



## Ефективність використання машин в землеробстві Efficiency of use machines in agriculture

УДК 631.354

[https://doi.org/10.37700/enm.2020.4\(18\).73](https://doi.org/10.37700/enm.2020.4(18).73) - 77

### Обґрунтування механізованого процесу збирання насіння соняшників

В.М. Мартишко

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
(м. Київ, Україна) email: vm.mart@ukr.net*

Наведено результати теоретичних досліджень процесу збирання соняшнику із застосуванням пристроїв зернозбирального комбайна, визначено допустиму швидкість комбайна при умові мінімального осипання насіння, доведено ефективність використання збирально – транспортних загонів.

**Ключові слова:** насіння соняшнику, зернозбиральний комбайн, жатка, пристосування для збирання соняшників, швидкість руху, втрати насіння.

**Постановка проблеми.** Головна вимога до збирання врожаю соняшнику - забезпечення мінімальних втрат насіння і створення належних умов для вирощування наступних культур.

Важливим фактором збереження врожаю, є правильні терміни початку збору врожаю. Як дуже раннє, так і занадто пізнє збирання в результаті впливають на істотні втрати.

Основним критерієм початку збору врожаю є вологість насіння, яка залежить від фази дозрівання і погодних умов. Наливання насіння соняшнику закінчується через 34-40 діб після завершення масового цвітіння посіву, коли рослина має вологість близько 25-30%.

Основним технічним засобом на збиранні насіння соняшників в господарствах України залишається зернозбиральний комбайн. Збирання насіння соняшників комбайнами із зерновими жатками призводить до значних втрат цінного насіння через відсутність пристосувань, що спонукає до створення пристосування до комбайна існуючих комбайнів при відсутності спеціальних соняшникових жаток. Потреба в пристосуванні для збирання соняшнику обумовлена і тим, що останніми роками спостерігається тенденція в збільшенні площ під посівами соняшнику, тому виникає потреба в розвитку технічних засобів для збирання насіння соняшників.

На ряду з конструктивними удосконаленнями є потреба в розробці рекомендацій з технологічної налагодки зернозбиральних комбайнів, особливо вибору швидкості руху комбайна, з метою скорочення втрат насіння при збиранні.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Оптимальні строки збору врожаю наступають коли 20-25% всього посіву має жовтий і жовто-буре забарвлення, а інші рослини сухі і бурого кольору. На цьому етапі ступінь вологості знижується до 11-13%, кошиків - до 69-75%, стебел - до 60-70% [4].

Визначається зрілість соняшнику за кольором кошики. Розрізняють 3 ступеня зрілості: – жовта, при якій листя і зворотна сторона кошика, мають лимонно-жовтий колір. Кошик має вологість межах 85-88%, вологість насіння - 30-40%; – бура. Кошик має темно-бурий колір. Вологість кошики становить 39,5-50%, насіння - 10-12%; – повна. Всихання рослини. Вологість кошики - 19-20%, насіння-7-10% [1].

Для прискореного досягання насіння, скорочення термінів збирання врожаю, одержання сухого насіння, а також для зменшення втрат від застосовують хімічні препарати, тобто десиканти.

При вирощуванні соняшнику важливе місце займає збирання врожаю, що визначає рівень втрат насіння. Аналіз результатів досліджень процесу збирання свідчить, що джерелом найбільших втрат насіння соняшнику є жатка зернозбирального комбайна.

Збирання соняшнику зернозбиральним комбайном із серійною зерновою жаткою з ексцентрикним мотівилом призводить до втрат насіння в межах 15–20%. Тому задля зменшення втрат використовують спеціальні пристрої.

Роботи з удосконалення засобів механізації, які б покращували якості показники роботи машин на збиранні насіння соняшнику в останні роки практично не ведуться.

Аналіз результатів пошукових досліджень показує, що при збиранні соняшників найбільші втрати насіння спостерігаються за жнивваркою зернозбирального комбайна від осипання насіння. При входженні планки мотовила в рослину масу внаслідок удару відбувається вибивання насіння з кошиків, втрати насіння можуть сягати до 5-6 ц/га. При збиранні соняшників зернозбиральним комбайном із серійною жнивваркою з ексцентриковим мотовилом спостерігається перевалювання зрізаних кошиків через планку мотовила та опадання їх на поле.

