

7. Стрельбицкий В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины. / В.Ф. Стрельбицкий – М.: Машиностроение, 1978. – 135с.
8. Сидоров С.А. Совершенствование конструкции и упрочнение дисковых рабочих органов. / С.А. Сидоров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М.: 2003 г. – Вып. 8 – С. 30-32

#### **Аннотация**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОФИЛЯ ЛЕЗВИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДИСКОВЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ**

К.В. Борак

*Приведены результаты эксплуатационных исследований динамики изменения конфигурации лезвия серийных и упрочненных рабочих органов дисковых почвообрабатывающих орудий.*

#### **Abstract**

### **RESEARCH OF DYNAMICS OF CHANGE OF TYPE OF BLADE OF WORKINGS ORGANS OF DISK GRUNTOOBROBNIKH INSTRUMENTS**

K. Borak

*The results of operating researches of dynamics of change of configuration of blade of serial and fixed workings organs of disk soil-cultivating instruments.*

**УДК 633.63:631.35**

### **МЕТОДИКА ТА ЗАСОБИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ВІДОКРЕМЛЕННЯ ГИЧКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ**

**В.М. Булгаков д.т.н., чл.-кор.НААН, А.М. Борис, аспірант**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Проведено аналіз методів і технічного забезпечення процесу відокремлення гички експериментальними робочими органами. Розроблено установку та методику дослідження в лабораторних умовах процесу відокремлення гички від коренеплодів з різними агрофізичними параметрами. Конструкцією установки передбачено можливість моделювання в широкому діапазоні основних агрофізичних характеристик посіву, конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи робочих органів.*

Постановка проблеми. При створенні нових робочих органів для відокремлення гички від коренеплодів виникає проблема вибору методики та засобів експериментальних досліджень необхідних для вивчення процесу в

цілому, а також для підтвердження достовірності математичних моделей робочого органу та процесу.

Вивчення впливу конструктивно-технологічних параметрів робочих органів в польових умовах надзвичайно трудомісткий процес. Тому удосконалення існуючих та розробка нових менш трудомістких методик і засобів лабораторних досліджень процесу відокремлення гички експериментальними робочими органами в лабораторних умовах є важливим науково-практичним завданням.

Аналіз останніх досліджень. З метою визначення конструкції лабораторної установки для досліджень процесу відокремлення гички необхідно визначити основні види операцій та робочих органів, які використовуються в процесі підготовки коренеплодів до викопування. Аналізуючи роботи Л.В. Погорілого, В.М. Булгакова, М.М. Зуєва, Р.Б. Гевка, В.Я. Мартиненка, М.М. Хелемендика, С.В. Синього, М.Г. Березового та ін. встановлено [1-10], що на сучасному етапі при видаленні гички можуть проводитись наступні операції:

- відокремлення основної маси гички шляхом зрізу гички на коренеплоді, що росте, або ударною дією гнучких робочих елементів (дефоліацією);
- виключення шкідливого впливу гички на технологічний процес збирання коренеплодів шляхом: подрібнення гички та розподілення її в рядках і міжряддях або тільки в міжряддях; транспортування гички у транспортний засіб або на зібране поле;
- відокремлення решток гички дообрізанням або очищенням головок коренеплодів.

Кожній із вищенаведених операцій відповідає певний вид робочого органу. Зріз основної маси гички може здійснюватись з копіюванням головок коренеплодів або без їх копіювання шляхом зрізу на фіксованій висоті відносно поверхні ґрунту. Для зрізу переважно використовуються ротори з горизонтальною, вертикальною або нахиленою під кутом до горизонту осями обертання. Видалення гички ударними взаємодіями проводять за допомогою дефоліаторів – роторів з гнучкими елементами. Розподілення гички в міжряддях проходить одночасно з процесами зрізання та подрібнення шляхом застосування направляючих поверхонь у кожусі різального ротора. Також відома практика вдавлення рослинних решток в ґрунт у міжряддях. Для транспортування гички переважно застосовуються шнеки, пруткові транспортери або набір вертикальних шнеків. Видалення рослинних решток із зони міжрядь проводиться з використанням вентиляторного ефекту в роторних гичкорізах з горизонтальною віссю обертання. Очищення головок коренеплодів від решток гички здійснюється роторами з гнучкими робочими органами - очисниками. Найбільш поширені з них лопатеві очисники.

Таким чином для операцій відокремлення гички та її решток переважно використовуються роторні робочі органи для яких характерна зміна таких конструктивно-технологічних параметрів, як діаметр ротора, радіус закріплення робочого елемента, орієнтація робочого елемента відносно напрямку поступального руху машини, кріплення і встановлення робочого елемента до

площини обертання ротора та ін.

Розглянемо методики та засоби експериментальних досліджень, що використовуються при дослідженні процесу видалення гички. Як правило, для всіх досліджень характерно:

- виготовлення експериментальної лабораторно-польової установки, проведення експериментальних досліджень із застосуванням методів планування експерименту з метою обґрунтування параметрів та режимів роботи робочих органів;

- проведення порівняльних випробувань запропонованого та існуючих робочих органів за продуктивністю, енергомісткістю, за вмістом гички у воросі коренеплодів, ступінню очищення від гички, втратами цукроносної маси, пошкодженнями коренеплодів, вибиваннями коренеплодів із ґрунту та ін.

