

УДК 621.225 : 631.15

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ДОДАТКОВОГО ШНЕКУ ЖАТКИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ РІПАКУ

Ю.С. Цуканов, канд. техн. наук, І.В. Горбенко, інж.
Одеський державний аграрний університет

Приведена методика розрахунку параметрів і режимів роботи додаткового шнека жатки для збирання ріпаку

Ключові слова: агрегат, жатка, комбайн, ріпак, шнек.

Вступ. Ріпак може збиратися прямим однофазним або двофазним способом. Однофазний спосіб (пряме комбайнування) при збиранні культури ріпаку зменшує собівартість продукції, але призводить до зменшення продуктивності комбайнів з-за забивання робочих органів жатки вологими і переплутаними стеблами рослин при урожайності більш 15 ц/га. При двофазному способі важливим становиться оптимізація ширини валка, при якому не буде забиватися шнек підбирача.

Проблема. Сучасні технології механізованих робіт при вирощуванні ріпаку передбачають пряме комбайнування при збиранні культури. Але при наявності бур'янів і великої кількості рослин на одному квадратному метрі ґрунту маса дуже переплетена і забруднює шнек. Тому необхідно модернізувати звичайні машини за рахунок встановлення додаткового обладнання. Цім додатковим обладнанням може бути додатковий шнек, встановлений над основним шнеком, який переміщує масу в бік у випадку під'єма її вгору вітками основного шнеку

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За даними Кленіна В.П.[3] збирання ріпаку починається після отримання 25% вологості маси. При цьому використовують комбайни загального призначення (універсальні) — для збирання зернових колосових культур, зернобобових і круп'яних, насінників трав тощо. За напрямком руху потоку зрізаних стебел ріпаку, що подаються у молотильний апарат, комбайни поділяють на прямо потокові і непрямо потокові, за конструкцією ходової частини розрізняють колісні, гусеничні і напівгусеничні комбайни, за типом молотильне - сепарувального пристрою розрізняють комбайни з класичною схемою молотарки і роторні. Жатки бувають загального призначення і спеціальні, валкові і для прямого комбайнування, у вигляді хедерів, приставок. В залежності від розміщення різального апарату відносно енергетичного засобу поділяють на

фронтальні і бічні. Фронтальні жатки універсальні і маневреніші. Ріпак збирають комбайновим способом. Для ріпаку використовують однофазний (пряме комбайнування) спосіб з наступною обробкою зерна на стаціонарних зерноочисних та сушильних комплексах і подрібненням не зернової частини врожаю. Пряме комбайнування передбачає зрізування стебел, обмолот маси, відокремлення зерна від рослинних решток, очищення зерна від домішок і збирання продуктів обмолоту. Зерно збирають у бункер комбайна, а не зернову частину подрібнюють і розкидають по полю. Всі ці операції виконують комбайном у єдиному безперервному потоці. По даним Кленіна В.П. [3] агротехнічні вимоги до прямого комбайнування ріпаку такі. За жаткою комбайна допускається до 1 % втрат зерна. Втрати зерна за молотаркою не повинні перевищувати 1,5 %. Подрібнення має бути не більше ніж 1 % для насінневого зерна, 2 % — продовольчого. Чистота зерна в бункері має бути не нижче ніж 95 %. Звичайно жатка і похила камера утворюють жатну частину комбайна [1, 3]. Жатна частина призначена для відокремлення смуги стебел хлібостою певної ширини, їх зрізування і подачі в приймальну камеру молотарки. Важливими елементами при збиранні ріпаку є подільники. Залежно від умов збирання і стану хлібостою застосовують різні типи подільників: основні, утворені боковинами жатки зі знімними носками, пруткові і торпедні з регульованими стебловідводами. При збиранні ріпаку використовують активні подільники з сегментно-пальцьовим або двоножовим ріжучим апаратом. Мотовило при збиранні ріпаку призначене для підведення стебел до різального апарата, підтримування їх під час зрізування, укладання на шнек жатки і очищення різального апарата. Під час обертання пружні пальці граблин почергово входять у хлібну масу, відокремлюють смугу стебел, нахиляють їх до різального апарата, підтримують у момент зрізування і укладають на шнек жатки. Шнек переміщує зрізані стебла до середини жатки і подає їх до бітера проставки. Інколи крок шнека роблять змінним: у бортів жатки меншим, а ближче до горловини — більшим [3]. На шнеки зернозбиральних комбайнів установлюють ще й витки, які можливо знімати, які при прямому комбайнуванні закріплюють до шнека в кінці кожної стрічки, а при роботі комбайна на підбиранні валків — знімають. Унаслідок подовження спіральної стрічки при прямому комбайнуванні і зніманні зйомних витків при підбиранні валків рослинна маса рівномірно розподіляється по ширині молотарки комбайна [1]. Захоплююча здібність шнека залежить від зазору між його витками і обшивкою корпусу. При порівняно великому зазорі може відбуватися ковзання витків по масі, при недостатньому — заклинювання. Для більшості жаток зазор повинен бути 5-15 мм.

