

Висновки. Установлені залежності між параметрами основних конструктивних елементів верстатів-гексаподів та формою, розмірами й об'ємом РП, дозволяють визначити найбільш раціональні варіанти виконання верстатів-гексаподів залежно від їх функціонального призначення.

Список літератури

1. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: [навч. посібн.] [Текст] / В.А. Крижанівський, Ю.М. Кузнецов, І.А. Валявський, Р.А. Склярів. – Кіровоград, 2004. – 449 с.
2. Валявський І.А. Математичне моделювання положення вихідного органу l -координатного механізму [Текст] / І.А. Валявський, В.А. Крижанівський // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. / Збірник наук. праць. – Кіровоград: КДТУ. – 2003. – Вип. 12. – С. 223-229
3. Валявський І.А. Графічне моделювання робочого простору верстата-гексапода [Текст] / І.А. Валявський, В.А. Крижанівський // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. / Збірник наук. праць – Кіровоград: КДТУ. – 2003. – Вип. 13. – С.
4. Павленко І.І. Рухові характеристики верстатів з паралельною кінематикою [Текст] / І.І. Павленко, І.А. Валявський // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. / Збірник наук. праць – Кіровоград: КНТУ. – 2008. – Вип. 21. – С. 128-134.

Ivan Valyavsky, PhD tech. sci., Yuriy Kuleshkov, Prof., DSc.

Kirovograd National Technical University, Kirovograd, Ukraine

Research of design parameters for possibilities of parallel kinematics machine-tools

Use parallel kinematics machine tools is one of problems solving expanding functional capabilities of machine tools. Hexapod is one of that machine tools. Determining the most efficient design parameters of the hexapod main elements is an urgent problem.

The results of previous theoretical research determined that the design of hexapod and length of struts and their movements influence the geometric characteristics hexapod workspace. Modeling workspace for different layouts of hexapod and obtained graphic dependences between workspace parameters and lengths of kinematic links.

The article considers the influence of the design parameters (lyout of the machine and changing the length of the range of struts) on the shape, size and volume of the working space of the hexapod machine-tool and determine the most efficient execution heksapodiv options depending on their functionality.

machine-tool, hexapod, engineering, movable possibilities, workspace

Одержано 03.11.15

УДК 631.352.2

М.В. Бабій, здобувач, П.В. Попович, проф., д-р техн. наук, А.Й. Матвіїшин, доц., канд. техн. наук, А.В. Бабій, доц., канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна, ababiy@ukr.net

Дослідження ресурсу роботи спинки ножа сегментно-пальцевого різального апарату

В роботі проведено розрахунок ресурсу роботи спинки ножа косарки сегментно-пальцевої, встановлено його відповідність до нормативу. За результатами аналізу роботи приводного механізму запропоновано додатковий пристрій для зменшення негативного впливу інерційних знакозмінних сил на різальний апарат косарки та елементи його приводу. Отриманий ефект значно підвищує ресурс роботи спинки ножа.

привод, різальний апарат, концентратор, циклічна втома, ресурс роботи

© М.В. Бабій, П.В.Попович, А.Й. Матвіїшин, А.В. Бабій, 2015

М.В. Бабий, соискатель, П.В. Попович, проф., д-р техн. наук, А.И. Матвишин, доц., канд. техн. наук, А.В. Бабий, доц., канд. техн. наук

Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, г. Тернополь, Украина

Исследование ресурса работы спинки ножа сегментно-пальцевого режущего аппарата

В работе проведен расчет ресурса работы спинки ножа косилки сегментно-пальцевой, установлено его соответствие нормативам. За результатами анализа работы приводного механизма предложено дополнительное устройство для уменьшения негативного влияния инерционных знакопеременных сил на режущий аппарат косилки и элементы его привода. Полученный эффект значительно повышает ресурс работы спинки ножа.