Пристрої жаток для збирання насіння соняшників, обладнані підіймачами стебел, дають змогу значно зменшити втрати насіння при збиранні урожаю в порівнянні з пристроями типу ПЗС-8[6]. При цьому важливо забезпечити таку швидкість комбайна, коли осипання насіння від дії робочих органів жатки, буде мінімальним.

**Мета досліджень** – зменшення втрат насіння соняшників за рахунок вибору допустимої швидкості комбайна в процесі збирання.

**Виклад основного матеріалу.** При обґрунтуванні максимальної швидкості комбайна приймаємо наступне припущення:

- рух агрегату рівномірний і прямолінійний;
- маса комбайна буде рівна  $M$ ;
- а маса стебла рівна  $m$ .

Приймаємо до уваги той факт, що ударна дія буде відбуватися носком підіймача стебла або брусом різального апарату об стебла соняшника.

Нехай маса  $M$  (комбайн), який рухається із швидкістю  $V_0$ , зустрічається з масою  $m$  (стебла), швидкість якої рівна 0.

В результаті поштовху маса  $M$  змінить свою швидкість до значення  $V$ , а маса  $m$  набуде швидкість  $V$ . Величина поштовху або імпульсу рівна.

$$P\Delta t = M(V_0 - V) = mV, \quad (1)$$

де  $P$  – сила удару, Н;  $\Delta t$  – проміжок часу дії сили, с.

Під час руху комбайна підіймач стебла вдає по стеблу соняшника і відхиляє його від вертикалі (Рис.1.). В такому випадку на підіймач стебла діє сила пружності стебла і сила інерції маси стебла. Згідно теорії удару, при ударі по тілу достатньої довжини із швидкістю  $V$  частинки стебла коливаються з кутовою швидкістю  $\omega$ . За час удару, коли поперечний згин стебла досягає величини  $f_1$ , поперечна деформація поширюється на довжину  $l_1$ .

Так як на стебло підіймача стебла діє з силою

$$P = \gamma F V c, \quad (2)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу стебла, м<sup>2</sup>;  $\gamma$  – щільність стебла, кг/м;  $V$  – швидкість комбайна, м/с;  $c$  – швидкість поширення деформації в стеблі, м/с.

Запишемо

$$V = \frac{2\pi}{T} f_1 = \omega f_1, \quad (3)$$

де  $\omega$  – кутова швидкість, рад./с;  $f_1$  – поперечний згин стебла, м;  $l_1$  – довжина поширення поперечної деформації, м.

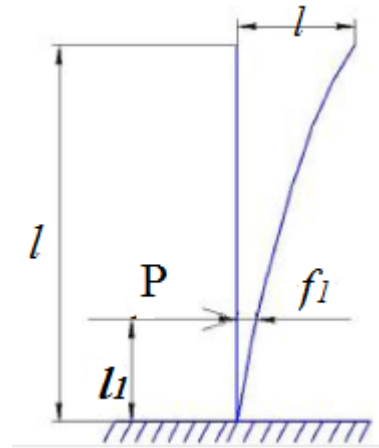


Рис. 1. Схема дії підіймача на стебло соняшника:  $l$  – довжина стебла;  $l_1$  – довжина на яку діє поперечна деформація;  $P$  – сила удару підіймача по стеблу;  $f$  – поперечним згин стебла;  $f_1$  – максимальний поперечний згин стебла

Як наслідок, знайдемо добуток

$$V_c = \omega^2 f_1 l_1. \quad (4)$$

Відповідно до робіт В.П. Горячкіна, сила  $P$  надається тільки четверті маси стебла, тоді

$$\frac{m}{4} = \gamma F l_1. \quad (5)$$

Визначаємо силу удару на підіймач стебла

$$P = \gamma F V c = (\gamma F c) V c. \quad (6)$$

Множник являє собою масу, що сприймає удар в одиницю часу,  $V$  – швидкість удару, м/с.

