

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра механіки та інженерії агроєкосистем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису
УДК 631.313.6

Кобилинський Артем Петрович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Обґрунтування модернізації молотильного пристрою
зернозбирального комбайна
208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр. Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ А. П. Кобилинський

Керівник роботи
Шелудченко Б.А.
Професор

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Кобилинський Артем Петрович. Обґрунтування модернізації молотильного пристрою зернозбирального комбайна. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Одним із найвідоміших видів зернозбиральних машин є зернові комбайни. У ході роботи цієї техніки відбувається відразу кілька послідовних операцій.

Проведений аналіз показує перспективність використання роторних комбайнів, у яких замість трьох агрегатів, а саме молотильного барабана, відбійного бітера та соломотрясу, використовується поздовжній ротор. Таке обладнання збільшує продуктивність. Але для роторного комбайна потрібен потужніший двигун і певна вологість. Крім того недомолот зерна для роторного комбайна є дещо вищим.

З метою зниження втрат за молотаркою від недомолота при збиранні зернових пропонується встановити спеціальні ножі ріжучі, штифти очисні, ріжучі планки. Модернізація конструкції забезпечить жорсткіший режим роботи ротора без зміни частоти обертання і істотно знизить недомолот зерна. З літературних даних ми можемо припустити, що у цьому разі недомолот зернових знизиться з 7,5 % до нормативних 2,0 %.

Ключові слова: молотарка, розрахунок, міцність, зернові культури, недомолот.

ANNOTATION

Kobylynskii Artem. Substantiation of modernization of the threshing device of the combine harvester. - Qualification work on the rights of the manuscript. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2021.

One of the most famous types of grain harvesters are grain harvesters. During the operation of this technique there are several consecutive operations.

The analysis shows the prospects for the use of rotary combines, which instead of three units, namely the threshing drum, jackhammer and straw walker, uses a longitudinal rotor. Such equipment increases productivity. But a rotary combine requires a more powerful engine and some humidity. In addition, the threshing of the grain for the rotary combine is slightly higher.

In order to reduce the loss of the thresher from threshing when harvesting grain, it is proposed to install special cutting knives, cleaning pins, cutting strips. Modernization of the structure will provide a stricter mode of operation of the rotor without changing the speed and significantly reduce the threshing of the grain. From the literature we can assume that in this case the grain threshing will decrease from 7.5% to the normative 2.0%.

Key words: thresher, calculation, strength, grain crops, threshing.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КОМБАЙНІВ.....	7
Висновок до розділу 1.....	11
РОЗДІЛ 2 МОДЕРНІЗАЦІЯ КОМБАЙНА MASSEY FERGUSON 9790	12
Висновок до розділу 2.....	17
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ МОЛОТИЛЬНОГО АПАРАТУ НА МІЦНІСТЬ.....	18
ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	28

ВСТУП

Одним із найвідоміших видів зернозбиральних машин є зернові комбайни. У ході роботи цієї техніки відбувається відразу кілька послідовних операцій. Комбайни по праву вважаються одним із найнадійніших методів збирання зерна.

Існує величезна кількість різних видів зернових комбайнів, кожен з яких підходить під ті чи інші умови, і має свої плюси і мінуси. Розглянемо докладніше кожен із видів. Найважливішою частиною кожного комбайна є молотильний пристрій – молотарка.

Проведений аналіз показує перспективність використання роторних комбайнів, у яких замість трьох агрегатів, а саме молотильного барабана, відбійного бітера та соломотрясу, використовується поздовжній ротор. Таке обладнання збільшує продуктивність. Але для роторного комбайна потрібен потужніший двигун і певна вологість зернових в процесі збирання. Крім того недомолот зерна для роторного комбайна є дещо вищим.

Мета роботи. Підвищення якості обмолоту зернових культур, внаслідок модернізації аксіально-роторного молотильного пристрою.

Задачі досліджень.

1. Виконати аналіз конструкційних особливостей комбайнів
2. Провести модернізацію зернозбирального комбайна
3. Виконати розрахунок елементів модернізованої конструкції на міцність

Об'єкт досліджень. Комбайн для збирання зернових культур.

Предмет досліджень. Конструкційні параметри аксіально-роторного молотильного пристрою.

Методи дослідження: дослідження виконано з використанням методів теоретичної механіки та механіки матеріалів.

Практичне значення одержаних результатів. Основні результати дослідження спрямовані на вдосконалення процесу збирання зернових культур.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 15-ми найменувань. Загальний обсяг роботи становить 29 сторінок комп'ютерного тексту, містить 8 рисунків, 15 формул.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КОМБАЙНІВ

Одним із найвідоміших видів зернозбиральних машин є зернові комбайни. У ході роботи цієї техніки відбувається відразу кілька послідовних операцій. Комбайни по праву вважаються одним із найнадійніших методів збирання зерна. Під час збирання комбайном відбувається відразу кілька операцій та автоматизується 3 функції: жатки, молотилки та віялки [1-7].

Під час збирання зернових культур комбайна спочатку йде зрізання колосків. Далі відбувається їх подача до молотарки, в якій йде обмолот зерна. Таким чином, зерно відокремлюється від вороху і переміщається в бункер, а потім вивантажується з нього механічно. Слід зазначити, що саме цей спосіб є пріоритетним [1-7].

Звичайно, комбайн не є ідеальним засобом для повного циклу збирання зерна, оскільки кожен має свої особливості. Зокрема, наприклад комбайни не можуть працювати в певних умовах: дана техніка не призначена для роботи у темний час доби, тому збирання зерна за допомогою комбайна у вечірній та нічний час просто неможливе, робота комбайна залежить від погодних умов. Використовувати техніку для збирання зерна під час дощу не вийде. Комбайн не зможе працювати одразу після роси. При великій засміченості полів за допомогою цієї спецтехніки не можна збирати зерно. Таким чином, комбайн для збирання зерна хоч і є передовою технікою, найзручніший і практичніший, але постійно його використовувати не вдасться.