привод, режущий аппарат, концентратор, циклическая усталость, ресурс работы

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського машинобудування залишаються актуальними питання підвищення ресурсу роботи машин, вузлів чи їх деталей. Також не менш важливим є зниження споживаної потужності робочими машинами при виконанні ними технологічного процесу. Розглядувана проблематика притаманна і для косарок з сегментно-пальцевим різальним апаратом та кривошипно-шатунним приводом. Проблема, яка виникає при роботі вказаної машини, полягає у виникненні значних знакозмінних динамічних сил під час руху ножа. А це, в свою чергу, призводить до підвищеного енергоспоживання приводом, різкого зростання напружень в небезпечних перетинах деталей і як наслідок малий ресурс їх роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізуючи ряд праць авторів, які розглядають аналогічні питання, можна бачити різні шляхи їх вирішення. Знакозмінні динамічні навантаження спричиняються до незрівноваженості приводів різальних апаратів. Дослідники пропонують різні способи зрівноваження таких приводних механізмів: використання додаткових мас, розміщених на кривошипові [1, 2]; надання кривошипу або кривошипом змінної швидкості ножеві [3]; використання пружних елементів в конструкції приводу [1, 4-7] тощо. Такі рішення направлені на зменшення динамічних сил, що діють на елементи різального апарату та його приводу з метою підвищення ресурсу їх роботи.

Постановка завдання. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень косарки з сегментно-пальцевим різальним апаратом та кривошипно-шатунним приводом розрахувати дійсний ресурс роботи спинки ножа при використанні пристрою для зменшення дії динамічних сил.

Виклад основного матеріалу. Проведені дослідження виконано для дослідного зразка косарки сегментно-пальцевої, ніж якої приводиться в рух від кривошипа через шатун при шарнірному їх з'єднанні. Ніж косарки складається зі спинки, на якій закріплено вісімнадцять сегментів та приєднана п'ятка (рис. 1, зліва). При експлуатації даного апарату в спинці ножа виникають знакозмінні напруження, які викликають руйнування розглядуваного елемента. На практиці короткотермінове відновлення ножової полоси (спинки ножа) виконують зварюванням (рис. 1, справа). Такий спосіб є малоефективним, але практичним для завершення розпочатих робіт.



Рисунок 1 – Ніж косарки

Джерело: розроблено автором

Відомим є той факт, що при наявності концентраторів напружень циклічна втома деталі різко зменшується. Це пов'язано із різким збільшенням напружень в околі концентратора. Їх значення можуть в кілька разів перевищувати середні напруження, які виникають в даному перетині. Тому при розрахунках на втомну міцність дане явище має бути обов'язково врахованим.

Якщо проаналізувати конструкцію спинки ножа, то вона представляє собою полосу прямокутного поперечного перетину з розмірами 20×6 мм та отворами діаметром $d = 6$ мм для приєднання сегментів за допомогою заклепкового з'єднання. Виготовлена спинка ножа зі сталі 35, для якої виділимо наступні характеристики міцності: $\sigma_B = 540$ МПа, $\sigma_T = 320$ МПа, $\sigma_{-1} = 151,2$ МПа, $\psi_\sigma = 0,05$ [8].

Даний елемент працює при дії повторно-змінних навантажень при коефіцієнті асиметрії циклу, що лежить в межах $-\infty < r < -1$.

Враховуючи, що отвори в спинці ножа є концентраторами напружень, то за [9] для розглядуваного поперечного перетину коефіцієнт концентрації напруження становить $\alpha_\sigma = 2,35$. Значення коефіцієнта чутливості матеріалу до концентрації напружень $q_\sigma = 0,575$ [10]. Після чого визначаємо значення ефективного коефіцієнта концентрації

$$k_\sigma = 1 + q_\sigma (\alpha_\sigma - 1) = 1 + 0,575(2,35 - 1) = 1,776. \quad (1)$$

За графіками [10] знаходимо коефіцієнт, що враховує якість обробки поверхні – $\beta = 0,87$ та коефіцієнт розміру стержня – $\varepsilon = 0,8$.

Тоді ефективний коефіцієнт концентрації з врахуванням розмірів та якості обробки буде становити

$$(k_\sigma)_d = \frac{k_\sigma}{\beta \varepsilon} = \frac{1,776}{0,87 \cdot 0,8} = 2,552. \quad (2)$$

Переходячи до визначення ресурсу роботи такого конструктивного елементу, потрібно правильно визначити максимальне (P_{\max}) та мінімальне (P_{\min}) навантаження протягом циклу. Skorиставшись дослідженням, що викладені в роботі [8] для експериментального зразка косарки при середньому режимі її навантаження максимальне навантаження становитиме $P_{\max} = 1847$ Н, мінімальне – $P_{\min} = -1300$ Н.

