

Проаналізовано ланцюгові передачі сільськогосподарських машин, визначено основні фактори, що впливають на строк служби привідних ланцюгів. Описано природу виникнення динамічних навантажень на ведучій зірочці ланцюгового приводу

Ключові слова: навантаження, машини, ланцюги, полігональний ефект

Проанализированы цепные передачи сельскохозяйственных машин, определены основные факторы, влияющие на срок службы приводных цепей. Описана природа возникновения динамических нагрузок на ведущей звездочке цепного привода

Ключевые слова: нагрузки, машины, цепи, полигональный эффект

The chains of agricultural machinery, the basic factors affecting the service life of drive chains are analyzed. The nature of dynamic loads on the sprocket chain drive is shown

Keywords: loads, machinery, chains, polygon effect

ПОЛІГОНАЛЬНИЙ ЕФЕКТ ЯК ФАКТОР ВІДМОВИ ЛАНЦЮГОВИХ ПЕРЕДАЧ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Ю.В. Апьонкін

Асистент

Кафедра педагогіки і методики професійної освіти
Глухівський національний педагогічний університет
ім. Олександра Довженка

вул. Київ-Московська, 24, м. Глухів, Сумська обл., 41400

Контактний тел.: (05444) 2-25-96

E-mail: apjonkinjurijj@rambler.ru

М.Л. Рябчиков

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
Кафедра технологій і дизайну

Українська інженерно-педагогічна академія

вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003

Контактний тел.: (057) 733-79-69

E-mail: nikolryab@rambler.ru

Формулювання проблеми в загальному вигляді

Уряд України поставив на 2011 рік завдання корінної перебудови агропромислового комплексу. Важливе місце в цьому процесі повинна займати сільськогосподарська техніка. Проблеми, що виникають при її роботі пов'язані як з важкими умовами роботи, так і з недоліками при конструюванні та при її експлуатації. Як показують дослідження велика питома вага відмов техніки пов'язана з недоліками у ланцюгових передачах, які використовуються як в машинах для посіву і посадки сільськогосподарських культур, так і в машинах для збирання врожаю.

Виділення нерозв'язаних частин проблеми.

Використання ланцюгових передач в машинобудуванні, зокрема в сільськогосподарському, пояснюється можливістю їх застосування при великих міжосьових відстанях, особливо сьогодні, коли майже вся сільськогосподарська техніка досягла своїх граничних лінійних розмірів (зокрема зернозбиральні комбайни), а також за рахунок переваг у порівнянні з іншими передаточними механізмами – відсутність проковзування, відносна компактність, менші навантаження на вали та підшипники, здатність передавати значні навантаження (до 5000 кВт), відносно

великий ККД (близько 0,98). В ряді робіт [1-2] показано, що надійність роботи ланцюгових передач дійсно значною мірою впливає на загальну надійність сільськогосподарської техніки. У той же час практично не аналізуються фактори самої ланцюгової передачі і їх вплив на працездатність сільськогосподарської техніки. В деяких роботах [3-4] розглянутий полігональний ефект, що виникає в зубчастих передачах, але на жаль ці дані практично не використовуються в реальній роботі.

За даними [1] відсоток відмов пов'язаних з механічними передачами складає 30-35%. Види відмов та дефектів які виникають підчас експлуатації машин: корозія, порушення шарнірності, обрив пластин ланцюга, знос пластин, руйнування валиків, втулок, розвальцювання втулок не завжди можуть бути обумовлені тільки умовами роботи або іншими природними причинами. В більшій частині праць аналізуються самі дефекти, а не причини їх виникнення.

Між тим в ряді робіт описаний природний дефект ланцюгових передач як полігональний ефект [5] Однак в цих роботах не робляться конкретні висновки про можливий вплив цього ефекту на вихід з ладу передач сільськогосподарської техніки.

Мета роботи – на основі аналізу схем ланцюгових передач сучасних сільськогосподарських машин, математичного моделювання полігонального ефекту в ланцюгових передачах довести його значний вплив на

динамічні навантаження і можливість виходу з ладу вказаних передач.

Схеми ланцюгових передач сучасних сільськогосподарських машин

Розглянемо схему робочих органів з ланцюговим приводом сільськогосподарських машин на прикладі кукурудозбиральної жнивarki ППК – 81 «Аргус» виробництва KLEVER (Росія) [6], рис. 1.

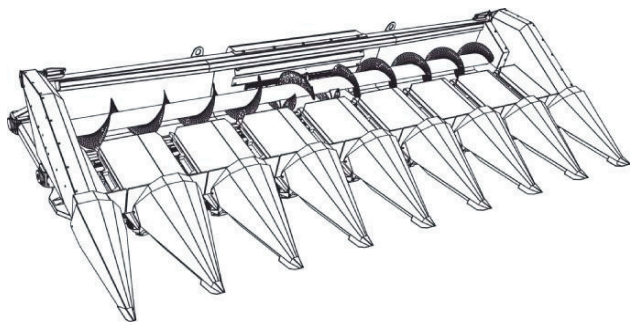


Рис. 1. Жнивarka ППК – 81 «Аргус»

Жнивarka та її модифікації можуть агрегатуватись з комбайнами «ДОН-1500Б» (базова модель ППК - 81), комбайнами «Вектор», «ACROS – 530», «Єнісей-960», «John Deere 9660i WTS», «John Deere 1550 CWS», «New Holland TX65» за умови частоти обертання привідного валу $n = 500...530$ об./хв., а також комбайнами «CLAAS Mega 360» при $n=700...730$ об./хв. (модифікації ППК – 81-01...07).