Існує величезна кількість різних видів зернових комбайнів, кожен з яких підходить під ті чи інші умови, і має свої плюси і мінуси. Розглянемо докладніше кожен із видів. Найважливішою частиною кожного комбайна є молотильний пристрій – молотарка. За принципом роботи молотарки зернові комбайни поділяються на [1-7]:

1. Барабанні (рис. 1.1). Цей вид комбайна є класичним і саме його використовують найчастіше. Це один із найпростіших та недорогих видів комбайнів. Такі комбайни здатні працювати у про «складних умовах», наприклад, за великої засміченості поля, що досить складно зробити з іншими типами комбайнів.



Рис. 2.1. Молотильно-сепаруючий пристрій комбайна John Deere [8]

2. Роторні (рис. 2.2). Зернові комбайни цього виду працюють досить швидко. Подібну техніку ефективніше застосовувати для збирання великого врожаю. Основний мінус роторного комбайна – це енерговитратність. Такий комбайн витрачає велику кількість палива, тому його не завжди використовують для збирання врожаю. Ціна на цей вид комбайна значно вища, ніж на інші. Крім того якість вимолоту зерна бажає кращого.

3. Гібридні. Це один із найпопулярніших варіантів. Цей комбайн поєднує як барабанний, і роторний ротор. Такий комбайн працює швидко та чітко. Гібридний комбайн може працювати при великій зернистості та не боїться

ранкової роси. Ціна такого комбайна середня, що дозволяє активно використовувати його при збиранні врожаю.

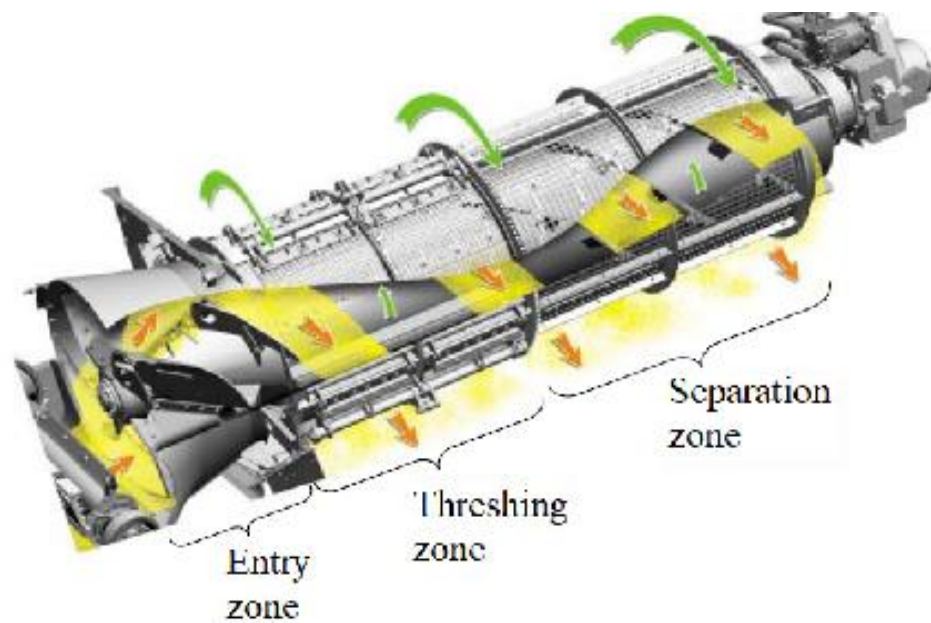


Рис. 1.2. Роторно-аксіальний молотильний пристрій [9]

За агрегованим методом зернові комбайни поділяються на такі категорії:

1. Самохідні. Як відомо, це один із найпоширеніших типів комбайнів, які активно використовуються для збирання зернових культур.
2. Навісні. Досить часто використовують для збирання врожаю.
3. Причіпні. Для даного типу комбайна необхідний трактор, оскільки він працює тільки разом з ним.

Причіпний зерновий комбайн – це один із найпоширеніших видів сільгосптехніки. Ця машина має низку переваг у порівнянні з іншими варіантами. Як було зазначено вище, щоб використовувати причіпний комбайн, потрібен трактор. Спецтехніка з'єднується один з одним, і причіп є місцем для збирання врожаю, а трактор стає навігатором. Трактор є ключовою ланкою і спрямовує причіпний зерновий комбайн за потрібним маршрутом.

Великі комбайни для збирання зернових культур мають великий попит, і це незважаючи на досить високі ціни. Велика техніка обдає велику потужність.

Кінських сил у великих комбайнів значно більше, а це збільшує продуктивність. Все це дозволяє найпродуктивніше займатися збиранням урожаю. Великі комбайни ідеально підходять для великих полів. Серед зернозбиральної техніки одним із найпотужніших сьогодні є New Holland CR10.90, потужність якого становить 652 кінських сил. Великі моделі виготовляє компанія «JOHN DEERE» у серії STS. Наприклад, зерновий комбайн STS моделі 9870 має потужність 440 л. с. Потужність моделі 612С може досягати 480 л.

Міні-комбайни для збирання зернових культур підходять для невеликих полів і мають низку переваг. Дані типи комбайнів досить економічні: енерговитрати значно нижчі, отже, палива знадобиться менше. За рахунок того, що використовувати комбайн краще за певних умов, його не можна назвати універсальним.