Мета досліджень. До недоліків існуючих підбирачів (при двофазному збиранні ріпаку) слід віднести недостатню ширину валка, яке дають сучасні пристосування, тому необхідна оптимізація його параметрів. При прямому комбайнуванні шнек жатки погано переміщує масу ріпаку і часто

забивається, тому необхідно дослідити параметри додаткового пристосування для його очищення.

Результати досліджень. Для усунення недоліків підбирачем і жаток ми оптимізували ширину валка, модернізували жатку для прямого комбайнування, встановили транспортер рослин і додатковий шнек, який очищує основний шнек і прискорює переміщення маси до похилої камери. На процес формування валка впливає товщина шару рослинної маси на транспортері. Маса рослин, що поступають на транспортер в одиницю часу, визначається шириною захвату жатки B , швидкістю руху машини V_m та врожайністю зрізаної частини рослинної маси A_p , [2] тобто

$$q = B \cdot V_m \cdot A_p, \quad (1)$$

Для безперервності і рівномірності роботи валка необхідно, щоб подача q дорівнювала секундній масі рослин m_1 , які скидаються транспортером. Секундну масу можна визначити з виразу

$$m_1 = \rho \cdot l \cdot h \cdot u_{mp}, \quad (2)$$

де ρ — щільність шару рослин;

l — довжина рослин, які поступають на транспортер;

h — товщина шару рослин на сході з транспортера;

V_{tr} — швидкість руху полотна транспортера.

Прирівнявши праві частини рівнянь (1) і (2), будемо мати:

$$h = (B \cdot V_m \cdot A_p) / (\rho \cdot l \cdot u_{mp}), \quad (3)$$

При значній товщині h валка погіршується укладка рослин на транспортер. Частина їх може загублюватися.

Від висоти h залежить формування валка в процесі сходження рослин з транспортера і його параметри: ширина валка й орієнтування стеблин. Згідно з даними проф. Заїки П.М. [1] стеблини розміщуються на транспортері без розвороту $\alpha_p = 0$. У точці дотику полотна з валиком транспортера на стеблину діють: сила тяжіння, P ,

$$P = m \cdot g, \quad (4)$$

і відцентрова сила інерції, P_j ,

$$P_j = m \cdot V_{tr}^2 / r, \quad (5)$$

де r — відстань від осі обертання валика транспортера до нижнього ряду рослин в шарі;

m — маса окремої рослини.

Умовою відривання стеблин від полотна транспортера буде нерівність:

$$P_j > P, \quad (6)$$

звідки визначаємо швидкість стрічки транспортера, V_{tr} :

$$V_{tr} > \sqrt{g \cdot r}, \quad (7)$$

де g — прискорення сили тяжіння.

