

УДК 633.63:631.35

В.В. Адамчук, проф., д-р техн. наук, академік НААН України, А.М. Борис, канд. техн. наук

ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», смт Глеваха, Київська обл., Україна, aborys@ukr.net

В.М. Булгаков, проф., д-р техн. наук, академік НААН України

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

М.М. Борис, канд. техн. наук

Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам'янець-Подільський, Україна

Механіко-технологічні передумови зменшення втрат маси коренеплодів в процесі їх збирання

Метою досліджень є зменшення втрат цукроносною маси в процесі відділення гички цукрових буряків від головок коренеплодів. В результаті експериментального дослідження розподілення висоти виступання головок коренеплодів над поверхнею ґрунту підтверджена гіпотеза про те, що воно не заперечує закону нормального розподілення. По результатах проведених вимірювань встановлені межі змін його статистичних характеристик, які мають наступні значення: середньостатистичне відхилення $\sigma = 20 \dots 30$ мм, математичне сподівання $m = 40 \dots 60$ мм. Розроблена лабораторна установка і проведені на ній експериментальні дослідження дали всі основи для розроблення нової системи автоматичного корегування висоти зрізу гички на коренезбиральних машинах сучасного технічного рівня.

цукрові буряки, збиральні машини, втрати, цукроносна маса, статистичне розподілення, висота виступання

В.В. Адамчук, проф., д-р техн. наук, академік НААН України, А.М. Борис, канд. техн. наук

ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААНУ, смт Глеваха, Київська обл., Україна

В.М. Булгаков, проф., д-р техн. наук, академік НААН України

Національний університет біоресурсів і природокористування України, г. Киє, Україна

М.М. Борис, канд. техн. наук

Подольський державний аграрно-технічний університет, г. Кам'янець-Подільський, Україна

Механико-технологические предпосылки уменьшения потерь массы корнеплодов в процессе их уборки

Целью исследований является уменьшение потерь сахарной массы в процессе отделения ботвы сахарной свеклы от головок корнеплодов. В результате экспериментального исследования распределения высоты выступания головок корнеплодов над поверхностью почвы подтверждена гипотеза о том, что оно не отрицает закона нормального распределения. По результатам проведенных измерений установлены пределы изменений его статистических характеристик, которые имеют следующие значения: среднестатистическое отклонение $\sigma = 20 \dots 30$ мм, математическое ожидание $m = 40 \dots 60$ мм. Разработана лабораторная установка и проведены на ней экспериментальные исследования дали все основания для разработки новой системы автоматической корректировки высоты среза ботвы на корню в машинах современного технического уровня.

сахарная свекла, уборочные машины, потери, сахарная масса, статистическое распределение, высота выступания

Постановка проблеми. Виробництво цукрових буряків в Україні зазнало суттєвого скорочення. Причин цьому є багато і його механізм досить складний. Проте слід виділити серед них найбільш вагомі:

- жорстка конкуренція за продуктивністю з іншими цукроносними культурами;
- імпорт дешевого закордонного цукру та його хімічних замінників;

- відсутність експорту на зовнішній ринок;
- висока собівартість вирощування цукрових буряків в економічних умовах України порівняно із зерновими культурами;
- відсутність державної підтримки виробників цукрових буряків.

Незважаючи на вказане скорочення, в світі виробництво цукрових буряків і відповідно технічних засобів для його механізації залишається актуальним та рентабельним. Так нами проведено порівняння витрат виробництва цукрових буряків в Німеччині та Україні. В результаті встановлено, що прибуток становить близько 400-600 євро з га. Зважаючи на це, проблема втрат цукроносної маси постає гостро і потребує негайного вирішення. Відповідно до цього, нами поставлене завдання зменшення вказаних втрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз чисельних конструкцій робочих органів для видалення гички розглянуто досить докладно в роботах Л.В. Погорілого, В.М. Булгакова, М.В. Татьяна, Р.Б. Гевка, В.Я. Мартиненка, М.М. Хелемендика, Я.І. Козіброди, С.В. Синього, М.М. Бориса та ін., але на сьогоднішній день немає конструкцій гичковідокремлювальних машин, які б задовольняли агротехнічні вимоги за втратами цукроносної маси [1-6, 9, 11-12, 15-16].