У роторних комбайнах замість трьох агрегатів, а саме молотильного барабана, відбійного бітера та соломотрясу, використовується поздовжній ротор. Таке обладнання збільшує продуктивність. Але для роторного комбайна потрібен потужніший двигун і певна вологість. Крім того недомолот зерна для роторного комбайна є дещо вищим.

Для адаптації зернового комбайна додатково використовуються різні модифікації:

- подвійні молотильні апарати;
- гусеничний тип шасі;
- жниварки низького зрізу та для збирання кукурудзи.

Висновок до розділу 1

Проведений аналіз показує перспективність використання роторних комбайнів, у яких замість трьох агрегатів, а саме молотильного барабана, відбійного бітера та соломотрясу, використовується поздовжній ротор. Таке обладнання збільшує продуктивність. Але для роторного комбайна потрібен потужніший двигун і певна вологість. Крім того недомолот зерна для роторного комбайна є дещо вищим.

РОЗДІЛ 2

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОМБАЙНА MASSEY FERGUSON 9790

Комбайн зернозбиральний Massey Ferguson 9790 складається (рис. 3.1) з молотарки, бункера з вивантажувальним пристроєм, пристосувань для збирання не зернової частини врожаю, моторної установки, силової передачі, ходової системи, органів управління, кабіни, гідравлічної системи, електрообладнання та електронної контрольної системи [8, 9].

У комбайна MF9790 кабіна, бункер та моторна установка розташовані по центральній осі машини, що дозволяє краще використовувати комбайн при збиранні врожаю, та створює зручності у роботі механізатора.

Всі передачі та обертові елементи закриті щитками огорожі. Компонування комбайна, положення робочого місця оператора, органи управління, майданчики обслуговування виконані відповідно до вимог технічної естетики та техніки безпеки.

Під час роботи комбайна жатка встановлюється на вибрану висоту зрізу. Необхідна кількість обертів мотовила та його положення щодо ріжучого апарату може регулюватися за допомогою гідравліки у процесі роботи.

Для молотильного пристрою та очистки підбирається такий режим, при якому втрати зерна будуть мінімальними, а також забезпечені повний вимолот та висока чистота зерна у бункері.

Технологічний процес роботи комбайнів MF 9790 на прямому комбайнуванні протікає наступним чином – див. рис 2.2,

Робота комбайна зі збирання врожаю складається так. Матеріал збирається жаткою, яка утримується на корпусі приймальної камери молотарки. Жатка використовує мотовило, яке направляє матеріал на шнек жатки після того, як він зрізається ножем, а шнек жатки подає її далі на транспортер, де висувні пальці подають її на транспортер [8, 11].

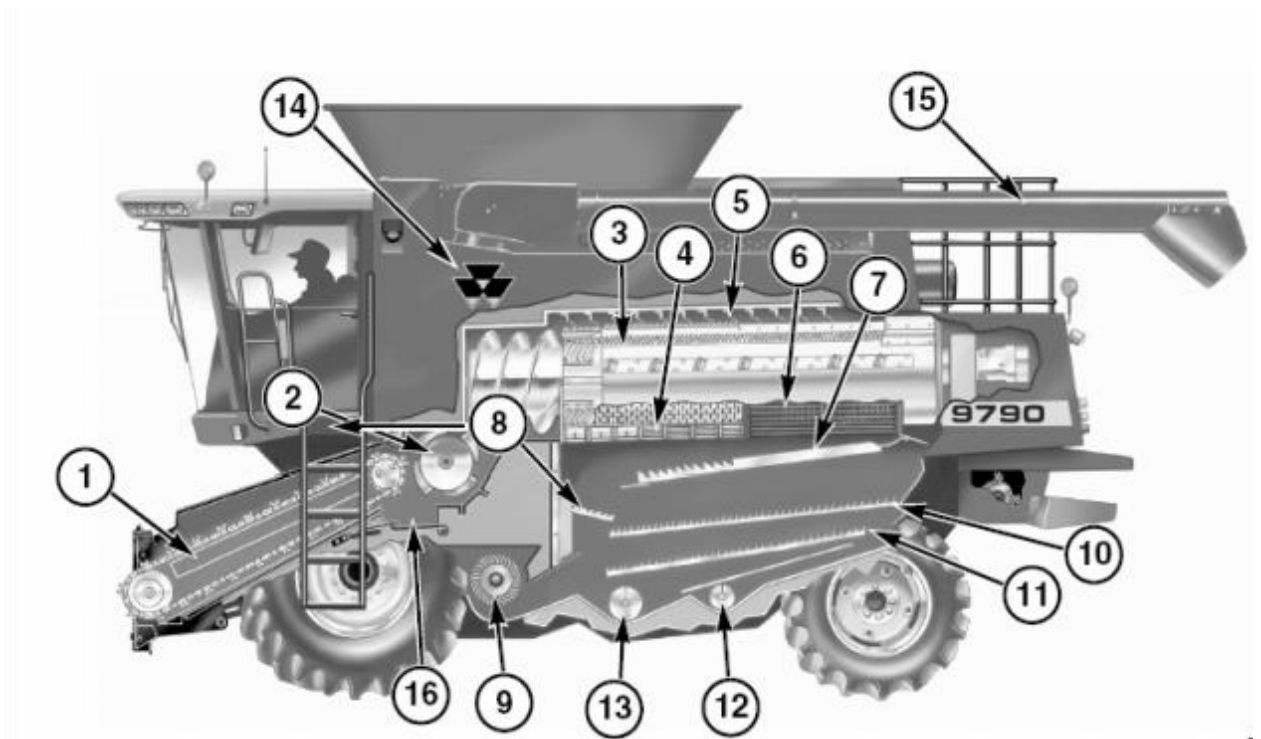


Рис. 3.1. Загальний вигляд та схема технологічна комбайна Massey Ferguson 9790 [10]:

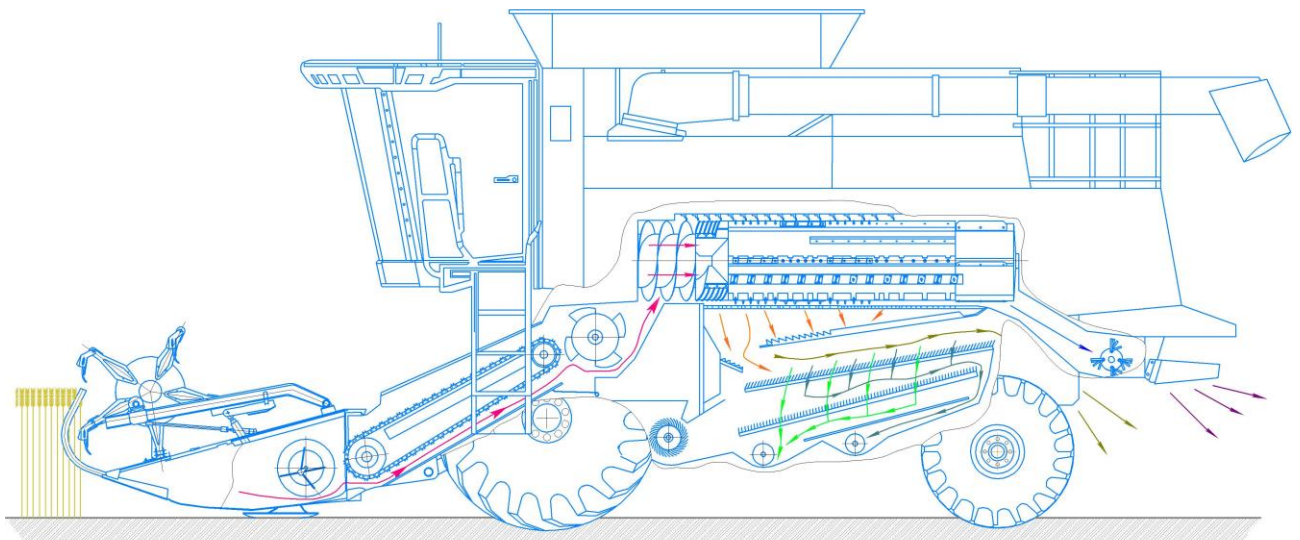
1 – транспортер; 2 – прискорювальний бітер; 3 – ротор; 4 - підбарабання; 5 – напрямні лопатки; 6 – ґрати; 7 – грохот; 8 – зерноуловлювач; 9 - вентилятор очистки; 10 – верхнє решето; 11 – нижнє решето; 12 - шнек для повторного обмолоту; 13 – шнек чистого зерна; 14 – бункер; 15 - розвантажувальний шнек; 16 – каменеуловлювач.

Елеватор транспортера подає матеріал на передню частину прискорювального бітера 2, який передає її у вхідну зону ротора і на ротор 3. Бітер транспортера також спрямовує каміння та інші сторонні об'єкти в каменеуловлювач 16, розташований попереду і трохи нижче бітера [8, 11].

Ротор виконує чотири функції, коли матеріал подається з круговим обертанням з передньої частини назад: прийом, обмолот, сепарація та вивантаження Шнек, що працює у приймальній частині, захоплює матеріал своєю спіраллю та передає її в зону обмолоту. Обмолот і первинна сепарація відбувається в зоні обмолоту завдяки взаємодії робочих органів ротора і нерухомого ґратчастого підбарабання. Остаточна сепарація відбувається у секції сепарації. Відцентрові сили рухають зерно і половиу через решітку 6, а солома залишається в підбарабанні. І знову спіральний рух матеріалу забезпечує кілька його проходів через сітки сепаратора. Циліндричні вальці ротора, що обертається, утримують матеріал на решітках до тих пір, поки він дійде до кінця, а потім лопатки скидають матеріал у розвантажувальний жолоб, звідки він подається на розкидач соломи, подрібнювач або викидається безпосередньо на поле [12].

Зерно, солома та необмолочені колоски, які застрягли в решітках сепаратора, переносяться до очищувального пристрою за допомогою зворотного піддону сепаратора 7. Матеріал передається від передньої частини зворотного піддону сепаратора на короткий каскад зерноуловлювача 8, який, у свою чергу, передає на передній край сита первинної очистки [12].

Вентилятор очищення 9 подає повітря, щоб підтримувати підлогу у зваженому стані під час очищення. Повітря подається через що здійснює зворотно-поступальні рухи регульоване решето 10, відокремлює підлогу і вивує її з комбайна [12].



- ← - зернова маса масса
- ← - соломистий ворох
- ← - подріднений ворох
- ← - продукти обмолоту
- ← - змолочене зерно
- ← - незмолочені колоски
- ← - ворох

Рис. 2.2. Технологічний процес роботи [11]

Зерно та недомолочені колоски провалюються через решето очистки. Регульоване решето очистки 11 виконує остаточне очищення. Чисте зерно падає через решето в лоток чистого шнека зерна. Колоски, солома та інший матеріал продовжують переміщатися в лоток зворотного шнека для повторної обробки 12. Ланцюговий елеватор з лопатками переміщає чисте зерно з лотка чистого шнека зерна 13 до шнека заповнення бункера, а потім - в бункер 14. Поворотний елеватор переносить колоски назад на вхід ротора для повторного обмолоту та повторної обробки. Зерно з бункера розвантажується у вантажний автомобіль або трейлер за допомогою розвантажувального шнека револьверного типу [12].