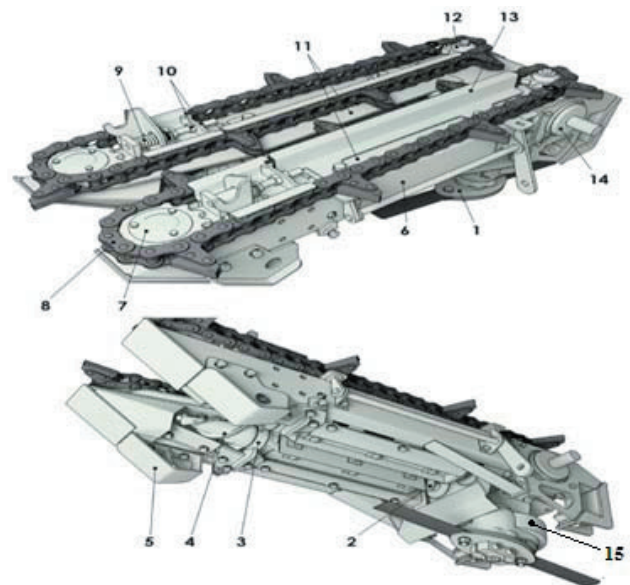


Рис. 2. Русло жнивarki: 1. Подрібнюючий апарат; 2. Цапфа редуктора приводу русел; 3. Опора; 4. Протягуючий валець; 5. Опора; 6. Рама русла; 7. Натяжна зірочка ланцюга живлення; 8. Ланцюг подачі (живлення); 9. Натяжний пристрій; 10. Гайка; 11. Відривна пластина; 12. Ведуча зірочка ланцюга подачі; 13. Заспокоювач; 14. Редуктор приводу русла; 15. Редуктор приводу подрібнюючого апарату

Русло (рис. 2) є основним робочим органом пристрою і слугує для відокремлення початків від стебел, подавання їх до шнеку початків та подрібнення стебел. Русло складається з П-подібної рами 6, уздовж довгих сторін якої розташовані два протягуючі вальці 4, двох пластин відриву 11, встановлених над вальцями, двох контурів ланцюгів подачі (живлення) 8, натяжних зірочок ланцюгів подачі 7 і редуктора приводу русла 14, встановленого на поперечині рами. В передній частині рами є опори 5, що знімаються, які разом з подрібнювачем, можуть бути демонтовані при збиранні полеглих посівів, для більш низького ходу дільників. Передня частина вальця спирається на підшипник із сферичним кільцем, який розміщений в опорі 3, що регулюється закріпленою на балці рами. Задня частина вальця, через втулку з пазами, спирається на сферичну опору 2 з двома повідками, яка знаходиться на шліцьовому валу редуктора приводу русел. Крутний момент на вальці передається повідками, через пази втулок вальця. Подрібнюючий апарат 1 призначений для скошування і подрібнення стебел кукурудзи.

Ланцюги подачі 8 являють собою витягнуті уздовж рами русла замкнені (без з'єднувальних ланок) ланцюги із спеціальними лапками. Робоча гілка ланцюга рухається уздовж заспокоювача 13, що закріпленої на рамі русла. Ланцюги подачі встановлюються на зірочки із зміщенням відносно один одного на $1/2$ кроку спеціальних лапок.

Привід ланцюгів подачі здійснюється від редуктора 14, на вертикальних валах якого розміщені ведучі зірочки 7 ($z=9$). Ведені зірочки ($z=14$) водночас є і натяжними і знаходяться під постійною дією пружин натяжного пристрою, закріпленого на рамі русла. Зусилля натягу регулюється величиною стиснення пружин 9 до розміру 68 мм. гайками 10.

Слід відзначити, що крок ланцюга у цьому пристрої досить великий, що приводить до появи досить великих динамічних навантажень.