Оскільки нами встановлено, що в сучасних гичкозбиральних машинах переважно застосовується безкопінний зріз, тому необхідно визначити основні фактори втрат цукроносної маси та окреслити основні шляхи їх зменшення.

Постановка завдання. Зменшення втрат цукроносної маси в процесі відділення гички цукрових буряків від головок коренеплодів шляхом створення передумов для автоматичного коригування висоти зрізу гички.

Виклад основного матеріалу. Об'єктом даного дослідження є технологічний процес відділення гички від коренеплодів цукрових буряків на корені безкопінним зрізом. Дослідження проведено з використанням методів теорії ймовірностей та математичного моделювання. Результати проведених вимірювань оброблені статистичними методами за допомогою персонального комп'ютера. Всі досліди проводились за попередньо розробленими планами експериментів. Розподілення головок коренеплодів визначалось за допомогою спеціально розробленої лабораторної установки.

На шляху до вирішення питання зменшення втрат цукроносної маси нами вивчений стан забезпечення технікою виробників цукрових буряків, оскільки кінцева "картина" розподілення висот виступання головок коренеплодів та відповідно їх втрати формується протягом всього процесу вегетації – від обробітку ґрунту і до моменту збирання коренеплодів. Встановлене достатнє забезпечення технікою для операцій підготовки ґрунту і посіву, а також технікою для захисту та збирання цукрових буряків.

Зважаючи на це, нами було поставлене завдання дослідити умови експлуатації техніки та якість роботи з метою пошуку проблем. Проведені дослідження операцій закриття вологи, передпосівного обробітку ґрунту та сівби. Оскільки, для росту і розвитку цукрових буряків одними із головних параметрів, які формуються операціями обробітку ґрунту, є твердість та щільність ґрунту, вони були вибрані в якості досліджуваних. Результати досліджень показали, що на момент посіву вказані параметри не відповідали агротехнічним вимогам (гребнистість та фракційний склад ґрунту). Зокрема, на фото (рис. 1,а) навіть неозброєним оком можна помітити величезні структурні одиниці ґрунту, які вдвічі перевищують допустимі вимоги. Тому наступна робота сошнікової групи і котків (рис. 1,а та 1,б) не може бути виконана з допустимими агротехнічними вимогами за глибиною заробляння насіння, що в подальшому спричинює нерівномірність висоти виступання головок коренеплодів. Така ситуація складається в переважній більшості підприємств. Отже на цьому етапі виробництва цукрових буряків існує проблема, яка потребує нагального вирішення, проте зробити це

швидко і ефективно неможливо оскільки, досвід показує, що будь-яка зміна в технологічному чи технічному плані на підприємстві розміром посівним площ десятки тис. га, можлива лише протягом декількох років, а в переважній більшості неможлива взагалі. Зважаючи на це, постає важливість пошуку шляхів нівелювання впливу обробітку ґрунту на процес збирання цукрових буряків і втрати маси коренеплодів.



a – незадовільна якість обробітку ґрунту за показником гребенистості та грудучковатості;
б та *в* – робота висівних секцій сівалки в незадовільних умовах

Рисунок 1 – Характерний агротехнічний фон роботи техніки для передпосівного обробітку ґрунту під цукрові буряки

Джерело: розроблено авторами

Встановлено, що показники якості посіву не задовольняли агротехнічних вимог (глибина посіву цукрових буряків коливається в межах 3,6-4,8 см, що не відповідає агротехнічним вимогам – $2-3 \pm 0,5$ см).

Нами був проведений моніторинг показників якості техніки для збирання коренеплодів цукрових буряків. Основними проблемами, які були виявлені в процесі дослідження виробничих умов є неправильне регулювання гичкозрізальних та очисних робочих органів комбайнів. Внаслідок цього спостерігались значні перевищення агротехнічних вимог за втратами цукроносної маси та залишками гички, а також за пошкодженнями головок коренеплодів.

