

7. Чернышев, Г. Н. Остаточные напряжения в деформируемых твердых телах [Текст] / Г. Н. Чернышев, А. Л. Попов, В. М. Козинцев, И. И. Пономарев. — М.: Наука. Физматлит, 1996. — 240 с.
8. Teng, T.-L. Analysis of residual stresses and distortions in T-joint fillet welds [Text] / T.-L. Teng, C.-P. Fung, P.-H. Chang, W.-C. Yang // International Journal of Pressure Vessels and Piping. — 2001. — Vol. 78, № 8. — P. 523–538. doi:10.1016/s0308-0161(01)00074-6
9. Leggatt, R. H. Residual stresses in welded structures [Text] / R. H. Leggatt // International Journal of Pressure Vessels and Piping. — 2008. — № 3. — P. 144–151.
10. Goldak, J. A. Computational welding mechanics [Text] / J. A. Goldak, M. Akhlaghi. — Springer Science&Business Media, 2005. — 325 p. doi:10.1007/b101137
11. Gery, D. Effects of welding speed, energy input and heat source distribution on temperature variations in butt joint welding [Text] / D. Gery, H. Long, P. Maropoulos // Journal of Materials Processing Technology. — 2005. — Vol. 167, № 2–3. — P. 393–401. doi:10.1016/j.jmatprotec.2005.06.018
12. Лятуринский, В. А. Моделирование послесварочного напряженно-деформированного состояния коробчатых крановых балок с криволинейными швами [Текст] / В. А. Лятуринский, М. В. Сидоренко // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. — 2013. — № 2. — С. 130–138.

#### КОНСТРУКТИВНАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОРОБЧАТЫХ БАЛОК КРАНОВ МОСТОВОГО ТИПА

В результате серии расчетов методом конечных элементов исследовано влияние геометрических параметров коробчатых

крановых балок, скорости сварки и технологии предварительного подогрева поясного соединения на его послесварочное состояние. Рассматривались: термические циклы, остаточные напряжения, деформации, распределение структур. Обсуждены оптимальные режимы сварки и подогрева поясных швов коробчатых балок.

**Ключевые слова:** кран, коробчатая балка, сварка, остаточные напряжения, структура.

*Лятуринський Василь Олександрович, аспірант, кафедра деталей машин і підйомно-транспортних механізмів, Запорізький національний технічний університет, Україна, e-mail: vasilyliat@gmail.com.*

*Сидоренко Михайло Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра деталей машин і підйомно-транспортних механізмів, Запорізький національний технічний університет, Україна.*

*Лятуринский Василий Александрович, аспирант, кафедра деталей машин и подъемно-транспортных механизмов, Запорожский национальный технический университет, Украина.*

*Сидоренко Михаил Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра деталей машин и подъемно-транспортных механизмов, Запорожский национальный технический университет, Украина.*

*Lyaturinsky Vasily, Zaporizhzhya National Technical University, Ukraine, e-mail: vasilyliat@gmail.com.*

*Sidorenko Mikhail, Zaporizhzhya National Technical University, Ukraine*

УДК 629.3.017

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.52019

Ярошенко П. М.

## ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ КОМБІНОВАНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ КУЛЬТИВАЦІЇ ТА ОДНОЧАСНОЇ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Наведено теоретичне обґрунтування схеми симетричного комбінованого агрегату для одночасної передпосівної культивування та сівби просапних культур на базі трактора ХТЗ-121. Проведено розрахунки комбінованих ґрунтообробно-посівних агрегатів по визначенню величини завантаження двигунів енергетичних засобів. Зроблено порівняння комбінованих агрегатів по завантаженню за тягою; визначені оптимальні швидкості роботи.

**Ключові слова:** симетричний комбінований посівний агрегат, глибина загортання насіння, культиватор, бурячна сівалка.

### 1. Вступ

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, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 8–10 см досягне +5–6 °С, 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.).

Середня глибина обробленого шару ґрунту завдяки його розпушенню завжди на 1–1,5 см більша, ніж установлена глибина ходу робочих органів і становитиме, наприклад, при глибині ходу робочих органів 3 см — близько 4 см (3 см помножити на коефіцієнт розпушення). При визначенні глибини загортання насіння буряків насамперед враховують вологість ґрунту, яка повинна становити не менше 60 % ПВ. Щільність насінневого ложа — 1,1–1,2 г/см<sup>3</sup>, розмір часток ґрунту від 1 до 10 мм.