Для визначення максимального напруження, яке діє протягом циклу в найбільш небезпечному перетині косарки використаємо відому формулу, яку уточнимо, ввівши поправочні коефіцієнти.

$$\sigma_{\max} = \frac{P_{\max}}{A} (k_\sigma)_d k, \quad (3)$$

де $(k_\sigma)_d$ – ефективний коефіцієнт концентрації з врахуванням розмірів та якості обробки, $(k_\sigma)_d = 2,552$;

k – поправочний коефіцієнт, що враховує підвищення напружень за рахунок дії на спинку ножа згинних моментів та динамічних перевантажень, $k = 5$.

Площа поперечного перетину планки коси в місці приєднання сегмента становитиме

$$A = b \cdot h - h \cdot d, \quad (4)$$

тут b – ширина спинки ножа, $b = 0,020$ м;

h – висота спинки ножа, $h = 0,006$ м;

d – діаметр отвору під заклепку, $d = 0,006$ м.

Підставивши значення, отримаємо $A = 8,4 \cdot 10^{-5}$ м². Тоді максимальне напруження протягом циклу

$$\sigma_{\max} = \frac{1847}{8,4 \cdot 10^{-5}} \cdot 2,552 \cdot 5 = 280,6 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Далі перейдемо до перевірки втомної міцності спинки ножа при повторно-змінних навантаженнях.

Відповідно до міждержавного стандарту ГОСТ 158–74 «Сегменты, пластины противорежущие и полосы ножевые режущих аппаратов сельскохозяйственных машин» ресурс роботи полоси ножової або спинки ножа повинен становити два сезони. Якщо перевести це, посилаючись на нормативне напруцювання (додаток 1 Постанови кабінету Міністрів від 12 липня 2004 р. № 885 «Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин») 120 годин на сезон, то кількість циклів до руйнування повинна бути не менше $2,9 \cdot 10^7$ циклів.

Для сталі 35 при визначенні її втомної міцності було встановлено [11-12]: базова кількість циклів $N_{\sigma} = 1 \cdot 10^7$ при напруженні $\sigma = 315 \cdot 10^6$ Па, показник степеня кривої втоми $m = 9,4$.

Виходячи з цього вираховуємо кількість циклів до руйнування спинки ножа при діючих напруженнях.

$$N = N_{\sigma} \left(\frac{\sigma}{\sigma_{\max}} \right)^m = 1 \cdot 10^7 \left(\frac{315 \cdot 10^6}{280,6 \cdot 10^6} \right)^{9,4} = 2,968 \cdot 10^7 \text{ циклів.} \quad (5)$$

Отже, аналізуючи отримане значення, видно, що спинка ножа має необхідний ресурс роботи і вимога ГОСТу виконується. Це означає, що на третій сезон роботи ресурс даного елемента конструкції косарки практично відсутній. І якщо до списання потрібно експлуатувати косарку шість сезонів, то спинку ножа мінятимуть тричі.

Для підвищення ресурсу роботи спинки ножа потрібно знизити діючі напруження. Це є можливим при використанні додаткового пристрою з регульованими параметрами, що утворює енергозберігаючий приводний механізм косарки [4, 13].

Такий механізм складається з приводу 1 (рис. 2) від вала відбору потужності трактора (на кресленні не показаний) підведеного до кривошипно-шатунного механізму 2, який через з'єднувальний шарнір 3 приєднаний до спинки ножа 4 з сегментами 5. Спинка ножа 4 розміщена в пазу 6 пальцевого бруса 7. Сегменти 5 приєднані до спинки ножа 4 за допомогою кріпильних елементів 8. Причому кріпильні елементи 9 і 10, які виконані у вигляді виступів (за будь-яким з відомих способів) і розміщені в проміжках між пластинами тертя 11, 12 на початку і в кінці спинки ножа 4. Крім того, вони мають можливість контакту з плоскими S-подібними пружними елементами 13, 14, які нерухомо закріплені на пальцевому брусі 7 косарки.