Прирівнявши попередні вирази отримаємо рівняння:

$$\frac{F G f_1}{l_1} = \gamma F \omega^2 f_1, \quad (7)$$

де  $G$  – модуль зсуву, Па;

Знайдемо кутову  $\omega$  швидкість:

$$\omega = \frac{1}{l_1} \sqrt{\frac{G}{\gamma}}. \quad (8)$$

Тоді швидкість комбайна з урахування межі напружень можна визначити

$$V = \frac{P}{F\gamma c}$$

або

$$V = \frac{f_1}{l_1} \sqrt{\frac{G}{\gamma}} = \frac{p}{G} \sqrt{\frac{G}{\gamma}} = p \sqrt{\frac{1}{G\gamma}}, \quad (9)$$

Отже максимальна швидкість агрегату має бути меншою

$$V_{\max} < p \sqrt{\frac{1}{G\gamma}}$$

Якщо

$$\gamma = \frac{\delta}{g}$$

В такому випадку

$$V_{\max} < p \sqrt{\frac{g}{G\gamma}}, \quad (10)$$

де  $\delta$  – питома вага стебла, Н;  $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

Результати розрахунків показують, що швидкість комбайна при збиранні соняшників не повинна перевищувати 4м/с, або 14 км/год.

Для ефективного використання технічного потенціалу машин доцільно створити збирально – транспортний загін у складі таких ланок: підготовки полів до збирання; комбайно – транспортної; технічного обслуговування та усунення несправностей машин; післязбиральної обробки насіння [3].

Провідною є комбайно – транспортна ланка, а провідним агрегатом – комбайновий.

Розрахунок комбайно – транспортної ланки виконується в такій послідовності.

Робочу швидкість руху комбайна, при якій буде забезпечено його оптимальну пропускну здатність, знайдемо за формулою:

$$V_p = \frac{3,6 \cdot g_{\text{опт}}}{B_p \cdot I_n(1 + K_c)}, \text{ км/год}, \quad (11)$$

де  $g_{\text{опт}}$  – оптимальна пропускну здатність молотарки, кг/с;  $B_p$  – робоча ширина захвату приставки, м;  $I_n$  – урожайність насіння, т/га;  $K_c$  – наявність кошиків і стебел у збираній масі.

Продуктивність зернозбирального комбайна за годину змінного часу дорівнює:

$$W_r = \frac{3,6 g_{\text{опт}}}{I_n(1 + K_c)} \cdot \tau, \text{ га/год} \quad (12)$$

де  $\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни,  
 $\tau = 0,60 - 0,75$ .

Менші значення  $\tau$  рекомендується приймати для вітчизняних комбайнів, які поки що

недостатньо надійні, та при роботі на полях з короткими гонами з складною конфігурацією.

Затрати робочого часу (праці):

$$H = \frac{n}{W_r}, \text{ год/га}, \quad (13)$$

де  $n$  – кількість механізаторів, що працюють одночасно, чол.

Витрату палива на одиницю роботи визначаємо за такою формулою:

$$Q = \frac{N_{\text{ен}} \cdot g_e \cdot K_3}{W_r}, \text{ кг/га}, \quad (14)$$

де  $N_{\text{ен}}$  – номінальна потужність двигуна комбайна, кВт;  $g_e$  – питома витрата палива, кг/кВт·год; для двигунів типу СМД  $g_e = 0,24 - 0,25$  кг/кВт·год, а для двигунів іноземних фірм  $g_e = 0,18 - 0,20$  кг/кВт·год;  $K_3$  – коефіцієнт завантаження двигуна; орієнтовно рекомендується прийняти  $K_3 = 0,70 - 0,85$  (більші значення будуть при роботі з подрібнювачем).

Приведені затрати на зернозбиральний комбайн дорівнюють:

$$П_3 = C + \xi \cdot K, \text{ грн/га}, \quad (15)$$

де  $C$  – прямі експлуатаційні затрати, грн/га;  $\xi$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень,  $\xi = 0,15$ ;  $K$  – величина капітальних вкладень, грн/га.

Прямі експлуатаційні затрати на одиницю роботи визначаємо за формулою:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \text{ грн/га}, \quad (16)$$

де  $C_1$  – оплата праці персоналу, який працює на комбайні, грн/га;  $C_2$  – вартість витрачених паливо – мастильних матеріалів, грн/га;  $C_3$  – відрахування на амортизацію комбайна, грн/га;  $C_4$  – відрахування на технічне обслуговування комбайна, грн/га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу дорівнює:

$$C_1 = \frac{n_5 T_5 + n_6 T_6}{W_{\text{ЗМ}}}, \text{ грн/га}, \quad (17)$$

де  $n_5$  і  $n_6$  – кількість механізаторів, які працюють на комбайні за кожною кваліфікацією (розрядом);  $T_5$  і  $T_6$  – оплата праці за змінну норму виробітку працівника кожної кваліфікації (п'ятого і шостого розряду), грн.