Для зниження втрат за молотаркою від недомолота при збиранні зернових в конструкцію аксіально-роторного молотильного пристрою пропонується внести такі зміни. Заводські бичі та ножі знімаються. Замість них ставляться ножі ріжучі, штифти очисні, ріжучі планки.

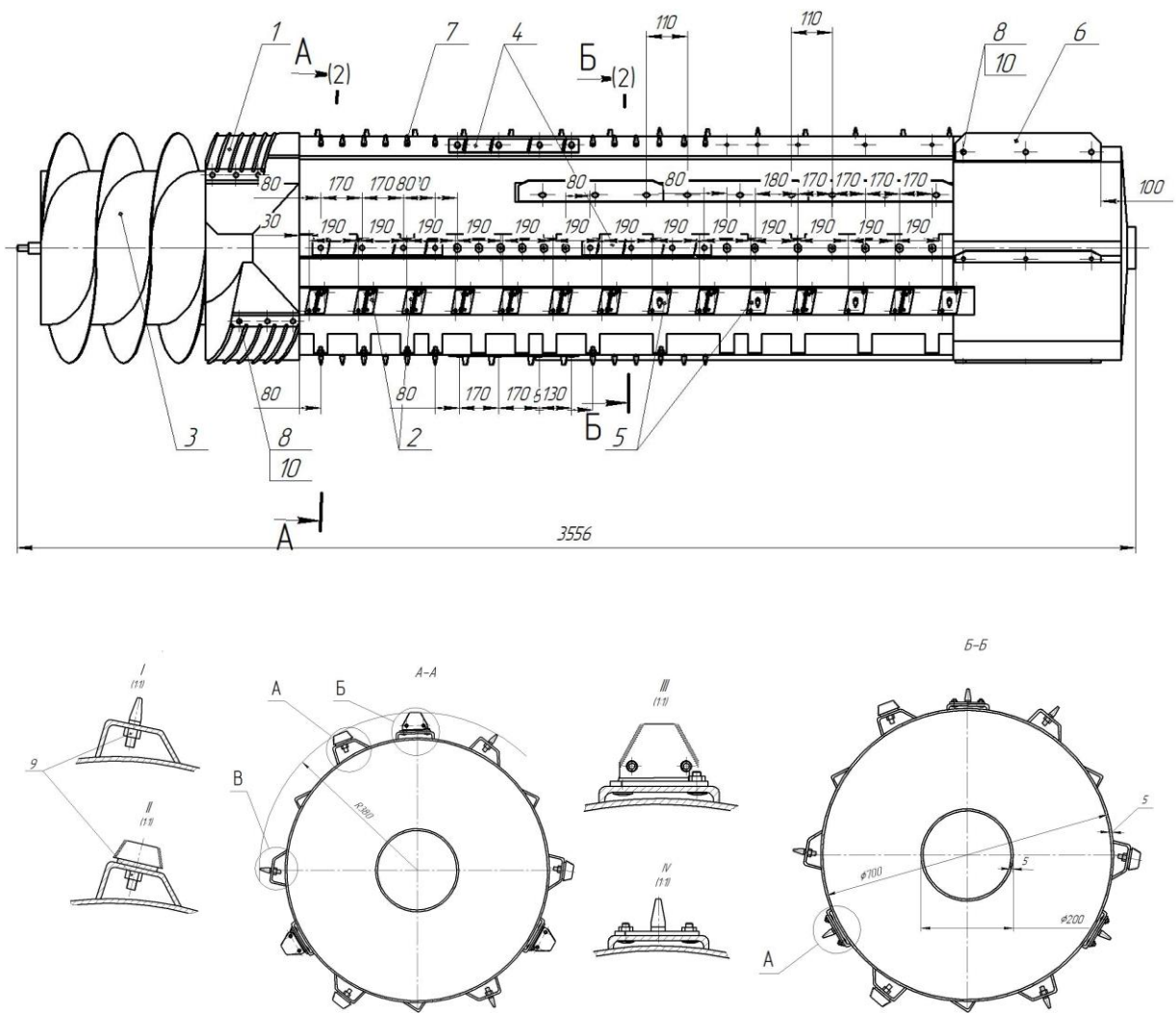


Рис. 3.3. Загальний вигляд модернізованого ротора:

1 – гребінка, 2 – ніж, 3 – основа ротора, 4 – планка, 5 – штифт очісувальний, 6 – планка, 7 – штифт, 8 – болт, 9 – гайка, 10 – шайба.

Така конструкція забезпечує жорсткіший режим роботи ротора без зміни частоти обертання і істотно знижує недомолот зерна. З літературних даних [1-7] ми можемо припустити, що у цьому разі недомолот зернових знизиться з 7,5 % до нормативних 2,0 %.

Висновок до розділу 2

З метою зниження втрат за молотаркою від недомолота при збиранні зернових пропонується встановити спеціальні ножі ріжучі, штифти очисні, ріжучі планки. Модернізація конструкції забезпечить жорсткіший режим роботи ротора без зміни частоти обертання і істотно знизить недомолот зерна. З літературних даних ми можемо припустити, що у цьому разі недомолот зернових знизиться з 7,5 % до нормативних 2,0 %.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ МОЛОТИЛЬНОГО АПАРАТУ НА МІЦНІСТЬ

Проведемо розрахунки елементів конструкції на міцність. В першу чергу слід провести розрахунок болтового з'єднання ножа з кронштейном (рис. 3.1. А, Б). Болти вставляються в отвори із зазором, тобто зовнішнє навантаження на болти відсутнє.

