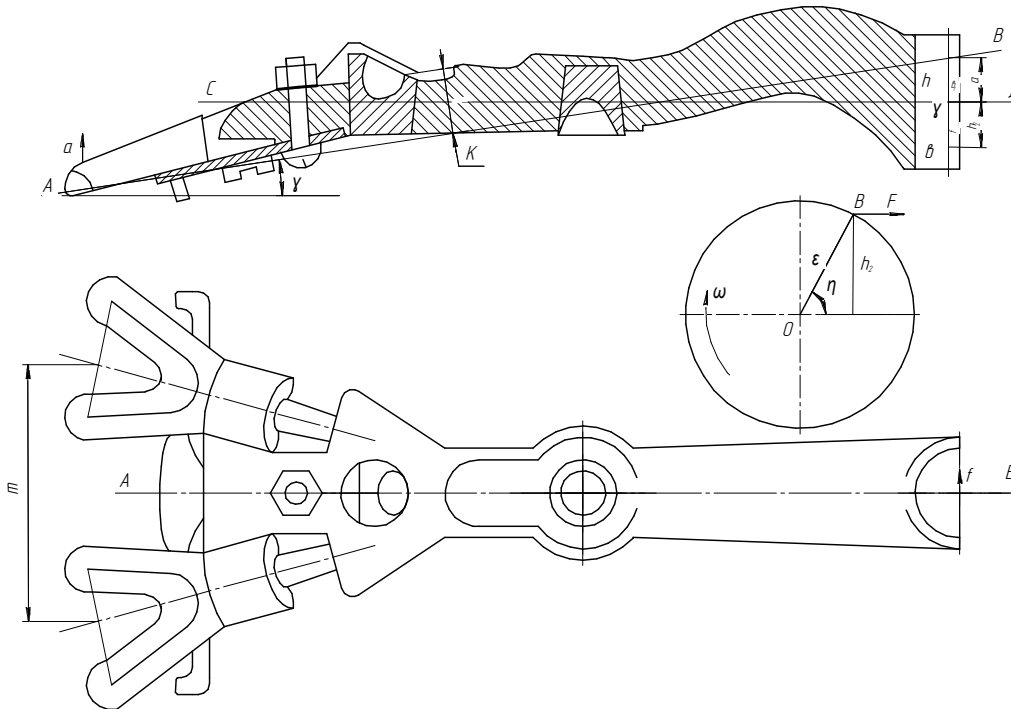


Рис. 2. Важіль стригальної машинки першого роду

$$h = h_1 \cos \gamma, \quad h = a \pm h_2$$

$$h_2 = \varepsilon \cdot \sin \eta, \quad h = (a \pm \varepsilon \cdot \sin \eta) \cos \gamma, \quad (3)$$

де η – кут, що визначає положення ролика ексцентрикового механізму.

Підставляємо значення h у рівняння 2 отримаємо:

$$F \cos \gamma (a \pm \varepsilon \cdot \sin \eta) - (F_{\text{тр}} + F_{\text{ін}}) \cdot k - M_{\text{ін}} - Q \frac{m}{2} = 0 \quad (4)$$

Звідси:

$$Q = \frac{2}{m} \left[F \cos \gamma (a \pm \varepsilon \cdot \sin \eta) - (F_{\text{мп}} + F_{\text{ін}}) \cdot k - M_{\text{ін}} \right], \quad (5)$$

З наведеного рівняння видно, що на ніж діє вертикальна змінна сила Q , яка виникає не від дії натискного механізму, а в результаті ексцентричного прикладання рушійних сил по відношенню до лінії, що з'єднує точки опор важеля.

Для визначення вертикальних сил, що виникають від дії ексцентрикового механізму і передаються на зуби ножа при застосуванні важеля другого роду, розглянемо важіль другого роду в зборі з нажимними лапками, під'ятником важеля і під'ятником упорного стержня (рис. 3).