Найкращі умови для одержання високої польової схожості насіння буряків забезпечуються тоді, коли насіння укладають на шар ґрунту з непорушеною будовою.

Глибина загортання насіння, рівномірність його залягання в ґрунті залежить і від швидкості руху посівного агрегату. Із збільшенням швидкості рівномірність та глибина загортання насіння буряків зменшується. Оптимальна швидкість сівби сівалкою ССТ-12Б, при якій забезпечується найкраща рівномірність глибини загортання насіння в ґрунт та розподіл його по довжині рядка, становить 4,5–5 км/год.

Зважаючи на використання в сільськогосподарських підприємствах широкозахватних комбінованих агрегатів (більше 8 м) та збільшення їх робочої швидкості руху актуальним завданням є обґрунтування їх схем агрегування та визначення експлуатаційних показників роботи.

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

З кожним роком в сільському господарстві набуває все більшого значення використання комбінованих ґрунтообробних посівних агрегатів. Агрегати з пасивними робочими органами якісно виконують передпосівний обробіток практично у будь-яких ґрунтових умовах. Особливо добре працюють на твердих, сухих і важких ґрунтах, а також при обробці ущільнених і вологих ґрунтів.

Багатофункціональні можливості цих машин дозволяють одночасно готувати ґрунт і вести сівбу. Це дає можливість зменшити число проходів техніки по полю, заощадити паливо і зберегти в ґрунті необхідний запас вологи. Ґрунтообробна і посівна частини агрегатів можуть відділятися один від одного і використовуватися автономно.

У зв'язку з цим перспективними є потужні трактори з передньою і задньою навісними системами, оснащені навісним пристроєм, що дозволяє створювати комбіновані агрегати на базі одноопераційних машин. Несуча здатність навісних систем забезпечує створення агрегатів з шириною захвату до 7–8 м, що робить перспективними їх застосування в основному на просапних культурах, в поливному землеробстві і т. д. В таких агрегатах найбільш чітко прослідковуються дві тенденції: створення агрегатів із одноопераційних машин і створення спеціалізованих агрегатів. Агрегати, складені із окремих машин, дозволяють виконувати (у разі необхідності) окремо різні технологічні операції. Необхідність такого використання викликана, наприклад, погодними умовами (підвищена вологість та ін.) [1, 2].

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 [3–5].

За даними [6], 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.

Стримуючим фактором в комбінуванні сільськогосподарських агрегатів є кваліфікація механізатора. Встановлено [7, 8], що при культиватії та сівбі зернових близько 30 % об'єму інформації, яка аналізується механізатором, займає інформація, пов'язана з керуван-

ням руху агрегату. Тенденція до збільшення робочих швидкостей і ширини захвату робочих органів агрегату супроводжується підвищенням втомлюваності механізатора, наслідком чого є погіршення якості роботи агрегату в цілому.

Переваги фронтального агрегування разом із традиційним агрегуванням можна реалізувати тільки за умови забезпечення задовільних показників стійкості та керованості агрегатів, як найбільш важливих показників їх експлуатаційних властивостей, які в багатьох випадках визначають якість робіт. Виконання вказаних умов є проблематичним в силу того, що динамічні характеристики агрегату при використанні фронтально начепленого знаряддя значно змінюються, призводячи до різкого погіршення його стійкості та керованості. З цієї причини фронтальне агрегування не отримало широкого розповсюдження до теперішнього часу.

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, 7, 9].

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.

## 3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

*Об'єкт дослідження* — технологічний процес сівби цукрових буряків комбінованими ґрунтообробно-посівними агрегатами.

Проведені дослідження ставили за *мету* визначити ступені завантаження енергетичних засобів під час виконання технологічних операцій та підтвердити можливість агрегування одноопераційних 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 та підтвердити переваги комбінування машин на різних навісних системах енергетичного засобу та з'ясувати продуктивності агрегатів, що мають різні масогеометричні показники.

## 4. Матеріали та методи дослідження

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, 4].

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 (рис. 1).