В конструкціях сучасних бурякозбиральних машин знаходять застосування, переважно, відокремлювачі гички з головок коренеплодів роторного типу, які обрізають головки коренеплодів на одному рівні відносно поверхні ґрунту. Вибір вказаної висоти зрізу проводиться згідно загальновідомих рекомендацій, але на практиці часто буває тяжко їх дотриматись, іноді зовсім неможливо, зважаючи на імовірнісний характер розподілення висоти виступу головок коренеплодів над поверхнею ґрунту. Незважаючи на це, перед споживачами бурякозбиральної техніки завжди стоїть проблема вибору раціональних значень висоти зрізу в конкретних виробничих умовах (різні характеристики висот виступання головок коренеплодів). У переважній більшості випадків дана проблема вирішується емпіричними методами (візуальною оцінкою якості роботи після декількох проходів), які необхідно повторювати кілька разів. Це призводить до непродуктивних витрат робочого часу, що в свою чергу знижує продуктивність збирання. Також у цьому випадку можливий неправильний вибір висоти зрізу, що призводить до підвищення втрат цукроносної маси.

Тому, доцільно провести розробку автоматичного регулятора, який би забезпечив вирішення проблеми встановлення висоти зрізу автоматично в процесі роботи бурякозбиральної машини. Для розробки зазначеного регулятора необхідно визначити тип статистичного розподілу висот виступання головок коренеплодів. Цим питанням займалися ряд дослідників [6, 7, 9] і переважно вони віддають перевагу нормальному закону розподілу. Однак, достовірність їх результатів ставиться під сумнів через неможливість отримання великої вибірки шляхом ручного відбору проб. Тому, для

остаточної оцінки поля цукрових буряків (розподілу рослин у рядку, розподілу відносно поверхні ґрунту, визначення втрат при збиранні) розроблена лабораторно-польова установка (рис. 2, 3).

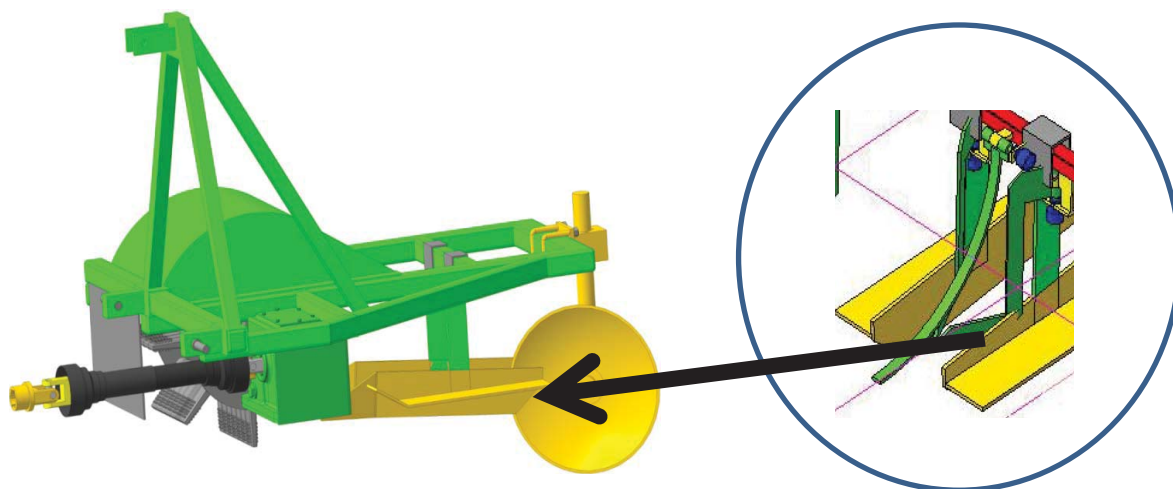


Рисунок 2 – Тривимірна модель лабораторної установки для вимірювання виступання головок коренеплодів цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту та виконавчий робочий орган