У важелі другого роду для стригальної машинки з високочастотним електроприводом вісь АВ, яка проходить через точки опор важеля, проходить через центр O обертання ролика ексцентрикового механізму. Радіус кривошипа має величину ε .

Точки прикладання до важеля сили F від ексцентрикового механізму в одному з положень ролика вище вісі СД і в одному з положень ролика нижче вісі СД позначені через b і b_1 .

Сума діючих моментів щодо вісі АВ:

$$\Sigma M(\text{вісь АВ}) Fh - (F_{\text{мп}} + F_{\text{ін}}) k - M_{\text{ін}} - Q \frac{m}{2} = 0, \quad (6)$$

в даному рівнянні позначення аналогічні з формулою 2:

$$h = h_1 \cos \gamma, \quad h_1 = \varepsilon \sin \eta, \quad h = \varepsilon \sin \eta \cos \gamma, \quad (7)$$



$$F \varepsilon \sin \eta \cos \gamma - (F_{mp} + F_{in})k - M_{in}, \quad (8)$$

Звідки:

$$Q = \frac{2}{m} [F \sin \eta \cos \gamma \varepsilon - (F_{mp} + F_{in})k - M_{in}], \quad (9)$$

Точки прикладання до важеля сили F від ексцентрикового механізму в одному і сила Q при використанні важеля першого і другого роду є змінною за величиною і сприймається не всіма зубами ножа, а тільки лівою або правою парою зубів ножа, так як передається на ніж однією з натискних лапок.

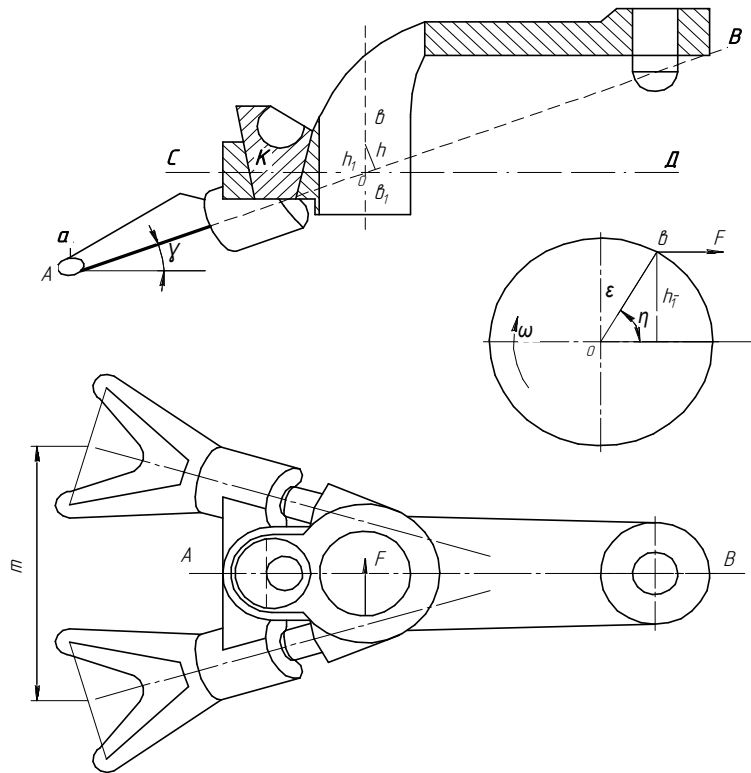


Рис. 3. Важіль другого роду стригальної машинки

Порівнюючи формули 5 і 9, що визначають величини сил Q , видно, що, поряд із загальними складовими цих сил, сила Q при використанні важеля першого роду у порівнянні з силою Q при використанні важеля другого роду, доповнюється додатковою складовою, величина якої залежить від величини зміщення a вісі, що з'єднує точки опор важеля відносно вісі ексцентрикового механізму (рис. 3).

$$\frac{2}{m} \cos \gamma a$$

З вищезазначеного можна припустити, що при використанні важеля другого роду, змінна сила Q менша, ніж при застосуванні важеля першого роду в основному у результаті того, що у важелі другого роду центр обертання пальця ексцентрикового механізму розташований на вісі, яка з'єднує точки опор важеля.

