

## ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ КОМБІНОВАНОГО АГРЕГАТУ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Ярошенко Павло Миколайович

кандидат технічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет  
ORCID 0000-0003-3815-1579  
e-mail: [pashajarosh@i.ua](mailto:pashajarosh@i.ua)

*В статті розглянуто питання комплектування комбінованого агрегату для сівби просапних культур та розглянуті продуктивності окремих агрегатів, що створюють комбінований.*

*Застосування комбінованих агрегатів для обробки ґрунту та посіву для одночасного виконання кількох операцій дозволяє підвищити якість робіт, забезпечує дружність сходів та знижує вартість операцій.*

*Розрахунки підтвердили можливість комплектації агрегату шириною 8,1 та додаткового агрегату для внесення добрив. Це зменшить витрати на посів цукрових буряків.*

*Розрахунки комбінованого агрегату підтвердили, що при ретельному підборі машин в агрегаті його продуктивність буде однаковою для всіх машин з одноразовою експлуатацією. Тобто твердження, що один із блоків знизить продуктивність іншого, є дещо надуманим. Зрозуміло, що існують інші типи комбінованих агрегатів, в яких не все так однозначно, але можна стверджувати, що вибираючи машини в агрегаті, можна виконувати серію послідовних операцій без зниження продуктивності кожного.*

**Ключові слова** – комбінований агрегат, просапні культури, сівба, продуктивність, агрегування, швидкість.

DOI: <https://doi.org/10.32845/msnau.2020.4.2>

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Як відомо, комбіновані агрегати створюються на основі декількох одноопераційних агрегатів. Кожен із цих агрегатів має свою технологічну операцію, свою швидкість, продуктивність і відповідно опір.

Серед деяких вчених і практиків існує думка, що з'єднання одноопераційних машин в один агрегат буде або перевищувати тягові можливості енергетичного засобу, або недовантажувати його. При цьому частина машин, що входять в комбінований агрегат, буде мати меншу продуктивність ніж ту, яку вона могла б мати, будучи одноопераційним агрегатом.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Агротехнічною наукою доведено, що застосування комбінованих машин, виконуючих за один прохід агрегату декілька технологічних операцій, дає змогу зберегти вологу, зменшити кількість проходів агрегату, а також ущільнення ґрунту, підвищити врожайність вирощуваних культур [1,2].

За даними [1], продуктивність комбінованих агрегатів на базі колісного трактора з передньою і задньою навісними системами на передпосівному обробітку ґрунту та сівбі збільшується на 30 %, а витрати палива на одиницю площі майже в два рази нижчі в порівнянні з агрегатами традиційної схеми.

Доцільність використання широкозахватних комбінованих агрегатів на сьогоднішній день є очевидною. Однак ряд сільськогосподарських підприємств, які користуються старими (як вони кажуть «перевіреними») технологіями не застосовують енергетичних засобів, що мають передні навісні системи. Відповідно і створювати агрегати із застосуванням двох і більше сільськогосподарських машин вони не можуть. Для подолання недовіри до складних агрегатів проведемо теоретичні розрахунки можливості їх використання на підприємствах.

**Формулювання цілей досліджень.** Проведені дослідження ставили за мету визначити ступені завантаження енергетичних засобів під час виконання технологічних операцій та підтвердити можливість агрегування однооперацій-

них сільськогосподарських машин на різних навісних системах.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- визначити величину завантаження двигуна енергетичного засобу під час проведення сільськогосподарської операції;

- шляхом розрахунку визначити продуктивності агрегатів, що мають різні масогеометричні показники.

**Виклад основного матеріалу.** Сівба цукрових буряків – одна з найвідповідальніших операцій при вирощуванні цієї культури. Від своєчасної і високоякісної сівби залежить одержання рівномірних з заданою густиною сходів буряків, а також якість механізованого догляду за посівами та збирання врожаю.

Починати сівбу буряків необхідно в період, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 8-10 см досягне +5-6°, слідом за передпосівним обробітком ґрунту і закінчувати її на одному полі за 1-2 робочих дні.

Розрив у часі між передпосівним обробітком і сівбою цукрових буряків не повинен перевищувати трьох-чотирьох проходів культиватора (0,5 год.). Забезпечити такий інтервал часу між двома технологічними операціями можна або двома різними агрегатами, або одним комбінованим.

На сьогоднішній день комбіновані багатофункціональні агрегати, які суміщають в одному технологічному процесі декілька технологічних операцій, набувають все більшого поширення. При використанні таких агрегатів скорочується кількість проходів по полю, знижуються витрати палива, праці та строки виконання технологічних операцій, зберігається в ґрунті необхідний запас вологи [1, 2].

На сівбі цукрових буряків використовували, в основному, трактори класу 14 кН з 12-рядними сівалками. Враховуючи те, що середній розмір полів на Сумщині складає до 80 га, а засівати їх необхідно за два дні згідно агротехнічних вимог, на сьогоднішній день бажано використовувати на сівбі просапних культур трактори тягового класу 30 кН з 18-рядними сівалками (робоча ширина захвату  $B_p = 8,1$  м) [1, 3].