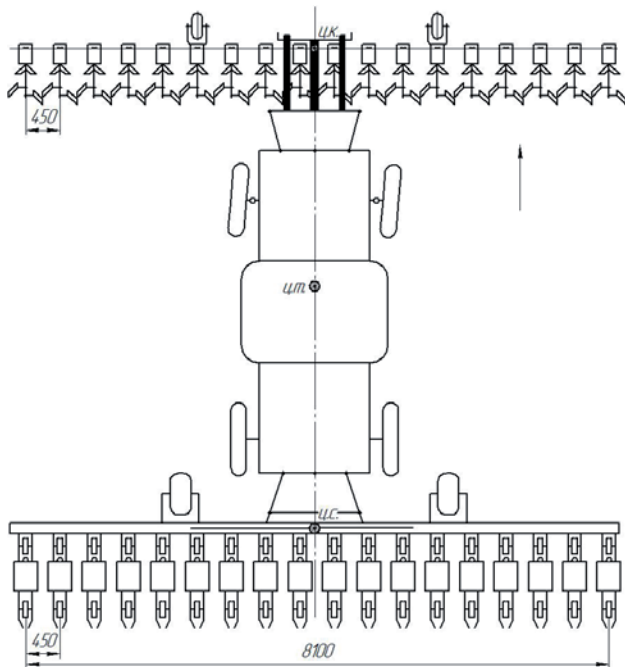


Рис. 1. Схема комбінованого агрегату

## 5. Результати досліджень по знаходженню параметрів завантаження двигуна енергетичного засобу

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, приведені до 1 м ширини захвату [10]. Загальний опір агрегату складає:

$$R_a = \Sigma k B, \text{ кН}, \quad (1)$$

де  $\Sigma k$  — сума питомого опору машин, що складають агрегат, кН;  $B$  — ширина захвату машини, м.

Сума питомого опору комбінованого агрегату у складі трактора, культиватора і сівалки [10]:

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

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

Питомі тягові опори відповідно культиватора і сівалки знайдемо із формули:

$$k = k_0 + g_m(\lambda f_{\text{тр}} + i), \text{ кН/м}, \quad (3)$$

де  $k_0$  — питомий тяговий опір сільськогосподарських машин під час руху зі швидкістю  $v_0 = 5$  км/год., кН/м (для сівалки  $k_0 = 1,2$  кН/м; для культиватора  $k_0 = 1,6$  кН/м) [5];  $g_m$  — питома вага машини, кН/м (маса культиватора, що знаходиться на передній навісній системі — 17,5 кН, маса бурячної сівалки — 23,0 кН);  $\lambda$  — коефіцієнт, що враховує довантаження трактора начіпною машиною (для посівних агрегатів  $\lambda = 0,14$ ) [5];  $f_{\text{тр}}$  — коефіцієнт опору коченню трактора (для поля підготовленого під сівбу  $f_{\text{тр}} = 0,19$ ) [5];  $i$  — кут схилу поля (прийемо рівне поле з показником  $i = 0,01$ ).

Тоді для культиватора будемо мати:

$$k_1 = 1,6 + 17,5/8,1 \cdot (0,14 \cdot 0,19 + 0,01) = 1,68 \text{ кН/м},$$

а для бурячної сівалки:

$$k_2 = 1,2 + 23,0/8,1 \cdot (0,14 \cdot 0,19 + 0,01) = 1,3 \text{ кН/м}.$$

В сумі маємо:

$$R_a = (1,68 + 1,3) \cdot 8,1 = 24,14 \text{ кН}.$$

Орієнтовний відсоток завантаження трактора знайдемо з виразу:

$$\xi = (R_a/P_T) \cdot 100 \% = (24,14/30) \cdot 100 \% = 80,5 \%. \quad (4)$$

Проведені розрахунки показали, що ступінь завантаження двигуна трактора в складі комбінованого агрегату для передпосівної культиватії та сівби просапної культури, складає майже 81 %. Це говорить про доцільність використання такого роду агрегатів при вирощуванні просапних культур.

Тепер розглянемо, як впливає на завантаження двигуна того ж трактора використання інших сільськогосподарських машин, розміщених не тільки на передній і задній начіпних системах, а і на задній технологічній площині, розміщеній з кабіною трактора. Трактор агрегувався із класичними машинами: сівалкою ССТ-12Б і культиватором УСМК-5,4А. На задній технологічній площині встановлено ємність для внесення гербіцидів повною масою 1200 кг.