За умови роботи лише комбайнера у формулі (17) маємо:  $n_5 T_5 = 0$ .

Вартість паливно – мастильних матеріалів:

$$C_2 = C_k Q, \text{ грн/га}, \quad (18)$$

де  $C_k$  – комплексна ціна 1 кг палива, грн.

Відрахування на амортизацію зернозбирального комбайна дорівнює:

$$C_3 = \frac{B_k \alpha_k}{100 W_T t_k}, \text{ грн/га}, \quad (19)$$

де  $B_k$  – балансова вартість комбайна, грн;  
 $\alpha_k$  – норма відрахувань на амортизацію,  
 $\alpha_k = 15\%$ ;  $t_k$  – річне завантаження комбайна, год.  
Відрахування на технічне обслуговування:

$$C_4 = \frac{B_k \alpha_T}{100 W_T t_k}, \text{ грн/га}, \quad (20)$$

де  $\alpha_T$  – норма відрахувань на технічне обслуговування,  $\alpha_T = 6,5\%$ ;

Величина капітальних вкладень дорівнює:

$$K = \frac{B_k}{W_T t_k}, \text{ грн/га}, \quad (21)$$

Структурний склад комбайно – транспортної ланки включає зернозбиральні комбайни та автомобілі для відвезення насіння з поля на тік. Необхідну кількість зернозбиральних комбайнів для виконання заданого обсягу робіт у встановлені строки знаходимо за формулою:

$$n_k = \frac{U}{W_T T_{зм} n_{дн}}, \quad (22)$$

де  $U$  – площа збираного соняшника, га;  $T_{зм}$  – тривалість зміни, год;  $K_{зм}$  – коефіцієнт змінності (приймається в залежності від наявності комбайнерів у господарстві);  $n_{дн}$  – тривалість збиральних робіт, днів.

При розрахунках приймаємо  $n_{дн} = 6 - 8$ .

Необхідну кількість автомобілів для відвезення насіння від групи зернозбиральних комбайнів визначаємо за формулою:

$$n_a = \frac{n_k t_a}{(t_6 + t_{п.б.}) n_6}, \quad (23)$$

де  $t_a$  – час циклу (рейсу) автомобіля, хв;  $t_6, t_{п.б.}$  – час відповідно заповнення бункера комбайна насінням і його розвантаження, хв;  $n_6$  – кількість бункерів насіння, яка вміщується в кузові автомобіля.

Тривалість рейсу автомобіля визначаємо за формулою, хв:

$$t_a = (t_{п.б.} + t_{пер}) \cdot n_6 + \frac{120S}{V_a} + t_{зв} + t_{розв}, \quad (24)$$

де  $t_{пер}$  – час переїзду автомобіля від краю поля до комбайна або від одного комбайна до іншого, хв;  $S$  – відстань перевезення насіння на тік, км;  $V_a$  – середньотехнічна швидкість руху автомобіля, км/год;  $t_{зв}$  і  $t_{розв}$  – тривалість зважування і розвантаження насіння, хв.

За даними хронометражних спостережень можна прийняти  $t_{п.б.} = t_{розв} = 5$  хв;  $t_{зв} = 2$  хв. Середньотехнічна швидкість руху автомобіля в

польових умовах знаходиться в межах 23 – 27 км/год.

Час заповнення бункера комбайна насінням дорівнює:

$$t_6 = \frac{S_6 \cdot 60}{V_p \cdot 1000} = 0,06 \frac{S_6}{V_p}, \text{ хв}, \quad (15)$$

де  $S_6$  – шлях заповнення бункера, м.

$$S_6 = \frac{10^4 V_6 \gamma_3 \varphi}{B_p I_3}, \text{ м}, \quad (26)$$

де  $V_6$  – місткість бункера, м<sup>3</sup>;  $\gamma_3$  – насипна маса насіння, т/м<sup>3</sup>. Для насіння соняшника  $\gamma_3 = 0,42 - 0,45$ ;  $\varphi$  – коефіцієнт заповнення–спорожнення бункера комбайна;  $\varphi = 0,90 - 0,95$ .

Після підстановки розрахункових значень у формулу (23) знайдемо необхідну кількість автомобілів.