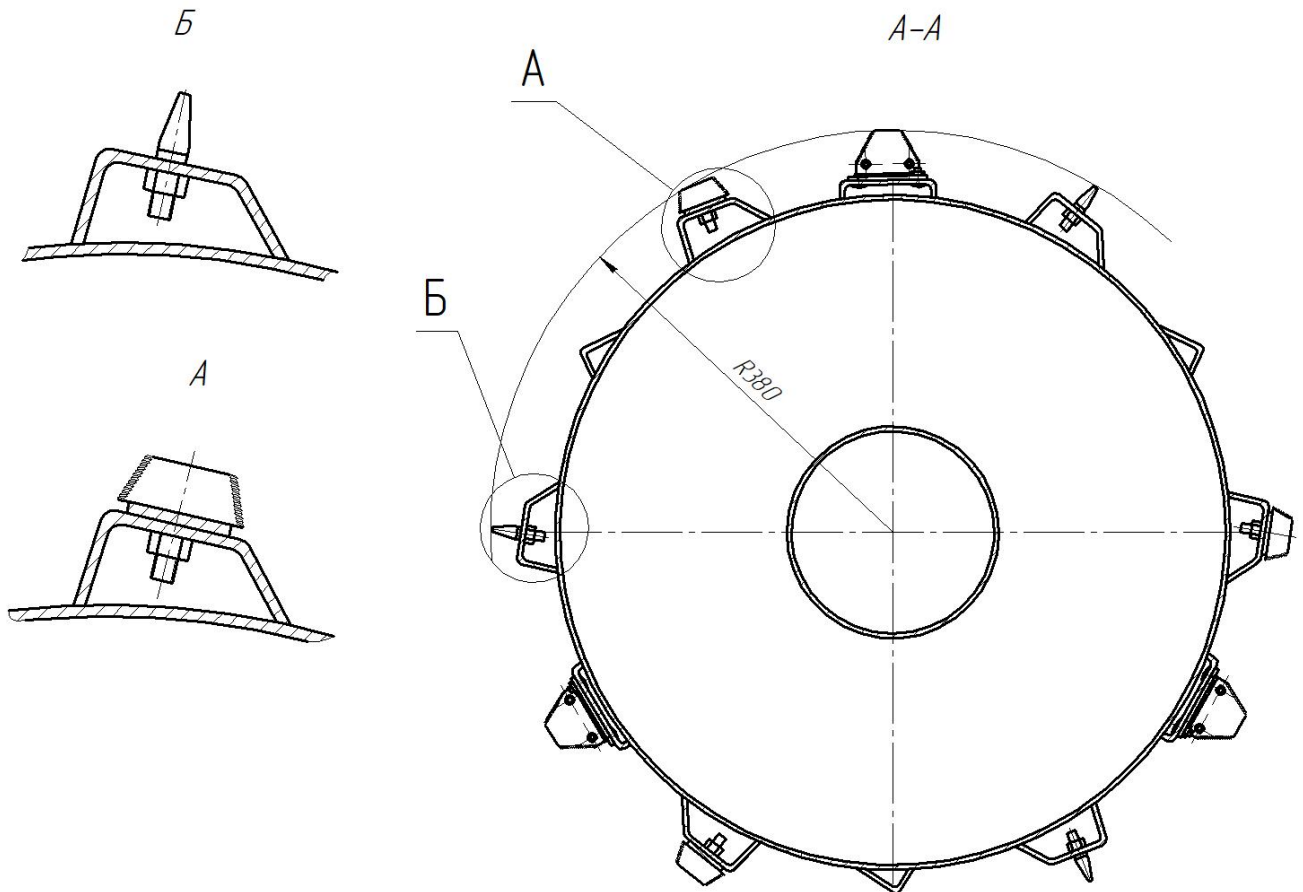


Рис. 3.1. Схема болтового з'єднання ножа із кронштейном

Задля уникнення зсуву деталей, що з'єднуються необхідно дотримання наступної умови [13, 14]

$$F_{mp} = fQ_0zi \geq S , \quad (3.1)$$

де F_{mp} - сила тертя, Н;

f - коефіцієнт тертя;

Q_0 - початкова сила затяжки болта, Н;

z - число болтів на одному бичі, $z = 2$;

i - число площин зсуву, $i = 1$;

S - сила зсуву, Н.

Знайдемо величмну сили зсуву S . Визначимо дану величину за допомогою виразу [13, 14]

$$S = \frac{T}{R}, \quad (3.2)$$

де S - сила зсуву, Н.

T – крутний момент на валу ротора, Н·м;

R – радіус ротора, м; приймаємо $R=0,35$ м.

Визначимо крутний момент за допомогою виразу [13, 14]:

$$T = \frac{N_{об}}{\omega}, \quad (3.3)$$

де T – крутний момент на валу ротора, Н·м;

$N_{об}$ - сила необхідна для обмолоту, Вт;

ω - кутова швидкість, рад/с.

Відомо, що $N_{об}$ можна знайти за виразом:

$$N_{об} = \frac{q \cdot V_{\delta}^2}{1 - f}, \quad (3.4)$$

де $N_{об}$ - сила необхідна для обмолоту, Вт;

q - подача маси продукції, $q = 15$ кг/с;

V_{δ} - лінійна швидкість ротора, м/с;

f - коефіцієнт перетирання, $f = 0,75$.

Лінійну швидкість можна визначити за виразом

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot n}{30} R, \quad (3.5)$$

де V_{δ} - лінійна швидкість ротора, м/с;

n - частота обертання ротора, хв^{-1} ;

R - радіус ротора, м.