елементів 13, 14 виступають як регульовані параметри для утворення коливного контуру при роботі машини на різних типах скошуваної маси.

Таким чином, запропонована конструкція приводного механізму косарки дозволить зменшити інерційні знакозмінні сили, а відповідно і напруження в з'єднувальному шарнірі, спинці ножа при його зворотно-поступальному русі і тим самим зменшити затрати потужності на привод різального апарату в цілому, а також це забезпечить підвищення надійності та ресурсу роботи розглядуваних елементів.

Якщо перейти безпосередньо до аналізу напруженого стану спинки ножа, то при використанні такого пристрою на типових режимах роботи різального апарату напруження в спинці ножа зменшуються приблизно на 30 %. Це пов'язано з використанням S-подібних пружних елементів в ролі «додаткових опор».

Враховуючи це, ресурс роботи спинки ножа становитиме

$$N = N_6 \left(\frac{\sigma}{0,7\sigma_{\max}} \right)^m = 1 \cdot 10^7 \left(\frac{315 \cdot 10^6}{0,7 \cdot 280,6 \cdot 10^6} \right)^{9,4} = 8,482 \cdot 10^8 \text{ циклів.} \quad (6)$$

При необхідних $1,728 \cdot 10^8$ циклів протягом шести сезонів роботи косарки.

Висновки. Таким чином використання енергозберігаючого приводного механізму дозволяє не тільки заощаджувати енергію, що затрачається на привод косарки, але й підвищити ресурс роботи відповідальної деталі ріжучого апарату – спинки ножа.

Список літератури

1. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин [Текст] / Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов, Е.Г. Султан-Шах. – М.: Машиностроение, 1980. – 565 с.
2. Левитская О.Н. Курс теории механизмов и машин [Текст] / О.Н. Левитская, Н.И. Левитский. – М.: Машиностроение, 1988. – 560 с.
3. Турбин, Б. И. Снижение вибрации и шумов в сельскохозяйственных машинах [Текст] / Б.И. Турбин, В.Н. Дроздов. – М.: Машиностроение, 1976. – 224 с.
4. Бабій, А.В. Динамічна модель енергозберігаючого приводного механізму косарки [Текст] / А.В. Бабій, М.В. Бабій // Вісник ХНТУСГ. Випуск 145 «Технічний сервіс машин для рослинництва», 2014. – С.112–118.
5. Бабій, А.В. Обґрунтування конструктивних особливостей енергозберігаючого приводного механізму косарки [Текст] / А.В. Бабій, Т.І. Рибак, М.В. Бабій // Вісник ХНТУСГ. Випуск 134 «Технічний сервіс машин для рослинництва». – Харків, 2013. – С.116–122.
6. А.с. 1547755 СССР, 1 (М)5 А 01 D 34/39. Привод режущего аппарата косилки [Текст] / Л.И. Бойко, А.Ф. Тышкевич, И.В. Михалькевич и А.М. Гацко. – № 4352072/30-15; заявл. 29.12.87; опубл. 07.03.90, Бюл. № 9.
7. А.с. 1586587 СССР, А 1 (51)5 А 01 D 34/02. Режущий аппарат [Текст] / Н.П. Барабан, Ю.И. Бабенко, С. В. Никольский. – № 4300448/30-15; заявл. 25.08.87; опубл. 23.08.90, Бюл. №31.
8. Бабій А.В. Дослідження впливу конструкторсько-технологічних факторів на запас міцності спинки ножа косарки [Текст] / Бабій А.В., Бабій М.В. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 139. “Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”, Харків, 2013. – С.187–192.
9. Биргер И.А. Расчет на прочность деталей машин: Справочник [Текст] / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с.
10. Соппротивление материалов [Текст] / Под ред. акад. АН УССР Писаренко Г.С. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 775 с.
11. Соппротивление усталости металлов и сплавов: Справочник [Текст] / Трощенко В.Т., Сосновский Л.А., ч.1 – Киев.: Наукова Думка, 1987. – 347 с.
12. R.A. Barna. Influence of Operating Media on the Fatigue Fracture of Steels for Elements of Agricultural Machines [Текст] / R.A. Barna, P.V. Popovich // Materials Sciences. – 2014. – Vol. 50, 3 – P. 377–380.
13. Декларацийний патент України на корисну модель 86797 А01D 34/00. Привідний механізм косарки [Текст] / Бабій А.В., Рибак Т.І., Бабій М.В.; заявник і власник ТНТУ: заявл. 15.07.2013 u201308853; опубл. 10.01.2014, Бюл. №1.