Відповідно до попередніх розрахунків знайдемо питомі тягові опори культиватора і сівалки згідно формули (3). Для культиватора УСМК-5,4А, розміщеного на передній навісній системі:

$$k_1 = 1,6 + 15,1/5,4 \cdot (0,14 \cdot 0,19 + 0,01) = 1,7 \text{ кН/м},$$

де  $g_m$  — питома вага машини, кН/м (маса культиватора, що знаходиться на передній навісній системі — 15,1 кН, маса бурячної сівалки — 11,25 кН); для бурячної сівалки ССТ-12Б:

$$k_2 = 1,2 + 11,25/5,4 \cdot (0,14 \cdot 0,19 + 0,01) = 1,28 \text{ кН/м.}$$

Визначимо опір, який виникає при передачі потужності на привід робочих органів агрегату для внесення гербіцидів (обприскувача) від валу відбору потужності (ВВП) трактора [2]:

$$R_{\text{ВВП}} = \frac{3,6N_{\text{ВВП}}\eta_{\text{ТР}}}{v_p\eta_{\text{ВВП}}}, \text{ кН,} \quad (5)$$

де  $N_{\text{ВВП}}$  — потужність, що витрачається через ВВП трактора на механічний привід насоса обприскувача, кВт ( $N_{\text{ВВП}} = 10,2$  кВт) [10];  $\eta_{\text{ТР}}$  — ККД трансмісії приво-ду рушіїв трактора (ККД трансмісії колісного трактора  $\eta_{\text{ТР}} = 0,91 \dots 0,92$ ) [10];  $v_p$  — робоча швидкість машинного агрегату, км/год. ( $v_p = 5$  км/год.);  $\eta_{\text{ВВП}}$  — коефіцієнт корисної дії приво-ду ВВП ( $\eta_{\text{ВВП}} = 0,94 \dots 0,96$ ) [10].

Підставивши відповідні значення у формулу (5), знайдемо опір агрегату для внесення гербіцидів:

$$R_{\text{ВВП}} = \frac{3,6 \cdot 10,2 \cdot 10^3 \cdot 0,91}{5,0 \cdot 0,94} = 7110 \text{ Н.}$$

Тоді сумарний опір машинного агрегату:

$$R_a = (1,7 + 1,28) \cdot 5,4 + 7,11 = 23,2 \text{ кН.}$$

Відсоток завантаження двигуна трактора знайдемо з виразу (4):

$$\xi = (23,2/30) \cdot 100 \% = 77,33 \%$$

Порівняємо годинні продуктивності зазначених агрегатів згідно формули:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p, \text{ га/год.} \quad (6)$$

Для комбінованого агрегату з шириною захвату 8,1 м:

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

Для комбінованого агрегату з шириною захвату 5,4 м:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 5,0 = 2,7 \text{ га/год.}$$

Проведені розрахунки агрегатів показали, що ступінь завантаження двигуна комбінованого машинного агрегату для одночасного проведення двох і трьох сільськогосподарських операцій не є критичним. Обидва агрегати можуть працювати на рекомендованих технологічних швидкостях і якісно виконувати відповідну роботу.

Завантаження у 80,5 та 77,33 % для тракторів класу 30 кН є звичними. Трактор може працювати на I-му режимі експлуатації де потужність двигуна сягає 93 кВт.

## 6. Обговорення результатів досліджень по обґрунтуванню схеми комбінованого агрегату і знаходженню параметрів завантаження двигуна енергетичного засобу

Як показують польові випробування, суміщення агрегатів дуже добре показує себе на полях невеликої площі. Справа в тому, що запропонований машинний комплекс має не дуже великі габарити і є доволі маневреним (радіус розвороту такого агрегату дорівнює радіусу розвороту трактора). А це, в свою чергу, робить його привабливим в порівнянні з аналогічними агрегатами іноземного виробництва.

Навісні комбіновані агрегати мають ще деякі переваги перед причіпними. Внаслідок перенесення частини ваги навісної 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.

Проведені розрахунки також показали можливість навішування на агрегат з шириною захвату 8,1 м обприскувача для одночасного внесення гербіцидів. Опір обприскувача у 7,11 кВт є незначним для такого 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).

Проведені дослідження є результатом роботи по обґрунтуванню схем комбінованих посівних агрегатів щодо використання їх під час весняних робіт на полях сільськогосподарських підприємств Сумської області.