Оптимальна частота обертання ротора під час обмолоту продукції коливається в межах $900 \dots 1200 \text{ хв}^{-1}$. Для розрахунків приймаємо мінімальне значення. Що дозволить зменшити травмування продукції.

Отже:

$$V_{\delta} = \frac{3,14 \cdot 900}{30} 0,35 = 32,9 \text{ м/с.}$$

Підставимо відомі дані у вираз (3.4)

$$N_{об} = \frac{5 \cdot 32,9^2}{1 - 0,75} = 64944,6 \text{ Вт.}$$

Відомо, що :

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (3.6)$$

де ω - кутова швидкість ротора, рад/с;

n - частота обертання ротора, хв⁻¹.

Отже

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 900}{30} = 94,8 \text{ рад/с.}$$

Підставимо отриманні данні у вираз (2.3):

$$T = \frac{64944,6}{94,8} = 685,1 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Відповідно, сила зсуву за виразом (3.2) буде становити:

$$S = \frac{685,1}{0,35} = 1957,4 \text{ Н.}$$

Після перетворень вираз (3.1) приймає вигляд

$$Q_0 = \frac{k_T S}{fzi}, \quad (3.7)$$

де Q_0 - початкова сила затягнення болта, Н;

k_T - коефіцієнт запасу, $k_T = 1,2$;

S - сила зсуву, Н;

f - коефіцієнт тертя, $f = 0,2$;

z - число болтів на одному бичі, $z = 2$;

i - число площин зсуву, $i = 1$.

Після підстановки відомих даних отримуємо:

$$Q_0 = \frac{1,2 \cdot 1957,4}{0,2 \cdot 2 \cdot 1} = 5872,2 \text{ Н.}$$

Умова міцності для конкретного дослідження представлена як [13, 14]:

$$\sigma = \frac{4Q}{\pi d_1^2} \leq [\sigma], \quad (3.8)$$

де σ - розрахункова напруга, МПа;

Q - розрахункове зусилля у стержні болта, Н;

d_1 - внутрішній діаметр різьби, мм;

$[\sigma]$ - допустима напруга, МПа.

Отже:

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4Q}{\pi[\sigma]}}, \quad (3.9)$$

де d_1 - внутрішній діаметр різьби, мм.

Відомо що:

$$Q = 1,3Q_0, \quad (3.10)$$

де Q - розрахункове зусилля у стержні болта, Н;

Q_0 - початкова сила затяжки болта, Н.

Отже:

$$Q = 1,3 \cdot 5872,2 = 7633,8 \text{ Н,}$$

Допустима напруга при неконтрольованій зтяжці та зовнішньому діаметрі болта менше 8 мм визначається за виразом

$$[\sigma] = 0,2\sigma_T, \quad (3.11)$$

де $[\sigma]$ - допустима напруга, МПа;

σ_T - межа текучості матеріалу болта, МПа.

Вибираємо матеріал болта сталь 30ХГТ, для якої приймаємо $\sigma_T = 1300$ МПа.

Отже:

$$\sigma_T = 0,2 \cdot 1300 = 260 \text{ МПа,}$$

Підставимо отриманні значення у (3.9)

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 7633,8}{3,14 \cdot 260}} = 6,1 \text{ мм.}$$

Враховуючи особливості конструкції приймаємо болт М8×1,25, у якої $d_1 = 6,647$ мм.

Також слід зробити розрахунок зварного з'єднання.

Виконаємо перевірочний розрахунок зварного з'єднання кронштейна під сегмент (рис. 3.2).

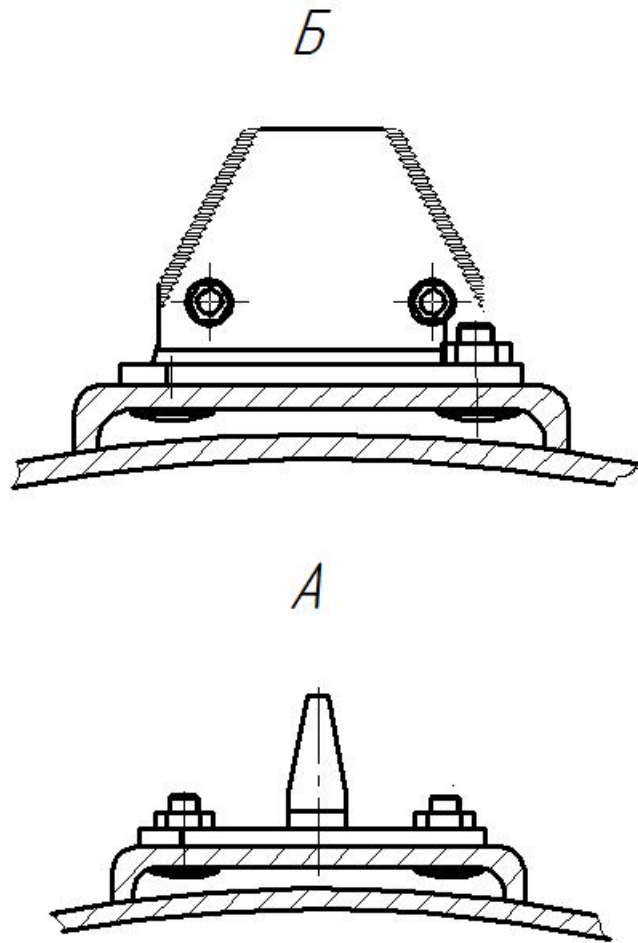


Рис. 3.2. Схема кронштейна

На кронштейн діє крутний момент, величину якого можна прийняти рівною 23 Н·м.