Якщо центри тяжіння поперечних перерізів найнижчих і найверхніх стеблин ріпаку, що відірвалися від транспортера, рухаються як матеріальні точки з початковими швидкостями V_a і V_b :

$$V_a = \sqrt{V_M^2 + V_{TrA}^2}, \quad (8)$$

$$V_b = \sqrt{V_M^2 + V_{TrB}^2}, \quad (9)$$

де

$$V_{TrA} = \omega \cdot r, \quad (10)$$

$$V_{TrB} = \omega \cdot (r + h), \quad (11)$$

Виберемо просторову систему координат Охуз так, щоб початок координат О співпадав з поверхнею стерні, вісь Oz була направлена в бік агрегату, а вісь Oy — вертикально вгору. Проф. Заїки П.М. [1] пропонує для валка записати систему диференціальних рівнянь у такому вигляді:

$$m\ddot{x} = 0; \quad m\ddot{y} = -mg; \quad m\ddot{z} = 0, \quad (12)$$

Тоді для нижнього шару стеблин, що дотикаються полотна транспортера: при $t_0 = 0$; $x_A(t_0) = 0$; $y_B(t_0) = h_y$, для верхнього шару стеблин:

$$t_0 = 0; \quad x_B(t_0) = 0; \quad y_B(t_0) = h_y + h; \quad z_B(t_0) = 0, \quad (13)$$

де h_y — відстань від поверхні стерні до нижньої точки транспортеру.

Інтегруючи систему рівнянь при прийнятих початкових умовах, проф. Заїки П.М. одержує систему рівнянь, що описують просторовий рух комльових перерізів нижніх і верхніх шарів рослин:

$$x_A = V_{TrA} \cdot t; \quad y_A = h_y - (gt^2/2); \quad z_A = V_M \cdot t, \quad (14)$$

$$x_B = V_{TrB} \cdot t; \quad y_B = h_y + h - (gt^2/2); \quad z_B = V_T \cdot t. \quad (15)$$

Виключивши параметр t з рівняння системи, одержимо рівняння проєкцій траєкторій польоту комльових перерізів для валка ріпаку :

на площину Оху:

$$x_A = V_{TrA} \cdot \sqrt{(2 \cdot (h_y - y_A)/g)}; \quad (16)$$

$$x_B = V_{TrB} \cdot \sqrt{(2 \cdot (h_y + h - y_B)/g)}, \quad (17)$$

на площину Охz:

$$x_A = V_M \cdot \sqrt{(2 \cdot (h_y - y_A)/g)}; \quad (18)$$

$$x_B = V_M \cdot \sqrt{(2 \cdot (h_y + h - y_B)/g)}, \quad (19)$$

Для поверхні стерні $y_A = 0$ і $y_B = 0$, тоді проєкції координат точок A_1 і B_1 можна записати у такому вигляді: на площину Оху:

на площину Оху:

$$x_A = V_{TrA} \cdot \sqrt{(2 \cdot h_y/g)}; \quad (20)$$

$$x_B = V_{TrB} \cdot \sqrt{(2 \cdot (h_y + h)/g)}, \quad (21)$$

на площину Охz:

$$z_{A1} = V_M \cdot \sqrt{(2 \cdot h_y/g)}; \quad (22)$$

$$z_{B1} = V_M \cdot \sqrt{(2 \cdot (h_y + h)/g)}, \quad (23)$$

Тоді ширина валка по комлям (різниця проєкцій координат точок A_1 і B_1 на вісь Ох) буде (при $V_{Tr} = V_{TrB}$):

$$b = x_{B1} - x_{A1} = V_{Tr} \cdot [\sqrt{(2 \cdot h_y/g)} - \sqrt{(2 \cdot h_y/g)}], \quad (24)$$

Для ріпаку ширину валка можна розрахувати по формулі:

$$b = [\sqrt{(2 \cdot h \cdot V_{Tr})/g} + \sqrt{(2 \cdot B \cdot V_M \cdot V_{Tr} \cdot A_p)/g \cdot p \cdot l}] - [\sqrt{(2 \cdot h \cdot V_{Tr})/g}], \quad (25)$$

де A_p – урожайність маси ріпаку.