## 7. Висновки

У результаті проведених досліджень було встановлено:

1. Ступінь завантаження двигуна трактора в складі комбінованого агрегату для передпосівної культивування та сівби просапної культури з шириною захвату  $B_p = 8,1$  м складає 80,5 %.

2. Ступінь завантаження двигуна трактора аналогічного агрегату з шириною захвату  $B_p = 5,4$  м складає 77,33 %.

3. Трактор може бути довантажений ще одним одноопераційним агрегатом для внесення гербіцидів або добрив в технологічному процесі сівби просапної культури.

Використання комбінованих ґрунтообробно-посівних агрегатів для одночасного виконання декількох операцій дозволяє підвищити якість проведення робіт, забезпечує дружність сходів і знижує затрати на виконання операцій. Проведені теоретичні розрахунки показали, що із збільшенням ширини захвату агрегату на 50 % і швидкості руху на 2,2 км/год, продуктивність агрегату зросла у два рази.

Проведеними розрахунками підтверджено можливість комплектування агрегату з шириною захвату 8,1 м до-

датковим агрегатом для внесення гербіцидів. Це дасть можливість зменшити витрати на проведення сівби цукрових буряків.

### Література

- Надикто, В. Т. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві [Текст]: навч. пос. / В. Т. Надикто, М. Л. Крижачківський, В. М. Кюрчев, С. Л. Абдула. — Мелітополь: ММД, 2006. — 228 с.
- Фортуна, В. И. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст] / В. И. Фортуна. — М.: Колос, 1979. — 375 с.
- Паламарчук, В. І. Довідник з механізації виробництва цукрових буряків [Текст] / В. І. Паламарчук, О. О. Проценко, А. М. Козачук та ін.; за ред. О. О. Проценка. — К.: Урожай, 1981. — 232 с.
- Чорна, Т. С. Експлуатаційно-технологічна оцінка асиметричного посівного агрегату [Текст] / Т. С. Чорна // Науковий вісник ТДАТУ. — Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет, 2012. — Вип. 2, Т. 3. — С. 38–43.
- Кабаков, Н. С. Комбинированные почвообрабатывающие и посевные агрегаты и машины [Текст] / Н. С. Кабаков, А. И. Мордухович. — М.: Россельхозиздат, 1984. — 80 с.
- Бехов, Т. Д. Комбинированные машины и агрегаты для возделывания сельскохозяйственных культур [Текст] / Т. Д. Бехов, В. Д. Дяченко. — Минск: Урожай, 1980. — 200 с.
- Вилде, А. А. Комбинированные почвообрабатывающие машины [Текст] / А. А. Вилде, А. Х. Цесниекс, Ю. П. Моритис и др. — Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. — 128 с.
- Schünke, U. Einzelkornsäegeräte [Text] / U. Schünke // Agrartechnik. — 1991. — № 11. — P. 122–128.
- Upadhyaya, S. K. One-pass tillage equipment outstrips conventional tillage method [Text] / S. K. Upadhyaya, K. P. Lancas, A. G. Santos-Filho, N. S. Raghuvanshi // California Agriculture. — 2001. — Vol. 55, № 5. — P. 44–47. doi:10.3733/ca.v055n05p44
- Льченко, В. Ю. Машинвикористання в землеробстві [Текст] / В. Ю. Льченко, Ю. П. Нагірний, П. А. Джолос та ін.; за ред. В. Ю. Льченка, Ю. П. Нагірного. — К.: Урожай, 1996. — 384 с.

### ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ КУЛЬТИВАЦИИ И ОДНОВРЕМЕННОГО СЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Приведено теоретическое обоснование схемы симметричного комбинированного агрегата для одновременной предпосевной культивации и сева пропашных культур на базе трактора ХТЗ-121. Проведены расчеты комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов по определению величины загрузки двигателей энергетических средств. Сделано сравнение комбинированных агрегатов по нагрузке за тягой; определены оптимальные скорости работы.

**Ключевые слова:** симметричный комбинированный посевной агрегат, глубина заделывания семян, культиватор, свекловичная сеялка.

---

*Ярошенко Павло Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра експлуатації техніки, Сумський національний аграрний університет, Україна, e-mail: pashajarosh@i.ua.*

---

*Ярошенко Павел Николаевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра эксплуатации техники, Сумский национальный аграрный университет, Украина.*

---

*Yaroshenko Pavlo, Sumy National Agrarian University, Ukraine, e-mail: pashajarosh@i.ua*