

УДК 631.354

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОБЧІСУВАННЯ НА КОРЕНІ

Рогач Ю.П., к.т.н.,

Шегеда К.О., аспірант,

Шегеда А.В., аспірант,

Шокарев О.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-20-74

Анотація – технологічний процес збирання зернових культур методом обчісування на корені розглядається як система «оператор-комбайн обчісувального типу-середовище». Розглядається проблема урівноваження поперечних коливань різального пристрою.

Ключові слова – обчісування рослин на корені, система «оператор-комбайн обчісувального типу-середовище», безпека, вібрація, різальний пристрій.

Постановка проблеми. Стратегічно важливою сільськогосподарською галуззю для України є виробництво зерна, економіка якої на пряму залежить від технічного рівня та стану машинно-тракторного парку. Але саме в парку зернозбиральної техніки на сьогодні склався критичний стан. Оскільки він майже на 70-80% складається з застарілих комбайнів, ресурс яких фактично вичерпаний. Тому в сучасній політиці корінних змін у сфері агропромислового комплексу України особливе місце займає розвиток вітчизняного комбайнобудівництва та освоєння виробництва нової високоефективної зернозбиральної техніки. До нових технологій відносяться і комбайнове збирання зернових культур та рису методом обчісування на корені. Розробки такого способу ведуться у Таврійському агротехнологічному університеті [1].

Особливість даного способу є у тому, що обчісувальний пристрій, що прикріплений до комбайну замість жниварки, виконує обмолот зернових культур на корені з наступним збором та доопрацюванням обчесаного вороху у комбайні. Незернова частина врожаю (обчесані стеблини) у молотильно-сепарувальний пристрій комбайна

не потрапляють, в результаті чого досягається істотне підвищення пропускну здатності комбайна.



Рис. 1. Зернозбиральний комбайн обчисувального типу з різальним пристроєм.

Переваги даного способу перед традиційним прямим комбайнуванням полягають у наступному: підвищення продуктивності збирання зернових культур; зменшення витрат зерна та його травмування; зменшення енергоємності комбайна; скорочення строків збирання та звільнення поля під врожай майбутнього року. Впровадження нового комбайну обчисувального типу дозволяє знизити матеріалоемність та підвищити техніко-економічні і технологічні показники. Але при цьому залишаються відкритими питання поліпшення умов праці при експлуатації комбайна обчисувального типу.

Особливістю процесу збирання зернових культур методом обчисування на корені є те, що він здійснюється в умовах чинників виробничого середовища, які постійно змінюються, що є продуктом природних процесів і, зокрема, виробничої діяльності оператора. У той же час, в силу фізіологічних та економічних причин, можливості адаптації оператора і комбайна до природних коливань параметрів виробничого середовища досить обмежені.

Неузгодженості, що виникають між елементами технологічної системи «оператор-комбайн обчисувального типу-середовище» (О-К-С) призводять до різкого зростання числа їх відмов, що знижує безпеку процесу збирання зернових культур і, як наслідок, - безпеку оператора мобільної сільськогосподарської машини. Відомо, що безпека технологічної системи «О-К-С» залежить від факторів небезпеки, закладених в кожній з її підсистем, тобто в операторі, комбайні та середовищі. Кожна з підсистем охоплює велику кількість факторів небезпеки. Однак, до теперішнього часу відсутня система оцінки ризику травмування оператора технологічної системи «О-К-С» при виконанні процесу збирання зернових культур методом обчисування на корені. Звідси випливає, що дослідження і вдосконалення методів і засобів підвищення безпеки технологічної системи «О-К-С» в процесі збирання зернових культур методом обчисування на корені є актуальною проблемою, вирішення якої має важливе народногосподарське значення.

Формулювання мети статті. У статті розглянуті окремі і взаємопов'язані дії елементів системи «оператор-комбайн обчисувального типу-середовище» в процесі збирання зернових культур методом обчисування на корені, які впливають на його безпеку і є основними факторами ризику травмування оператора зернозбирального комбайна.

За критерії ефективності використання комбайна обчисувального типу по поліпшенню умов праці передбачається:

- підвищення безпеки праці;
- полегшення праці обслуговуючого персоналу;
- зниження вібрацій та шумів;
- зниження запилювання;
- підвищення культури праці.

Тому необхідно підвищити безпеку процесу збирання зернових культур за рахунок удосконалення технологічної схеми «комбайн обчисувального типу» та обґрунтування конструктивних параметрів обчисувального модуля шляхом удосконалення технологічної схеми:

- розробки моделі приводу різального апарату, який забезпечує повне врівноваження пристрою, що виключає вібрацію та шуми, полегшує обслуговування апарату;

- обґрунтувати геометричні параметри заднього кожуха обчисувального пристрою з метою зниження габаритів модуля та запиленості під час роботи;

- розробити модель пристрою для контролю глибини занурення обчисувального модуля в хлібостій, що дозволяє підвищити культуру безпеки праці.