Maria Babi, applicant, Pavlo Popovich, Prof., DSc., Anatoly Matviyishyn, Assos. Prof., PhD tech. sci., Andriy Babi, Assos. Prof., PhD tech. sci.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, Ukraine

Investigation of the blade-back service life of the segment-pin cutting device

The objective of investigation is to calculate real blade-back service life basing on the carried out theoretical and experimental investigations of the segment-pin cutting unit mower with crank drive taking advantage of the device for reducing dynamic forces.

The calculation of the segment-pin mower blade-back service life has been carried out and its correspondence to the standard was determined. According to the analysis of the drive mechanism operation additional device for reducing of the disadvantageous affect of inertia alternating forces on mower cutting device and its drive elements has been proposed. The obtained result increases the blade-back service life sufficiently.

The advantage of our investigation is that application of power-saving drive mechanism makes possible not only to save energy consumed by the mower drive, but to increase the service life of important part of the cutting device – blade back.

drive, cutting device, concentrator, cyclic fatigue, service life

Одержано 04.11.15

УДК 631.312; 631.316.22

В.М. Сало, проф., д-р техн. наук, С.М. Лещенко, доц., канд. техн. наук, В.А. Пашинський, проф., д-р техн. наук, Р.В. Ярових, студ.

Кіровоградський національний технічний університет, м.Кіровоград, Україна, serafsgm.ua@mail.ru

Аналіз процесів чизелювання ґрунтів з застосуванням різних комбінацій робочих органів

В роботі доведена доцільність проведення глибокого рихлення ґрунту чизельними глибокорозпушувачами на етапі основного обробітку з метою збереження вологи, руйнування ущільненої підорної підшви та зменшення механічної дії на агротехнічно цінні агрегати, що в кінцевому результаті повинно сприяти уповільненню процесів обезструктурування ґрунту. Проведено огляд конструкцій чизельних лап, що можуть забезпечити ефективний перебіг процесу розпушування, в ході якого визначена необхідність поєднання в одному робочому органі як вертикальних, так і горизонтальних деформаторів. Представлено аналіз ефективності кришення ґрунту за глибиною його залягання залежно від послідовного впливу на нього різних наборів робочих органів, використаних в складі комбінованого чизельного глибокорозпушувача.

ґрунт, чизельний обробіток, зубчастий коток, крила, лапа, якісний показник обробітку

В.М. Сало, проф., д-р техн. наук, С.М. Лещенко, доц., канд. техн. наук, В.А. Пашинський, проф., д-р техн. наук, Р.В. Ярових, студ.

Кіровоградський національний технічний університет, г. Кіровоград, Україна

Анализ процессов чизелирования почвы с применением различных комбинаций рабочих органов

В работе доказана целесообразность проведения глубокого рыхления почвы чизельными глибокорыхлителями на этапе основной обработки с целью сохранения влаги, разрушения уплотненной подпахотной подошвы и уменьшения механического воздействия на агротехнически ценные агрегаты, что в конечном итоге должно привести к замедлению процессов разрушения структуры почвы. Проведен обзор конструкций чизельных лап, которые могут обеспечить эффективность процесса рыхления, в ходе которого определена необходимость сочетания в одном рабочем органе как вертикальных, так и горизонтальных деформаторов. Представлен анализ эффективности измельчения почвы по глубине ее залягания в зависимости от последовательного воздействия на нее различных наборов рабочих органов, которые могут использоваться в составе комбинированного чизельного глибокорыхлителя.

почва, чизельная обработка, зубчатый коток, крылья, лапа, качественный показатель обработки

© В.М. Сало, С.М. Лещенко, В.А. Пашинський, Р.В. Ярових, 2015