Джерело: розроблено автором



Рисунок 3 – Вид лабораторної установки для вимірювання виступання головок коренеплодів цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту в роботі

Джерело: розроблено автором

Її функціонально-структурна схема включає: модулі введення і виведення інформації, модуль управління вимірювальним блоком, блок датчиків для реєстрації параметрів сівби. Також розроблено алгоритм програми управління процесом вимірювання висоти виступання головок коренеплодів. Розроблена конструктивна схема лабораторно-польової установки. Спроекована система гіроскопів і акселерометрів для дослідження впливу коливань бурякозбиральної машини на стабільність виконання процесу робочими органами для збирання коренеплодів цукрових буряків. Розроблена

конструктивна схема вимірювального блоку, виготовлений електронний модуль управління процесом вимірювання параметрів розташування головок коренеплодів цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту. Вимірювальний блок містить щупи індикації наявності коренеплоду, щуп для ідентифікації положення бази машини і висоти виступання головки коренеплоду над рівнем поверхні ґрунту.

Встановлені основні причини втрат цукроносної маси (табл. 1):

- неправильні (необґрунтовані) регулювання робочих органів та експлуатація техніки;
- несвоєчасне проведення операцій вирощування цукрових буряків;
- необґрунтовані технологічні схеми машин для виробництва цукрових буряків (по типах робочих органів).

Всі вищевказані фактори впливають на урожайність коренеплодів цукрових буряків та повноту збору врожаю збиральною технікою. Для подолання вказаних недоліків ми пропонуємо розробку автоматичної системи встановлення висоти безкопійного зрізу цукрових буряків. Для здійснення цієї мети нами проведені дослідження на вищезгаданій лабораторній установці та отримані механіко-технологічні передумови для створення системи запобігання втратам цукроносної маси.

Проведене дослідження розподілу висот виступання головок коренеплодів відносно рівня поверхні ґрунту представлено на рис. 4. При цьому графіки побудовані за результатами великої вибірки (50,0 тис. вимірювань), яка була оброблена на ПЕОМ за розробленою програмою Matlab.

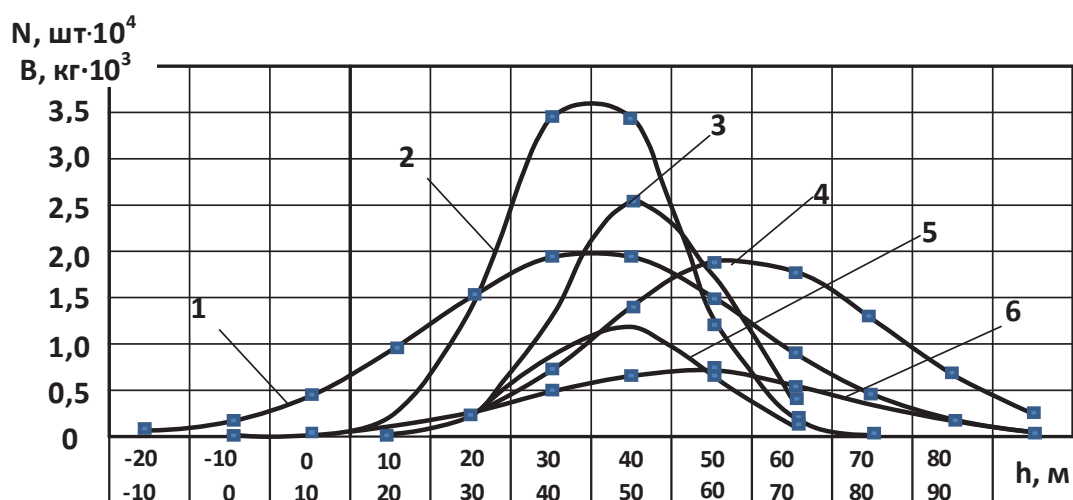
Таблиця 1 – Експлуатаційні показники бурякозбирального комбайна Holmer у виробничих умовах за екстремальної вологості ґрунту.