Підвищення якості сівби і дружності сходів можливе при використанні комбінованого агрегату у складі культиватора для передпосівного обробітку ґрунту та просапної сівалки. Поєднання цих двох знарядь в одному агрегаті можливе при наявності на енергетичному засобі переднього начіпного механізму.

На території України Харківським тракторним заводом випускались орно-просапні трактори типу ХТЗ-120/121. В Сумській області їх налічується 19 одиниць. Даний енергетичний засіб має передній начіпний механізм і на базі цього трактора можна скомплектувати комбінований ґрунтообробно-посівний агрегат.

Розглянемо, як впливає на завантаження двигуна трактора типу ХТЗ-120/121 використання сільськогосподарських машин на передній і задній начіпних системах.

Для комбінованого агрегату питомий тяговий опір визначають як суму складових машин агрегату, приведених до 1 м ширини захвату [4]. Загальний опір агрегату складає:

$$R_a = \sum kV, \text{ кН} \quad (1)$$

де  $\sum k$  – сума питомого опору машин, що складають агрегат, кН;

$V$  – ширина захвату машини, м.

Сума питомого опору комбінованого агрегату у складі трактора, культиватора і сівалки:

$$\sum k = k_1 + k_2, \quad (2)$$

де  $k_1$  і  $k_2$  – питомий опір відповідно культиватора і сівалки.

Питомі тягові опори відповідно культиватора і сівалки знайдемо із формули:

$$k = k_0 [1 + \Delta_0/100 (u - u_0)], \text{ кН/м} \quad (3)$$

де  $k_0$  – питомий тяговий опір сільськогосподарських машин під час руху зі швидкістю  $u_0 = 5$  км/год., кН/м;

$\Delta_0$  – темп наростання питомого тягового опору робочих машин при збільшенні швидкості руху агрегату, %;

$u$  – швидкість руху машини в даний момент, км/год.

Тоді для культиватора будемо мати:

$$k_1 = 1,6 [1 + 7,7/100 (7,2 - 5)] = 1,87 \text{ кН/м},$$

а для бурячної сівалки:

$$k_2 = 1,2 [1 + 3,08/100 (7,2 - 5)] = 1,27 \text{ кН/м}.$$

В сумі маємо:

$$R_a = (1,87 + 1,27) \cdot 8,1 = 25,44 \text{ кН}.$$

Орієнтовний відсоток завантаження трактора знайдемо з виразу:

$$\xi = (R_a \cdot 100 \%) / P_T = (25,44 \cdot 100) / 30 = 84,8 \%$$

Проведені розрахунки показали, що ступінь завантаження двигуна трактора в складі комбінованого агрегату для

передпосівної культивуації та сівби просапної культури, складає майже 85 %. Це говорить про доцільність використання такого роду агрегатів при вирощуванні просапних культур.

Порівняємо годинні продуктивності зазначених агрегатів згідно формули:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot V_p \cdot v_p, \text{ га/год.} \quad (4)$$

Для комбінованого посівного агрегату з шириною захвату 8,1 м:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 8,1 \cdot 7,2 = 5,8 \text{ га/год.}$$

Тобто, комбінований посівний агрегат в якому сівалка займає ведуче місце, має продуктивність 40,6 га за зміну, при умові що всі інші учасники агрегату будуть працювати без забивань і поломок.

Наступний учасник посівного агрегату – культиватор на передній навісній системі. Його задача – підготувати ґрунт на глибину сівби основної культури. Культиватор працює в режимі суцільної культивуації і його швидкість повинна бути такою ж, як і сівалки.

Що стосується технології передпосівного обробітку ґрунту, то тут слід дотримуватися принципу – потрібно проводити стільки агрозаходів, скільки вимагають сукупні обставини, тобто від потреби. Передпосівний обробіток, як правило, проводять у стані фізичної сплоскості ґрунту і в найбільш стислі строки, не допускаючи розриву між передпосівним обробітком та сівбою, оскільки це призводить до втрат ґрунтової вологи та зниження врожайності. З метою захисту ґрунту від надмірного руйнування та ущільнення (а відтак, і збереження у ньому вологи), оптимальним рішенням є проведення лише одного робочого проходу техніки безпосередньо перед сівбою.

Основна вимога, яка ставиться перед передпосівними агрегатами у рамках підготовки ґрунту до сівби сільськогосподарських культур, – це здатність підтримувати неглибоку і рівномірну робочу глибину, відповідно глибині посіву.

Таким вимогам якраз відповідає розпушувальна секція, розташована між двома валами (культиватор із вузькими стрілочастими лапами). Ці знаряддя допомагають досягти рівномірного та неглибокого розпушування ґрунту. На важких ґрунтах, де потрібна глибша культивуація, використовують культиватори із розпушувальними лапами. Найчастіше на практиці використовуються струнні вали, у деяких агрегатах присутні спіральні або трубчасті вали. Зміна положення розпушувального сегмента відносно валів одночасно змінює робочу глибину.