Крім того, важіль другого роду більш компактний у порівнянні з важелем першого роду, що забезпечує більшу компактність стригальної машинки.

У результаті перерахованих вище переваг, важіль другого роду необхідно використовувати у стригальній машинці з високочастотним електроприводом.

Для вибору форм важеля другого роду і спряженого з ним корпусу стригальної машинки виведена залежність сили притиску ножа до гребінки від сили, створюваної натискним механізмом і положення опор важеля.



$$R_A = \frac{P \cos\left(\frac{\pi}{2} + \gamma - \beta\right) l \cos \gamma}{p} \quad (10)$$

де P – сила, що передається упорним стержнем натискного механізму на важіль;
 β – кут нахилу упорного стержня до площини гребінки;
 γ – кут утворений лінією, що з'єднує точки опор з важелям і площиною прилягання гребінки;
 l – відстань від центра коливань важеля до під'ятника упорного стержня;
 p – відстань від центра коливань важеля до передньої його опори.

Істотним недоліком серійних стригальних машинок є необхідність регулювання взаємного положення ножа і гребінки при заміні ріжучих пар. Ця необхідність виникає у результаті того, що після складання стригальних машинок ніж не займає необхідного положення по відношенню до гребінки.

Регулювання положення ножа і гребінки при заміні ріжучих пар забирає багато часу.

Дослідження параметрів натискного механізму і важеля дозволяє змінити конструкцію важеля, при застосуванні якого не виникає необхідності регулювання взаємного положення ножа і гребінки при заміні ріжучих пар. При цьому умови притискання ножа до гребінки не змінюються [6].

У важелі другого роду стригальної машинки з високочастотним електроприводом це досягається встановленням у необхідному положенні під'ятника важеля, сферична частина якого виконана ексцентрично конусній посадочній поверхні (рис. 3). У результаті поворотів під'ятника важеля навколо вісі при складанні стригальної машинки досягається необхідне переміщення ножа відносно гребінки. В результаті цього додаткового регулювання при заміні ріжучих пар не потрібно.

5. Обґрунтування раціональних параметрів ексцентрикового механізму

Працездатність стригальних машинок в значній мірі залежить від величини ходу ножа, а хід ножа визначається радіусом кривошипа ексцентрикового механізму [4].

Кінці зубів ножа розташовані і пересуваються по дугах з фіксованими радіусами. При цьому, хорди дуг, описувані вершинами зубів ножа, мають різні за величиною кути з віссю симетрії машинки. Виходячи з цього і беручи до уваги те, що довжини дуг траєкторій усіх кінців зубів рівні між собою, можна припустити, що у ріжучому апараті стригальних машинок величини ходів S_i різних зубів ножа, визначені у перпендикулярному до осі симетрії машинки напрямку, не рівні між собою і залежать від положення зуба на ножові.

Виходячи з вищевикладеного, хід ножа стригальних машинок буде такий:

$$S = \frac{m_1 t_0 + \Delta S}{\cos \varphi} \quad (11)$$

де t_0 – крок гребінки;

m_1 – кількість кроків гребінки t_0 , що перекривається зубом ножа при його ході;

ΔS – збільшення ходу кінця зуба ножа, який враховує зношення важеля і деталей ексцентрикового механізму при експлуатації стригальної машинки.

φ – кут між перпендикуляром до осі симетрії машинки і хордою дуги, описуваної вершиною крайнього зуба ножа.

У результаті аналізу впливу на процес різання як переходу кінцями зубів ножа зубів гребінки, так і неповне перекриття ріжучими крайками зубів ножа різальних крайок зубів гребінки у кінці ходу ножа можна припустити

$$\Delta S = b_1 + b_2, \quad (12)$$

де b_1 – ширина робочої частини зуба гребінки на рівні кінців зубів ножа;

b_2 – ширина кінця зуба ножа.