Назва показника	Значення, %
1. Кількість нормально зрізаних коренеплодів	16
2. Кількість високо обрізаних	34
3. Кількість необрізаних коренеплодів	22
4. Кількість низько обрізаних коренеплодів	24
5. Кількість низько обрізаних нижче основи зелених вічок	2
6. Кількість сильно пошкоджених	68
7. Кількість слабо пошкоджених	14
8. Кількість косо обрізаних	14
9. Кількість коренеплодів із сколеними головками	18
10. Коренеплоди із обламаною хвостовою частиною	96
11. Втрати цукроносної маси при зрізі головок	5,2
12. Втрати цукроносної маси від зламу хвостової частини	3,8
13. Сумарні втрати цукроносної маси	9
14. Забруднення гичкою (за даними цукрового заводу)	6...8

Джерело: отримано автором

Представлені на рис. 4 криві показують розподіл висот виступання головок коренеплодів цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту залежно від інтервалів h , показаних по осі абсцис. За результатами дослідження встановлено, що статистичний розподіл висот виступання головок коренеплодів над рівнем поверхні ґрунту відповідає нормальному закону розподілу (рис. 4). Межі зміни його статистичних характеристик наступні: середнє відхилення $\sigma = 20 \dots 30$ мм, математичне очікування $m = 40 \dots 60$ мм.

Встановлено такі показники якості процесу збирання коренеплодів цукрових буряків: втрати цукроносної маси – 4%, залишки гички на коренеплодах – 2%, пошкодження коренеплодів – 3%.



N – кількість коренеплодів (1 – $\sigma = 10$ мм; 2 – $\sigma = 20$ мм);
 B_r – наземна цукроносна маса (3 – $\sigma = 10$ мм; 4 – $\sigma = 20$ мм);
 $B_{\text{гл}}$ – наземна цукроносна маса, яка містить – гичку (5 – $\sigma = 10$ мм; 6 – $\sigma = 20$ мм)

Рисунок 4 – Розподіл висот виступання головок коренеплодів цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту за математичного сподівання $m = 40$ мм

Джерело: розроблено автором

Використовуючи математичну модель [6, 7], були отримані втрати цукроносної маси залежно від висоти бескопірного зрізу головок коренеплодів. На графіку (рис. 5) дано приклад залежності (для одного конкретного випадку) при наступних параметрах розподілу $m = 40$ мм і $\sigma = 20$ мм. Однак, на одному і тому ж полі ці параметри можуть змінюватися в межах, зазначених на рис. 4. Тому параметри статистичного розподілу необхідно контролювати динамічно. При їх зміні зміниться відповідно і крива втрат маси (рис. 5), а також оптимальне значення u

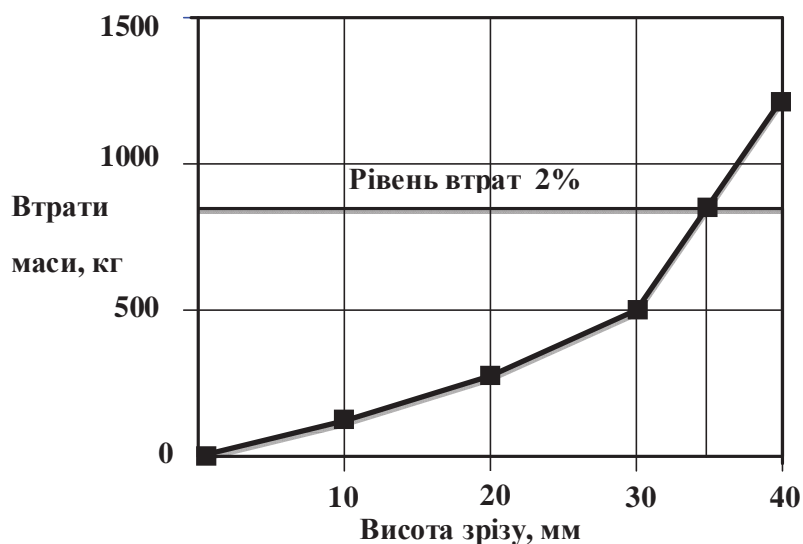


Рисунок 6 – Залежність втрат цукроносної маси від висоти бескопірного зрізу головок коренеплодів
Джерело: розроблено автором