У подальшому передпосівну культивуацію ґрунту на глибину 3-5 см необхідно здійснювати без будь-якого розриву в часі з посівом цукрових буряків. Для передпосівної культивуації ґрунту із середньою щільністю та недостатньою вологістю доцільно використовувати культиватор КОЗР-8,1. Цей агрегат забезпечує високоякісне розпушування ґрунту на задану глибину і загортання насіння на 3-4 см без перемішування шарів ґрунту.

Продуктивність цього культиватора буде аналогічна продуктивності сівалки. Даний агрегат використовують для міжрядного обробітку ґрунту різних технічних культур. При цьому його технологічна швидкість становить 6...8 км/год.

Навісні комбіновані агрегати мають ще деякі переваги перед причіпними. Внаслідок перенесення частини ваги начіпної машини на трактор їх питомий опір на 10...15 % нижчий від однотипних причіпних машин. Це призводить до зменшення витрат на експлуатацію машин, полегшує технічне та технологічне обслуговування агрегатів.

Часто при виконанні технологічної операції сівби вносять і мінеральні добрива. Добрива вносять поряд з насінням, рідше в той же самий рядок. Для цього використовують або обприскувачі, або прості технологічні ємності для рідини з насосом, що приводиться в рух від ВВП трактора. Опір такого агрегату у 7,11 кВт [5] є незначним для даного типу трактора, непотрібно навіть переходити на інший режим роботи двигуна. Однак для здійснення такої операції необхідно переходити на інші несучі колеса.

Справа в тому, що орно-просапний трактор ХТЗ-120/121 комплектується шинами 16,9R38. Аналогічними шинами комплектуються трактори класу 14 кН. При збільшенні маси агрегату, відповідно буде збільшуватися і навантаження на ведучі колеса, що призведе до їх швидкого зношування. Однак трактор можна укомплектувати і шинами 21,3R24, але

тоді трактор ХТЗ-120/121 стане трактором загального використання і не буде просапним через надмірну ширину колеса (51,1 мм проти 42,9 мм).

#### **Висновки**

Використання комбінованих ґрунтообробно-посівних агрегатів для одночасного виконання декількох операцій дозволяє підвищити якість проведення робіт, забезпечує дружність сходів і знижує затрати на виконання операцій.

Проведеними розрахунками підтверджено можливість комплектування агрегату з шириною захвату 8,1 додатковим агрегатом для внесення добрив. Це дасть можливість зменшити витрати на проведення сівби цукрових буряків.

Виконані розрахунки комбінованого агрегату підтвердили, що при ретельному відборі машин в агрегат, його продуктивність буде незмінною для всіх одноопераційних машин. Тобто, твердження про те, що якийсь із агрегатів буде знижувати продуктивність іншого дещо надумане. Зрозуміло, що існують і інші види комбінованих агрегатів у яких не все так однозначно, але можна стверджувати, що підбираючи машини в агрегат, можливо виконувати ряд послідовних операцій без зниження продуктивності кожного.

#### **Список використаної літератури:**

1. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві: Навчальний посібник / В.Т.Надикто, М.Л. Крижачківський, В.М. Кюрчев, С.Л. Абдула. – Мелітополь: ММД, 2006. – 228 с.
2. Кабаков Н.С., Мордухович А.И. Комбинированные почвообрабатывающие и посевные агрегаты и машины. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 80 с.
3. Довідник з механізації виробництва цукрових буряків / В.І. Паламарчук, О.О. Проценко, А.М. Козачук та ін.; За ред. О.О.Проценка. – К.: Урожай, 1981. – 232 с.
4. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П.Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
5. Бехов Т.Д. Комбинированные машины и агрегаты для возделывания сельскохозяйственных культур [Текст] / Т.Д. Бехов, В.Д. Дяченко. – Минск: Урожай, 1980. – 200 с.

**Yaroshenko P.N., Sumy National Agrarian University (Ukraine)**

#### **Justification of the scheme of the combined unit of sowing of row crops**

*The article considers the issue of completing the combined unit for sowing row crops and considers the performance of individual units that create the combined.*

*The use of combined tillage and seeding units for the simultaneous performance of several operations allows to improve the quality of work, ensures the friendliness of the stairs and reduces the cost of operations.*

*The calculations confirmed the possibility of completing the unit with a width of 8.1 additional unit for fertilizer application. This will reduce the cost of sowing sugar beets.*

*The calculations of the combined unit confirmed that with careful selection of machines in the unit, its performance will be the same for all single-operation machines. That is, the statement that one of the units will reduce the performance of another is somewhat far-fetched. It is clear that there are other types of combined units in which not everything is so clear, but it can be argued that selecting machines in the unit, it is possible to perform a series of sequential operations without reducing the productivity of each.*

**Key words:** combined unit, row crops, sowing, productivity, aggregation, speed.

Дата надходження до редакції: 30.11.2020