Аналіз останніх досліджень. Для різання обчесаних стебел найбільш компактним і технологічно надійним є сегментний пальцьовий

різальний апарат зі зворотно-поступальним рухом ножа, а для очищення зони різання використовується транспортуючий механізм, який виконано у вигляді контуру нескінченного ланцюга із закріпленими на ньому граблинами, які розташовано над різальним апаратом паралельно площині сегментів. Переорієнтування зрізаних стебел забезпечується нанесенням по ним бічних ударів нижче центру ваги [2].



Рис. 2. Різальний пристрій сегментного типу с транспортуючим механізмом.

Основна частина. Значна кількість факторів, які впливають на надійність і безпеку процесу збирання зернових культур, їх складний характер і складні взаємозв'язки, різних оціночних критеріїв та значимості роблять необхідним застосовувати системний підхід до їх вивчення. Технологічний процес збирання зернових культур методом обчисування на корені включає підсистеми «середовище», яке представлено факторами навколишнього і виробничого середовища, «комбайн», який виконує процес збирання зернових культур методом обчисування на корені, і «оператор», який являється центральним організуючим і керуючим елементом.

Система «О-К-С», виконуючи певні функції з обмолоту зернових культур на корені, зі скошування обчисаних стебел, має вхідні і вихідні фактори (Рис.3).



Рис. 3. Основні джерела та фактори небезпек в технологічній системі «оператор» - «комбайн обчисувального типу» - «середовище» (О-К-С).

Вхідні фактори характеризуються умовами функціонування системи «О-К-С», які включають в себе особливості культури, що збирається, стан культури в момент збирання, стан поля и доріг. До вихідних факторів слід віднести: параметри надійності і безпеки системи «О-К-С», які включають результати роботи системи, тобто продуктивність і ризик травматизму

оператора мобільної сільськогосподарської машини.

На надійність і безпеку функціонування технологічної системи «О-К-С» впливають умови навколишнього і виробничого, організаційно-технологічні і експлуатаційно-технологічні фактори.

При сталому режимі технологічного процесу оператор, як правило, візуально визначає стан вихідних параметрів, і у випадку виходу їх за певні величини корегують режимні параметри роботи машини. Для підтримання надійності і безпеки функціонування системи «О-К-С» до її управління підключаються організаційні і експлуатаційні служби.

В штатній ситуації візуально або за допомогою приборної інформації оператор може визначити порушення технологічного процесу і, як наслідок, виникнення аварійних ситуацій і своєчасно усувати їх. При нештатних ситуаціях, наприклад при раптовому виявленні перешкоди або відмові гальмівної системи оператор зазнає нервову перенапругу і може зробити помилкові дії, які приводять до зниження безпеки технологічного процесу.

При розгляді підсистеми «оператор» в системі «О-К-С», з позиції інформаційної взаємодії всіх елементів враховуються лише ті фактори, які впливають на хід технологічного процесу, несуть потік інформації, чітко сприйняття якого і визначення правильності дії характеризують безпеку системи.

За кількістю і якістю інформації, що надходить від системи «О-К-С» можна констатувати, що її достатньо багато і вона складна, оператор повинний мати професійну придатність і високу кваліфікацію для чіткого сприйняття інформації і правильного виконання керуючих впливів. Природні можливості оператора обмежені, і повний прийом потоку інформації в зв'язку з незадовільною наявністю засобів відображення інформації і контролю також обмежені.

Цьому можна припустити, що основними причинами низької безпеки процесу збирання зернових культур являється: відсутність автоматичного контролю за режимними параметрами технологічного процесу; обмеження можливості якісного виконання впливів з управління рухом машини і регулювання технологічного процесу; недостатня професійна придатність і кваліфікація операторів машин для управління складною системою «О-К-С».

Для підвищення безпеки процесу збирання зернових культур дуже важливо вивчити особливості взаємодії системи «О-К-С». Для оцінки безпеки взаємодії елементів системи «О-К-С» необхідно обґрунтувати оціночний критерій і визначити його теоретичні і експериментальні залежності з показниками професійної кваліфікації оператора, пристосованості (ергономічності і безпечності) машини до технологічного керування в штатних і нештатних ситуаціях виробничого середовища. При цьому показники оцінки підсистем «оператор», «комбайн обчисувального

типу» и «середовище» повинні описуватись кількісними характеристиками, які зіставляються між собою [3].

Конструктивні елементи комбайна в свою чергу є вхідними параметрами. Наприклад, конструкція обчисувального пристрою впливає на запиленість повітря в кабіні, а різальний пристрій з механізмом укладки у валок зрізаних і обчесаних стеблин впливає на акустичний та вібраційний фон.

При використанні малогабаритного вище згаданого різального пристрою виникає проблема урівноваження поперечних коливань.

При рівномірному обертанні кривошипного механізму приводу ніж та інші деталі різального апарату мають змінні за напрямком прискорення. Сили інерції, які виникають при цьому, спричиняють динамічний тиск у механізмах. Цей тиск передається на весь різальний пристрій, що викликає струшування та коливання.