Умова міцності для розглянутого зварного шва (з'єднання) має вигляд [13-15]:

$$\tau_{cp} = \frac{F}{A} \leq [\tau_{cp}], \quad (3.12)$$

де τ_{cp} – розрахункова напруга зрізу, МПа;

F – сила зрізу, Н;

A – площа поперечного перерізу зварного шва, мм²;

$[\tau_{cp}]$ – допустима напруга зрізу, МПа.

Виконаємо розрахунок для зварного шва, довжина якого $l_l = 80$ мм.

Момент опору поперечного перерізу лобового шва визначимо за виразом [15]:

$$W_c = \frac{0,7K_p l_l^2}{6}, \quad (3.13)$$

де W_c – момент опору поперечного перерізу зварного шва, мм³;

K_p – розрахункова висота катета шва, $K_p = 2$ мм;

l_l – довжина зварного шва, $l_l = 80$ мм.

Отже:

$$W_c = \frac{0,7 \cdot 2 \cdot 80^2}{6} = 1493,3 \text{ мм}^3.$$

Площу поперечного перерізу зварного шва розрахуємо за формулою [15]:

$$A_c = 0,7K_p l_l, \quad (3.14)$$

де A_c – площа поперечного перерізу шва, мм²;

K_p – розрахункова висота катета шва, мм;

l_l – довжина зварного шва, мм.

Звідки:

$$A_c = 0,7 \cdot 2 \cdot 80 = 112 \text{ мм}^2.$$

При ручному зварюванні електродами Е42 приймаємо [15]

$$[\tau_{cp}] = 0,6 [\sigma_p], \quad (3.15)$$

де $[\tau_{cp}]$ – допустима напруга зрізу, МПа;

$[\sigma_p]$ – допустима напруга при розтягуванні, МПа .

Отже, для Ст. 3 приймаємо $[\sigma_p] = 130 - 150$ МПа.

Отже:

$$[\tau_{cp}] = 0,6 \cdot 140 = 84 \text{ МПа.}$$

Підставляємо отриманні значення у вираз (3.12)

$$\tau_{cp} = \frac{24,8}{112} = 0,22 \text{ МПа} < [\tau_{cp}] = 84 \text{ МПа.}$$

Отже, зварне з'єднання кронштейна із зерновим шнеком задовольняє умову міцності.

ВИСНОВКИ

Одним із найвідоміших видів зернозбиральних машин є зернові комбайни. У ході роботи цієї техніки відбувається відразу кілька послідовних операцій. Комбайни по праву вважаються одним із найнадійніших методів збирання зерна.

Існує величезна кількість різних видів зернових комбайнів, кожен з яких підходить під ті чи інші умови, і має свої плюси і мінуси. Розглянемо докладніше кожен із видів. Найважливішою частиною кожного комбайна є молотильний пристрій – молотарка.

Проведений аналіз показує перспективність використання роторних комбайнів, у яких замість трьох агрегатів, а саме молотильного барабана, відбійного бітера та соломотрясу, використовується поздовжній ротор. Таке обладнання збільшує продуктивність. Але для роторного комбайна потрібен потужніший двигун і певна вологість. Крім того недомолот зерна для роторного комбайна є дещо вищим.

З метою зниження втрат за молотаркою від недомолота при збиранні зернових пропонується встановити спеціальні ножі ріжучі, штифти очисні, ріжучі планки. Модернізація конструкції забезпечить жорсткіший режим роботи ротора без зміни частоти обертання і істотно знизить недомолот зерна. З літературних даних ми можемо припустити, що у цьому разі недомолот зернових знизиться з 7,5 % до нормативних 2,0 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грицишин М. Технології збирання зернових і конструкції сучасних зернозбиральних комбайнів / М. Грицишин // Пропозиція. – 2003. – №6. – С. 13-17.
2. Кравчук В., Смолінський С., Занько М., Гайдай Т., Олійник О. Тенденції розвитку зернозбиральних комбайнів /В. Кравчук, С. Смолінський, М. Занько, Т. Гайдай, О. Олійник // Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Технікотехнологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке 2020. Випуск 26 (40). – С. 14-29. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2020-1-26\(40\)-1](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2020-1-26(40)-1). 14.
3. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: підручник : у 3 кн. / А. Ф. Головчук ... Кн. 2 : Комбайни зернозбиральні. 2004. - 320 с.
4. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн. 2: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало; за ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – С. 364. 23.
5. Комбайни очами випробувача. The Ukrainian Farmer.2014.№ 6.
6. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. К.: «Агроосвіта», 2015. – 679с.
7. Комбайны «Джон Дир». США, 2009. – 92 с.
8. <http://surl.li/axdmh>
9. <https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2019/Papers/N029.pdf>
10. <https://agrodoctor.ua/ru/content/131-kombajn-zernozbiralnij-massey-ferguson-mf-30-36-rs>
11. <https://erepairinfo.com/p/massey-ferguson-9690-9790-workshop-service-manual-combine/>
12. <https://www.constructionequipmentguide.com/charts/combines/massey-ferguson/9790/30681867>

13. Опір матеріалів: Навч. посіб. для студентів ВНЗ. Рекомендовано МОН / Шваб'юк В. І. К., 2009. 380 с.

14. Опір матеріалів. Підручник / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. За ред. Г. С. Писаренка — К.: Вища школа, 1993. 655 с.

15. Основи опору матеріалів: навч. посіб. [для студентів ден. та заоч. форм навчання мех., машинобуд., транспорт. і енергет. спец. ВНЗ] / В. С. Кравчук, О. Ф. Дащенко, Л. В. Коломієць, О. М. Лимаренко. — Одеса: Стандартъ, 2014. 322 с.