Вплив полігонального ефекту на динамічні навантаження ланцюгових передач

Для визначення природи походження полігонального ефекту простежимо за рухом ланцюга від початку і до завершення входу ланки в зачеплення із зірочкою. На малюнку 3 схематично зображений ланцюг у зачепленні із зірочкою, яка з постійною кутовою швидкістю ω_1 обертається за годинниковою стрілкою. Положення зірочки на початку входження ланки II у зачеплення зображено штрих-пунктирною лінією. При повороті зірочки на кут $\alpha_1/2 - \beta$ шарнір А переміститься по дільній окружності з постійною коловою швидкістю зірочки у деяке нове положення. Приймаємо, що при цьому ланка II з усіма іншими ланками набігаючої гілки, рухаючись за шарніром А, перемістилась уперед і вгору, залишаючись паралельною початковому положенню. У дійсності, набігаюча на зірочку гілка дещо відхиляється від свого початкового положення, але у ланцюгових передачах це відхилення настільки мале, що ним можна знехтувати. У вказаний проміжний момент швидкість v_1 підйому ланцюга вгору та дійсної швидкість v_2 набігання ланцюга на зірочку можна виз-

начити розклавши колову швидкість $v_{зир.}$ зірочки по відповідних напрямках:

$$v_1 = v_{зир.} \sin \beta \quad \text{та} \quad v_2 = v_{зир.} \cos \beta$$

$$v_{зир.} = \omega_1 R_1,$$

де R_1 – радіус зірочки у м.

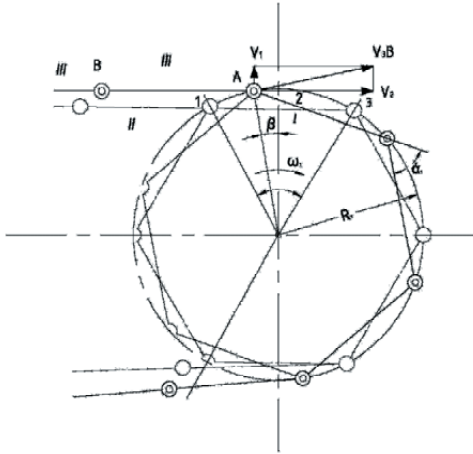


Рис. 3. Схема навантаження ланцюга з великим кроком

З цих виразів видно, що із зменшенням кута β швидкість v_1 зменшується, а швидкість v_2 збільшується. Зміна швидкості v_2 в залежності від кута β приведено на діаграмі (рис. 4)

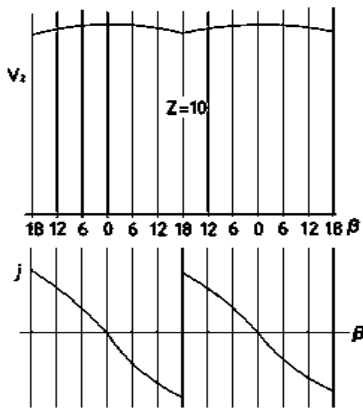


Рис. 4. Діаграма зміни швидкості і прискорення руху ланцюга

При куті $\beta=0$ шарнір А займе положення 2. При цьому ланка ІІ, досягне найвищого положення і буде мати швидкість $v_1=0$ та $v_2=v_{зир.}$

При подальшому повороті зірочки на кут $\alpha/2$ шарнір А переміститься у положення 3 (рис. 3). При цьому ланка ІІ опуститься із наростаючою швидкістю до свого початкового рівня та переміститься уперед вже з меншою швидкістю. Період входу у зачеплення ланки ІІ закінчується ударом, з яким входить у контакт із зубом зірочки наступний шарнір В. при вході у зачеплення наступної ланки ІІІ рух ланцюга повторюється.

Таким чином, за час повороту зірочки на кут $\alpha=360^\circ/z$ ланцюг має наступні переміщення: від положення 1 до положення 2 ланцюг з уповільненням піднімається угору та з прискоренням переміщується уперед; від положення 2 до положення 3 ланцюг з прискоренням опускається вниз, переміщуючись уперед з уповільненням. Періодичні піднімання та опускання ланцюга, особливо при малій кількості зубів зірочки та підвищеній швидкості, викликають коливання та постійне видовження, не спокійний хід ланцюга; періодична зміна швидкості набігання викликає додаткові динамічні навантаження на ланцюг.

Література

1. Александровский И. А. Повышение эксплуатационных показателей комбайнов «Дон-1500Б» на основе совершенствования их технической эксплуатации [Текст] : Дисс. канд. техн. наук / И. А. Александровский. - М., 2002. - 210 с.
2. Учаев Н.И. Расчет роликовых приводных цепей на долговечность [Текст] / Н. И. Учаев // Вестник машиностроения – 1974, №6. - С. 42 - 46.
3. Efficient simulation of bush and roller chain drives. Multi-body dynamics. [Text] : ECCOMAS Thematic Conference. (21 - 24 June 2005) / Gerhard Hippmann, Martin Arnold, Marcus Schittenhelm. - Madrid, Spain : 2000. – 53 p.
4. Н. В. Воробьев. Цепные передачи [Текст] / Н. В. Воробьев. – М. : Машиностроение, 1968. - 251 с.
5. Максименко В. А. Динамика пуска и установившегося режима работы цепного привода, оснащенного полимерными деталями [Текст] : Дисс. канд. техн. наук / В. А. Максименко. – Ч., 2002. - 108 с.
6. Руководство по эксплуатации и каталог запасных частей приспособления для уборки кукурузы ППК-81 Argus [Текст] : Изд. офиц. – Ростов – на – Дону. : Klever. 2008. – 162 с.