Основний шнек переміщує зрізані стебла до середини жатки і подає їх до бітера проставки. Він складається з циліндричного корпусу, на поверхні якого приварені спіралі лівого і правого навивань. Додатковий шнек складається з циліндричного корпусу, на поверхні якого приварені спіралі лівого і правого навивань. Він має вал, який спирається на три підшипника, корпус якого прикріплений болтами до підтримок. Вони болтами прикріплено до рами жатки. На правій підтримки додаткового шнека знаходиться механізм приводу шнека, який складається з гідро двигуна ГД-2,2 і ланцюгової передачі. Посередині шнека встановлені дві гребінки, які проштовхують рослинну масу на проставку. Щоб рослини переміщувалися в сторону центра жатки напрямом швидкості не повинен перетинати лінію повітряного щита [1]. Для цього необхідно, щоб виконувалась така умова:

$$(V_{ш} / V_{тр}) \geq ((B - b) / (2 \cdot l)) , \quad (26)$$

звідки

$$V_{ш} \geq ((B - b) \cdot V_{тр} / (2 \cdot l \cdot t_0)) , \quad (27)$$

Оскільки $V_{ш} = n \cdot t_0$, де n — частота обертання шнека; t_0 — крок спіралей шнека, то підставляючи в (26) вираз для $V_{ш}$, будемо мати:

$$n = ((B - b) \cdot V_{тр} / (2 \cdot l \cdot t_0)) = ((B - [\sqrt{((2 \cdot h \cdot V_{тр})/g + \sqrt{((2 \cdot B \cdot V_{м} \cdot V_{тр} \cdot A_p)/g \cdot p \cdot l)})}] - [\sqrt{((2 \cdot h \cdot V_{тр})/g)}]) \cdot V_{тр} / (2 \cdot l \cdot t_0)) , \quad (28)$$

Результати дослідження частоти обертання додаткового шнека при заданих конструктивних параметрах валка, платформи, шнека і швидкості транспортера приведені у висновках.

Висновки. Ширина валка зростає із збільшенням швидкостей транспортера і жатки, тобто підвищення швидкості руху жатки значно погіршує валок. У валкових жатках при роботі на ріпаку швидкість не повинна перевищувати 2,5 м/с. Це забезпечить оптимальну ширину валка. При високоврожайних рослинах, а також при збиранні роздільним комбайнуванням, коли висота шару стеблин, які підводяться до центру жатки зростає, доцільно підіймати вісь шнека. Оптимальний зазор між кінцем пальця і днищем корпусу жатки дорівнює 28 мм, що відповідає задовільній роботі пальчикового механізму для більшості умов його використання на ріпаку. Для додаткового шнека зернозбирального комбайну зовнішній діаметр спіралей повинен бути як мого меншим (300...350мм), крок спіралі 445 - 500 мм, лінійна швидкість витків 8...10 м/с, а осьова швидкість 2,8...3,6 м/с. При цьому число обертів додаткового шнека повинне коливатися в межах 510...560 об / хв..

ЛІТЕРАТУРА

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т 2. Ч.2 - Зернозбиральні машини. – Х.: Око, 2002.- с.: іл.
2. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т 2. Ч.1. Машини для заготівлі кормів – Х.: Око, 2002.- 360 с.: іл.

3. Кленин В.П. Теория и расчет сельскохозяйственных машин: Учебное пособие. – Москва: МИИСП, 1996. – 396 с.

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РОБОТИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ШНЕКА ЖАТКИ ДЛЯ УБОРКИ
РАПСА**

Цуканов Ю.С., Горбенко І.В.

Ключевые слова: агрегат, жатка, комбайн, рапс, шнек

Резюме

*Приведена методика расчета параметров и режимов работы
дополнительного транспортера и шнека жатки для уборки рапса*

**SUBSTANTIATION PARAMETROV AND MODES ROBOTI
ADDITIONAL SHECA HARVESTERS FOR CLEANING RAPSA**

Tsukanov J.S., Gorbenko I.B.

Key words: the unit, a harvester, a combine, raps, shec

Summary

*The design procedure of parameters and modes robots of the additional
conveyorand sheca harvesters for cleaning rapsa is given*