Радіус кривошипа ексцентрикового механізму, що забезпечує оптимальний хід ножа, можна визначати за формулою (13).



$$\varepsilon = \frac{R(m_1)t_0 + b_1 + b_2}{2p_1 \cos\left(\arcsin \frac{3t}{2p_1}\right)}, \quad (13)$$

де R – відстань від осі центру коливань важеля до осі циліндричного паза важеля;
 p_1 – відстань від осі центру коливань важеля до кінців зубів ножа при максимальному зношуванні ножа;
 t – крок ножа.

5. Висновки

Для забезпечення рівномірного прижимання натискним механізмом ножа до гребінки у процесі його руху необхідно щоб центр коливань упорного стержня і центр коливань важеля знаходились на загальній вертикалі до площини прилягання гребінки.

Найбільший вплив на нерівномірність прижимання натискним механізмом ножа до гребінки у стригальних машинках надає відхилення центрів коливань упорного стержня і важеля від загальної вертикалі у напрямі, перпендикулярному до осі симетрії машинки.

На ніж стригальної машинки діє вертикальна циклічна сила, яка виникає не від дії натискного механізму, а у результаті ексцентричного прикладання до важеля сил від ексцентрикового механізму по відношенню до лінії, яка з'єднує точки його опор. Ця сила погіршує умови зрізання шерсті, призводить до споживання машинкою додаткової потужності та спричиняє додаткове нагрівання ріжучої пари.

Запропонована конструкція важеля стригальної машинки з ексцентричним підп'ятником, який встановлюється на ньому у положенні, що забезпечує при збиранні машинок необхідне взаємне положення ножа і гребінки. При цьому відпадає необхідність регулювання взаємного положення ножа і гребінки при заміні ріжучих пар.

Список використаних джерел

1. Болотнов П.М. Механизация работ в овцеводстве [Текст] / П.М. Болотнов, С.В. Рыжов – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
2. Гернет М.М. Определение моментов инерции [Текст] / М.М. Гернет, В.Ф. Работыльский – М.: Машиностроение, 1973. – 247с.
3. Калетник Г.М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість : підручник. Ч. І-ІІ / [Г.М. Калетник, М.Г. Чусов, В.М. Швайко та ін.]. – Київ : Хай-Тек Прес, 2011. – 616 с.
4. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов [Текст] / С.В. Мельников – Л.: Агропромиздат, 1985. – 640с.
5. Ревенко І.І. Машини та обладнання для тваринництва : підручник [для студентів вищих навчальних закладів] [Текст] / І.І. Ревенко, М. В. Брагінець, В.І. Ревенко. – К. : Кондор, 2009. – 731 с.
6. Ревенко І.І. Вдосконалення стригальної машинки [Текст] / Ревенко І.І. Веселівський К.Д. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2013. – Т. 1– Вип. 4. – С. 197-200.

References

- [1] Bolotnov, P.M. & Ryzhov, S.V. (1988). *Mechanization of work in sheep breeding [Mechanization of work in sheep breeding]*. Moscow: Higher School [in Russian].
- [2] Gernet, M.M. & Rabotyl'skiy, V.F. (1973). *Opredeleniye momentov inertsiy [Determination of moments of inertia]*. Moscow: Mashinostroyeniye [in Russian].
- [3] Kaletnik, G.V., Chusov, M.G., Shvayko V.M. (2011). *Osnovy inzhenernykh metodiv rozrakhunkiv na mitsnist i zhorstkist : pidruchnyk [Fundamentals of engineering methods of calculations for durability and stiffness: a textbook.]* Kiev: Hi-Tech Press[in Ukrainian].
- [4] Mel'nikov, S.V. (1985). *Tekhnologicheskoye oborudovaniye zhivotnovodcheskikh ferm i kompleksov [Technological equipment of livestock farms and complexes]*. Leningrad: Agropromizdat [in the USSR].
- [5] Revenko, I.I., Brahinet, M.V. & Revenko, V.I. (2009). *Mashyny ta obladnannya dlya tvarynnytstva: pidruchnyk [dlya studentiv vyshchyykh navchal'nykh zakladiv] [Machines and equipment for livestock breeding: a textbook]*. Kiev : Kondor [in Ukrainian].
- [6] Revenko, I.I. & Veseliv's'kyi, K.D. (2013). *Vdoskonalennya stryhal'noyi mashynky [Improving the typewriter]*. (Vols. 1), (4 th rev.). Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomor'ya. [in Ukrainian].

**ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ НАЖИМНОГО МЕХАНИЗМА
ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СТРИГАЛЬНОЙ МАШИНЫ**

Проведены исследования по обоснованию рациональной конструкции нажимного механизма, рычага и эксцентрикового механизма стригальной машины.

Изложенные результаты теоретических исследований технологических и технических параметров высокоскоростных стригальных машинок и некоторых их рабочих органов.

Для обоснования параметров конструкции нажимного механизма путем устранения отклонений центров колебаний упорного стержня и рычага от их оптимального положение в направлении, перпендикулярном оси симметрии машины. Необходимо ввести в чертеж на корпуса стригальных головок допуски на взаимное положение отверстия под центр колебаний рычага и наклонного отверстия под нажимной механизм. Ось отверстия под центр колебаний рычага и ось наклонного отверстия под нажимной механизм должны изготавливаться по высокому классу точности на общей плоскости, перпендикулярной плоскости прилегания гребенки.

Ключевые слова: стрижка овец, стригальная машинка, условия среза шерсти, нажимной механизм, рычаг, эксцентриковый механизм.

Ф. 13. Рис. 3. Лит. 5.

**BENDING THE RACIONAL CONSTRUCTION OF THE NATHIC MECHANISM
VISOKOSHVIDKISNOÏ STRIGAL MACHINES**

The research was conducted to substantiate the rational design of the pressing mechanism, the lever and the eccentric mechanism of the cutter machine. The results of theoretical studies of technological and technical parameters of high-speed sweepers and some of their working bodies are presented. To substantiate the parameters of the design of the push mechanism by eliminating the deviations of the centers of the oscillations of the thrust rod and the lever from their optimal position in the direction perpendicular to the axis of symmetry of the machine, it is necessary to include in the drawing on the shells of the shaft heads tolerances on the mutual position of the holes under the center of the oscillation of the lever and the slope for the push mechanism. The axis of the hole under the center of the oscillation of the lever and the axis of the sloping hole under the push mechanism must be made on a high class of accuracy on the common plane perpendicular to the plane of the comb attachment.

Keywords: shearing sheep, shearing machine, conditions of cutting of wool, pressing mechanism, lever, eccentric mechanism.

F. 13. Fig. 3. Ref. 5.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Грицун Анатолій Васильович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри «Сільськогосподарських машин» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: gritsun@vsau.vin.ua).

Бабін Ігор Анатолійович – асистент кафедри «Сільськогосподарських машин» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: babyn@vsau.vin.ua).

Грицун Анатолій Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук кафедры «Сельскохозяйственных машин» Винницкого национального аграрного университета, (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: gritsun@vsau.vin.ua).

Бабин Игорь Анатольевич – ассистент кафедры «Сельскохозяйственных машин» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: babyn@vsau.vin.ua).

Hrytsun Anatolia – PhD, Associate Professor of the department Agricultural machinery of Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechnaya St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: gritsun@vsau.vin.ua).

Babyn Ihor – assistant of the department Agricultural machinery of Vinnytsia National Agrarian University (3, Solnyshchaya str., Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: babyn@vsau.vin.ua).