За допомогою графіка (рис. 5) можна прогнозувати втрати маси коренеплодів і забрудненість їх гичкою в конкретних умовах, отримавши попередньо статистичні параметри розподілу (m , σ), а також використовуючи математичну модель представлену в

роботах [6, 7]. Це в свою чергу дасть можливість створити автоматичну систему оцінки параметрів коренеплодів і оперативно регулювати висоту зрізу гички з головок коренеплодів цукрових буряків з метою зниження втрат цукроносної маси до рівня агротехнічних вимог 2 (рис. 5).

Висновки. В результаті дослідження розподілу висот виступання головок коренеплодів цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту підтверджена гіпотеза про те, що він має закон нормального розподілу.

Розроблена лабораторна установка і проведені на ній експериментальні дослідження створили передумови до створення системи автоматичного коригування висоти зрізу гички на коренезбиральних машинах сучасного технічного рівня.

Список літератури

1. Булгаков В.М. Теорія бурякозбиральних машин [Текст] : монографія. – Київ: Видавничий центр Національного аграрного університету, 2005. – 245 с.
2. Погорілий Л.В. Бурякозбиральні машини: історія, конструкція, теорія, прогноз [Текст] / Л.В. Погорілий, Н.В. Татянюк. – К. : Фенікс, 2004. – 232 с.
3. Хелемендік М.М. Підвищення механіко-технологічної ефективності трудомістких процесів у буряківництві: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня докт. техн. наук: спец. 05.20.01 – “Механізація сільського господарства” / М.М. Хелемендік. – Тернопіль: ТПІ, 1996. – 48 с.
4. Булгаков В.М. Бурякозбиральні машини [Текст] : [монографія] / В. М. Булгаков. – К. : Аграрна наука, 2011. – 351 с.
5. Борис Н.М. Обґрунтування технологічного процесу та параметрів робочого органу для відділення гички цукрових буряків: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 – “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва”. – Вінниця: ВАУ, 2009. – 20 с.
6. Зуєв М.М., Топоровський С.А. Бескопирный зріз головок коренеплодів. Цукровий буряк. – 1988, № 6. – С. 42-45.
7. Результати незалежних випробувань [Електронний ресурс] // Сільськогосподарська техніка. – 2007. – № 1. – Режим доступу до журналу: <http://russia.profi.com>.
8. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: практикум / [Царенко О.М., Яцун С.С. та ін.]; За ред. С.С. Яцуна. – Київ: Аграрна освіта, 2000. – 93 с.
9. Борис А.Н. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів копінного-роторного отделителя гички цукрових буряків: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 – “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва”. – Мелітополь, 2012. – 23 с.
10. Адлер Ю.П. Планування експерименту при пошуку оптимальних умов [Текст] / Адлер Ю.П., Маркова О.В., Грановський Ю.В. – М.: Наука, 1971. – 283 с.
11. Різні технології збирання цукрових буряків [Електронний ресурс] // Сільськогосподарська техніка. – 2009. – № 4. – Режим доступу до журналу: <http://russia.profi.com>. – Заголовок з екрану.
12. Булгаков В.М. Обґрунтування і вибір оптимальної схеми бурякозбиральної машини за критерієм потужності [Текст] / Булгаков В.М., Козіброда Я.І. та ін. // Commission of Motorization and Energetics in Agriculture: Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. – Poland, Lublin: WAR, 2001. – Vol. I. – P. 69-72.
13. Zuckerr. Ben: Erntetechnik und Bodenschutz / FAT-Berichte Nr. 567 // Eidgenössische Forschungsanstalt f. R Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 T. Nikon TG – 2001 S. 1 – 19.
14. Roller O. Entblatten statt K. Pfen / Dr. Olaf Roller // Zuckerr. Ben Journal № 2 // Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH. – 2010, S. 14 – 16.
15. Merkes R. 50 Jahre Produktionstechnik im Zuckerr. Benbau in Deutschland / R. Merkes // Zuckerr. Be. – 2001, № 4. – S. 214 – 217.
16. Es geht um den Kopf / Zuckerr. Ben Journal №3 // Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH, – 2010, S. 7 – 8.

