

Секція

Смарт-технології машиновикористання, інженерний менеджмент, технічний сервіс

УДК 631.004.02

ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ПОДРІБНЮВАЛЬНОГО АПАРАТУ КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

Гненюк М. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В основу моделі поставлена задача розробити спосіб технічного контролю подрібнювального апарату кормозбирального комбайна шляхом підвищення продуктивності подрібнювальних апаратів за рахунок своєчасного визначення моменту затуплення ножів [1].

Поставлена задача досягається завдяки тому, що спосіб технічного контролю подрібнювального апарату кормозбирального комбайна [2] включає вимір зазорів між ножами ножового барабана [3] і протирізу в крайніх точках по ширині різання [4] і визначення середньої частоти обертання валу ножового барабана [5], згідно пропонованого рішення з метою підвищення продуктивності подрібнювальних апаратів за рахунок своєчасного визначення моменту затуплення ножів [6], додатково вимірюють подачу рослинної маси, проводять вимірювання миттєвих частот обертання ножового барабана на початку і кінці циклу різання для кожного ножа, а по співвідношенню між відношенням різниці вимірних миттєвих частот обертання до середньої частоти обертання валу ножового барабана і величиною подачі рослинної маси судять про ступінь затуплення ножів або кромки протирізу.

У технологічному процесі заготівлі кормів кормозбирального комбайна, що включає подачу, подрібнення і транспортування рослинної маси, найбільш енергоємною операцією є подрібнення, тобто процес різання маси обертаються ножами. Середня частота обертання ножового барабана може бути визначена по інтервалу часу проходження ножа від 1 до 2-го датчиків зазору або за часом проходження двома сусідніми ножами одного датчика зазору. У той же час миттєва частота обертання ножового барабана змінюється протягом кожного циклу різання рослинної маси ножовим барабаном. Динаміка процесу описується наступним диференціальним рівнянням:

$$I \frac{d\omega}{dt} = M_n - M_p \quad (1)$$

де I - момент інерції ножового барабана; ω - миттєва кутова частота обертання барабана; M_n - момент, що передається двигуном; $M_o = M_p + M_T + M_{ш} + M_x$ - момент сил опору; M_p , M_T , $M_{ш}$, M_x - моменти, що витрачаються на різання, транспортування, надання прискорення і холостий хід.

При налаштуванні кормозбиральної машини на певну довжину різання рослинного матеріалу і при установці z ножів на подрібнювальному барабані можна вважати $M_x = const$. Момент сил різання M_p залежить від подачі рослинної маси, її вологості, зазору в ріжучій парі, гостроти лез ножів і протиріжуючої кромки бруса. Момент на транспортування, який залежить від подачі рослинної маси, її вологості, відстані переміщення маси по кожусі подрібнювального апарата і коефіцієнта опору переміщенню, при стабілізації подачі і частоти обертання валу барабана можна вважати постійним. Момент на прискорення рослинної маси, який пропорційний її подачі, спільно з моментом різання обумовлює коливальний характер навантаження на валу подрібнювального барабана. Період цих коливань збігається з періодом циклу різання T , який дорівнює $2\pi/2\omega$. Амплітуда коливань в кожній конкретній виробничій ситуації (коли постійні вологість рослинної маси і її фізико-механічні властивості) залежить від подачі рослинної маси, зазору в ріжучій парі і гостроти лез ножів. При цьому моменту проходження ножа щодо першого датчика зазору відповідає максимум моменту опору, а при виході ножа з шару рослинного матеріалу спостерігається зменшення навантаження, яке відбувається в момент проходження ножа близько другого датчика зазору. Реєстрація миттєвих частот обертання валу подрібнювального барабана при проходженні ножа близько обох датчиків дозволяє оцінити обумовлені коливанням моменту опору M_o , коливання миттєвої частоти обертання ω , щодо середньої частоти обертання ω_{cp} валу подрібнювального барабана. яке відбувається в момент проходження ножа близько другого датчика зазору. Виходячи з цих передумов можна отримати наступну наближену залежність:

$$(\omega_1 - \omega_2)/\omega_{cp} \approx a_1 \cdot a_2 \cdot q \quad (2)$$

де ω_1 і ω_2 - миттєві частоти обертання валу барабана відповідно на початку і кінці циклу різання; a_1 і a_2 - емпіричні коефіцієнти, які визначаються для кожної конкретної виробничої ситуації і залежать відповідно від величини зазору в ріжучій парі і гостроти їх кромки; q - подача рослинної маси.

З (2) отримаємо, що коефіцієнт, що характеризує затуплення, ріжучої пари,

$$a_{\eta} \approx (\omega_1 - \omega_2)/\omega_{cp} \cdot a_1 \cdot q \quad (3)$$

Таким чином, вимірявши величини, що входять в (3) при гострих ножах, можна обчислити початкове значення коефіцієнта $a_{\etaп}$, а потім,

порівнюючи поточні значення коефіцієнта a_2 з його початковим значенням, судити про ступінь затуплення ріжучої пари.

Величини миттєвих частот обертання барабана ω_1 і ω_2 необхідно вимірювати синхронно з початком і закінченням різання. Оцінку цих величин виробляють за часом τ_1 і τ_2 взаємодії ножа з кожним із датчиків зазору, розташованих в крайніх точках різання. Тривалість взаємодії ножа з датчиком зазору, наприклад індуктивним, залежить від геометричних розмірів ножа і датчика швидкості руху ножа. При постійних геометричних розмірах можна вважати

$$\tau_1 = a_3/\omega_1 \text{ і } \tau_2 = a_3/\omega_2 \quad (4)$$

де a_3 - емпіричний коефіцієнт.

З (4) можна отримати вираз для миттєвих частот обертання на початку і кінці циклу різання:

$$\omega_1 = a_3/\tau_1 \text{ і } \omega_2 = a_3/\tau_2 \quad (5)$$

Про величину подачі рослинної маси можна судити по товщині шару маси в зоні пресуючих вальців:

$$q = a_4 h \quad (6)$$

де a_4 - емпіричний коефіцієнт; h - товщина шару маси, м.

Таким чином, вимір миттєвих частот обертання барабана на початку і кінці циклу різання, оцінка подачі рослинної маси при відомій величині зазору дозволяють визначити ступінь затуплення ріжучої пари і своєчасно сигналізувати оператору про необхідність заточки ножів або заміни протирізу.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.
5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic

microbiocature separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.

6. Rogovskii I. L., Hneniuk M. V. Research on losses of technical preparedness of forage harvesters combines by level of seasonal service accumulation. Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1679. P. 042035.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



Київ – 2024

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42

З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

- Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.
- Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.
- Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.
- Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.
- Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.
- Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.
- Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.
- Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.
- Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.
- Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.
- Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».
- Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».
- Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.
- Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.
- Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.
- Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.
- Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.
- Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.
- Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.
- Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.
- Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».
- Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.
- Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».
- Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.
- Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.
- Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.
- Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».
- Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.
- Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.
- Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.
- Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.
- Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.