**Висновки.** Результати теоретичних досліджень процесу збирання насіння соняшників свідчать про ефективність удосконалення пристосувань до зернозбиральних комбайнів а також обґрунтування технологічних параметрів їх використання, зокрема допустима швидкість руху комбайна не повинна перевищувати 14 км/год.

#### Література:

1. Базалій В.В., Добровольський А.В. Наукові можливості підвищення ефективності виробництва продукції соняшника. Таврійський науковий вісник, 2015. №93. С. 3 – 6
2. Гаврилюк М.М., Салатенко В.Н., Чехов А.В. Олійні культури в Україні – навч. посібник [за редакцією Салатенка В.Н.]. К.: Основа, 2008. 420 с. 37
3. Гречкосій В., Щука В. Комплексна механізація вирощування та збирання соняшнику / Ж. „Агробізнес сьогодні”, 2011, №6. – С. 45 – 48.
4. Мельник І., Гречкосій В., Марченко В. Комплексна механізація виробництва соняшнику / Ж. „Пропозиція”, 2004, №11. – С. 40-41.
5. Троценко В.І. Соняшник: селекція, насінництво, технологія вирощування: Монографія / В.І.Троценко. – Суми: Унів. книга, 2001. – 184с.
6. Жатки для уборки подсолнечника сериі Falcon [Електронний ресурс]/ Ростсельмаш: – 1929-2016. – Режим доступу: <https://rostselmash.com/products/adapters/zhatki-falcon/>
7. Бердянський завод сільхозтехніки [Електронний ресурс]: – 2016. – Режим доступу: <http://bzst.com.ua/>

#### References:

1. Bazalii, V. V. and Dobrovolskyi, A. V. (2015) 'Naukovi mozhyvosti pidvyshchennia efektyvnosti vyrobnytstva produktsii soniashnyka', *Tavriyskyi naukovyi visnyk*, (93), pp. 3–6.

2. Havryliuk, M. M., Salatenko, V. N. and Chekhov, A. V. (2008) *Oliini kultury v Ukraini – navch. posibnyk*. Edited by V. N. Salatenko. Kyiv: Osnova.

3. Hrechkosii, V. and Shchuka, V. (2011) 'Kompleksna mekhanizatsiia vyroshchuvannia ta zbyrannia soniashnyku', *Ahrobiznes sohodni*, (6), pp. 45–48.

4. Melnyk, I., Hrechkosii, V. and Marchenko, V. (2004) 'Kompleksna mekhanizatsiia vyrobnytstva soniashnyku', *Propozytsiia*, (11), pp. 40–41.

5. Trotsenko, V.I. (2001) *Soniashnyk: selektsiia, nasinnytstvo, tekhnolohiia vyroshchuvannia: Monohrafiia*. Sumy: Univ. knyha.

6. ZHatki dlya uborki podsolnechnika serii Falcon (2020) *Rostsel'mash: – 1929-2016*. Available at: URL: <https://rostselmash.com/products/adapters/zhatki-falcon/>

7. *Berdianskyi zavod selkhoztekhniky* (2016). Available at: <http://bzst.com.ua/>.

#### Аннотация

### Обоснование механизированного процесса сбора семян подсолнечника

В.М. Мартишко

Приведены результаты теоретических исследований процесса уборки подсолнуха с применением устройств зерноуборочного комбайна, определена допустимая скорость комбайна при условии минимального осыпания семян, доказана эффективность использования уборочно-транспортных отрядов.

**Ключевые слова:** семена подсолнечника, зерноуборочный комбайн, жатка, приспособление для уборки подсолнечника, скорость движения, потери семян.

#### Abstract

### Substantiation of the mechanized process of harvesting sunflower seeds

V.M. Martyshko

Privedeny rezul'taty teoreticheskikh issledovaniy protsessa sbora podsolnukha s primeneniem ustroystv zernouborochnogo kombayna, opredelenno dopustimuyu skorost' kombayna iz usloviy minimal'nogo osypaniyu semyan.

**Keywords:** sunflower seeds, combine harvester, reaper, sunflower harvesting equipment, speed, seed loss.

#### Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard

Martyshko, V.M. (2020). Substantiation of the mechanized process of harvesting sunflower seeds. *Engineering of nature management*, (4(18), pp. 73 - 77.

Подано до редакції/ Received: 22.10.2020