Valery Adamchuk, Prof., DSc., Andriy Borys, PhD tech. sci.

NSC “Institute of mechanization and electrification of agriculture”, town Glevaha, Kiev region, Ukraine

Vladimir Bulgakov, Prof., DSc.

National University of Bio-resources and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

Mikola Borys, PhD tech. sci.

Podolski State Agricultural & Technical University, Kamenetz-Podolsk, Ukraine

Mechanics and technology background reduce losses weight of root during their harvesting

The experimental results and performance testing process sugar beet conducted in recent years have shown that the beet modern machines that were produced in Europe and America, working with significant losses on sugar mass. These losses are due to generally poor quality cut tops with bits of sugar beet in the bud. Therefore, now is the urgent search for technical solutions that will avoid these losses.

The purpose of research is to reduce the losses of sugar supply in the process of separating the tops of the heads of sugar beet roots. As a result of the experimental investigation of the distribution of height protruding heads of root crops above the ground confirmed the hypothesis that it can not deny the law of normal distribution.

The results of the measurements set limits changes in its statistical characteristics, which are as follows: average statistical deviation $\sigma = 20 \dots 30$ mm, the expectation $m = 40 \dots 60$ mm. Designed and conducted laboratory setting her experimental studies have every reason to develop a new system of automatic cor.

sugar beet harvesters, loss, weight sugar, the statistical distribution of the height of protrusion

Одержано 06.11.15

УДК 621.891.539.375.6

Mykhailo Chernovol, Prof., DSc., Ihor Shepelenko, PhD tech. sci., Budar Mohamed R.F., post-graduate

Kirovohrad National Technical University, Kirovohrad, Ukraine, ivsepelenko@mail.ru

Effectiveness increase in application of FANT of the components of mobile agricultural machines

Friction and wearing of moving joints is an important problem in agricultural machine building. The application of tribotechnical methods which realize wear-free transfer in friction units allow increasing the durability of components of the mobile agricultural machines. FANT provides increase in wear-resistance of components and decrease in wear-in time. At the same time FANT has a low productivity. The article presents tendencies in the improvement of FANT of internal cylindrical surfaces due to the application of deforming stretching which allows increasing the productivity and quality of treatment. As a result the effectiveness of FANT increases.

wear-free transfer, finishing antifriction nonabrasive treatment, mobile agricultural machines, deforming stretching, antifriction coating

М.И.Черновол, проф., д-р техн. наук, И.В.Шепеленко, доц., канд. техн. наук, Будар Мохамед Р.Ф., асп.

Кировоградский национальный технический университет, г.Кировоград, Украина

Повышение эффективности применения ФАБО деталей мобильной сельскохозяйственной техники

Трение и износ подвижных сопряжений является актуальной проблемой сельскохозяйственного машиностроения. Применение триботехнических методов, реализующих в узле трения избирательный перенос, позволит значительно повысить долговечность деталей мобильной сельскохозяйственной техники. ФАБО обеспечивает повышение износостойкости деталей, сокращение времени приработки, однако обладает низкой производительностью. В работе представлено направление по совершенствованию ФАБО внутренних цилиндрических поверхностей за счет использования возможностей деформирующего протягивания, что позволит повысить производительность и качество обработки, а следовательно эффективность применения ФАБО.

избирательный перенос, финишная антифрикционная безабразивная обработка, мобильная сельскохозяйственная техника, деформирующее протягивание, антифрикционное покрытие

© Mykhailo Chernovol, Ihor Shepelenko, Budar Mohamed R.F, 2015