При цьому поперечне переміщення різального пристрою (S_m) можна визначити із виразу

$$S_m = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{m_n}{m_{pn}} \cdot \sqrt{(2S - \epsilon_o - \epsilon_1)(\epsilon_o + \epsilon_1)}, \quad (1)$$

де m_n - маса ножа, кг, $m_n=9$;

S - хід ножа, мм, 76;

ϵ_o - ширина верхньої кромки сегменту, мм, 10;

ϵ_1 - ширина протирізальної частини пальця, мм, 16;

t - час, який дорівнює півперіоду коливань, с; $t = \pi/\omega$;

m_{pn} - маса різального пристрою, кг, 90.

Розрахунки показують, що поперечне переміщення серійної жатки для прямого комбайнування складає 0,8 мм, тоді як для різального пристрою комбайна обчисувального типу на порядок вище – 10 мм.

При поперечному переміщенні пристрою на 10 мм значно зростає ймовірність проковзування стеблин за рахунок збільшення поперечного відгину стеблин, що негативно відображується на втрахах незернової частини врожаю.

З попереднього можна зробити такі висновки: щоб зменшити поперечне переміщення різального пристрою треба урівноважити сили інерції за рахунок використання різального апарату на основі нескінченного ланцюга.

Визначивши величину інерційної сили ножа, можна вирішити цілий ряд проблем, пов'язаних зі зниженням вібрацій у пристрої, розрахунком окремих деталей на міцність, визначенням тиску у кінематичних парах.

За значенням сил інерції є можливість судити про енергетичні затрати на подолання їх опору.

Потрібна для цієї мети потужність визначається за формулою:

$$N = \frac{m_n \cdot \omega^3}{4\pi} \cdot (2S - \epsilon_0 - \epsilon_1) \cdot (\epsilon_0 + \epsilon_1), \quad (2)$$

де ω - циклічна частота коливань ножа, с^{-1}

Висновки. Таким чином, представлений системний підхід у дослідженні безпеки процесу збирання зернових культур методом обчисування на корені виявив групи факторів безпеки, взаємозв'язок і взаємодії підсистем «комбайн обчисувального типу», «оператор» та «середовище».

Аналітичний опис взаємозв'язків і взаємодій підсистем «комбайн», «оператор» та «середовище» вказує на наявність в системі «О-К-С» об'єктивної закономірності між критерієм ризику травмування операторів зернозбиральних комбайнів обчисувального типу і показниками виробничого та навколишнього середовища, професійної кваліфікації оператора, пристосованості комбайну до технологічного управління у штатних і позаштатних ситуаціях.

Основними напрямками вдосконалення комбайну є розробка різального апарату на основі нескінченного ланцюга.

Використання такого апарату зменшить коливання різального пристрою та вібрацію в кабіні комбайна.

Обґрунтування параметрів заднього кожуха обчисувального пристрою і заміна його на герметичний дозволить зменшити запилювання в кабіні комбайна. Поток пилу при обчисуванні проходить крізь комбайн і не підвищує небезпеку оператора.

Важливим моментом по вдосконаленню комбайна обчисувального типу є розробка конструкції пристрою для контролю глибини занурення обчисувального модуля, використання якого в свою чергу приведе до полегшення праці обслуговуючого персоналу та підвищення культури праці.

Література

1. Разработать технологические процессы и основные рабочие органы рисоуборочного комбайна и полевой уборочной машины, основанных на принципе обмолота растений на корню // Заключительный отчет по НИР / Мелитоп. институт мех. сел. Хоз ; № ГР02910041798. – Мелитополь, 1990. – 60 с.

2. Шокарев О.М. Обґрунтування технологічної схеми та основних параметрів різального пристрою рисозбирального комбайну

обчісувального типу. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. - Луганськ. : ЛНАУ, 2002. - 22 с.

3. *Аверьянов Ю.И.* Повышение безопасности процесса уборки зерновых культур на основе совершенствования системы «оператор-машина-среда». Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. - Челябинск. : ЧСАУ, 2006. – 265 с.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОЧЁСЫВАНИЯ НА КОРНЮ

Рогач Ю.П., Шегеда Е.О., Шегеда А.В., Шокарев А.Н.

Аннотация - технологический процесс уборки зерновых культур методом очёсывания на корню рассматривается как система «оператор-комбайн очёсывающего типа-среда». Рассматривается проблема уравнивания поперечных колебаний режущего устройства.

APPROACH OF THE SYSTEMS TO RESEARCH OF SAFETY OF PROCESS OF COLLECTION OF GRAIN-CROPS BY METHOD OF OBCHISUVANNYA ON ROOTS

J. Rogach, K. Shegeda, A. Shegeda, A. Shokarev

Summary

The technological process of collection of grain-crops on roots is examined the method of obchisuvannya as a system «operator-combine of obchisuvannogo tipu-seredovische». The problem of balancing of transversal vibrations of cutting device is examined.