Методика оцінки якості роботи розроблена для польових випробувань робочих органів, але відсутня методика лабораторних досліджень. Оцінка якості роботи гичковидаляючих робочих органів в країнах Західної Європи регламентується Євростандартом, а в Україні ДСТУ 7062:2009 “Буряки цукрові. Збирання. Показники якості та методи їх оцінки” і ДСТУ 2258-93 “Машини бурякозбиральні. Загальні технічні умови”. Показники якості згідно Євростандарту визначаються за місцем проходження площини зрізу на головці коренеплоду і видом зрізу головки коренеплоду, а за ДСТУ 7062:2009 і ДСТУ 2258-93 – втратами цукроносної маси, вмістом гички у воросі коренеплодів та пошкодженнями коренеплодів. Більш універсальною є методика розроблена в ІЦБ УААН, яка охоплює методики вищенаведених стандартів.

Таким чином, на сучасному етапі відсутні конструкції універсальних установок та методики лабораторних досліджень робочих органів для відокремлення основної маси та решток гички. Крім цього, в лабораторних умовах, можливо більш точно виявити вплив окремих факторів на проходження технологічного процесу відокремлення гички.

Мета. Для зниження трудомісткості та розширення обсягу експериментів необхідно розробити конструкцію установки та методику лабораторних досліджень робочих органів для відокремлення основної маси та решток гички. В конструкції лабораторної установки необхідно передбачити:

- моделювання агрофізичних характеристик посівів цукрових буряків;
- можливість застосування при дослідженнях натуральних коренеплодів з різними агрофізичними параметрами;
- зміну в широкому діапазоні конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи робочих органів роторного типу.

На основі методики досліджень якості роботи бурякозбиральних машин, розробленої в ІЦБ УААН, розробити методику лабораторних досліджень процесу відокремлення гички експериментальними робочими органами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розробка конструкції установки та методики лабораторних досліджень робочих органів для відокремлення основної маси та решток гички включає:

- вихідні вимоги до процесу відокремлення гички;

- агрофізичні параметри коренеплодів та посівів моделювання яких можливе в лабораторних умовах;

- лабораторна установка, моделювання вихідних параметрів експериментальних досліджень;

- методика проведення та визначення показників експериментальних досліджень;

- аналіз експериментальних даних;

Вихідні вимоги до процесу відокремлення гички розробимо на основі ДСТУ 2258 - 93, ДСТУ 7062:2009, Євростандарту та методики розробленої в ІЦБ УААН:

Основні показники якості процесу відокремлення гички:

- кількість зв'язаної гички на коренеплодах не більше, % - 1,5;

- нормально зрізані коренеплоди не менше, % - 85;

- низько зрізані коренеплоди не більше, % - 5;

- сильні механічні пошкодження коренеплодів не більше, % - 5;

- загальні пошкодження коренеплодів не більше, % - 20;

- втрати цукроносної маси не більше, % - 2

- зріз головки повинен бути прямим, гладким, без сколів і площина зрізу повинна проходити не нижче рівня основи зелених листків і не вище 20 мм від верхівки головки коренеплоду.

Значне пошкодження коренеплодів - пошкодження глибиною більше 10 мм і сколи до розміру третини коренеплоду. Незначне пошкодження коренеплодів - пошкодження глибиною менше 10 мм або рваний зріз із рваним заглибленням не більше 10 мм. Нормальний зріз - зріз головки коренеплодів не нижче основи зелених листків і не вище 20 мм вище верхівкової бруньки. Високий зріз - зріз коренеплодів вище верхівкової бруньки. Низький зріз - зріз головки коренеплодів нижче основи зелених листків. Поверхня зрізу коренеплоду називається гладкою у випадку гладкої і рівної поверхні, або із сколами та впадинами глибиною менше 10 мм. Коренеплоди із сколото-рваною поверхнею зрізу - коренеплоди із ступінчатою поверхнею зрізу, з наявністю впадин і тріщин глибиною більше 10 мм. Коренеплоди із косим зрізом - коренеплоди з площиною зрізу відхиленою від нормалі до поздовжньої осі коренеплоду на кут більше  $10^{\circ}$ . Коренеплоди із прямим зрізом - коренеплоди з площиною зрізу перпендикулярною до поздовжньої осі або з відхиленням від її нормалі на кут менший  $10^{\circ}$ .

Агрофізичні параметри коренеплодів та посівів моделювання яких можливе в лабораторних умовах. В лабораторних умовах доступно змодельовати наступні агрофізичні характеристики посіву: висоту виступання головки коренеплоду над рівнем ґрунту, відхилення коренеплоду від умовної осьової лінії рядка, відстань між коренеплодами в рядку. Проведення експериментальних досліджень плануємо з використанням натуральних коренеплодів, різних за агрофізичними параметрами. Основні розмірні характеристики коренеплоду визначаються згідно рис. 1.

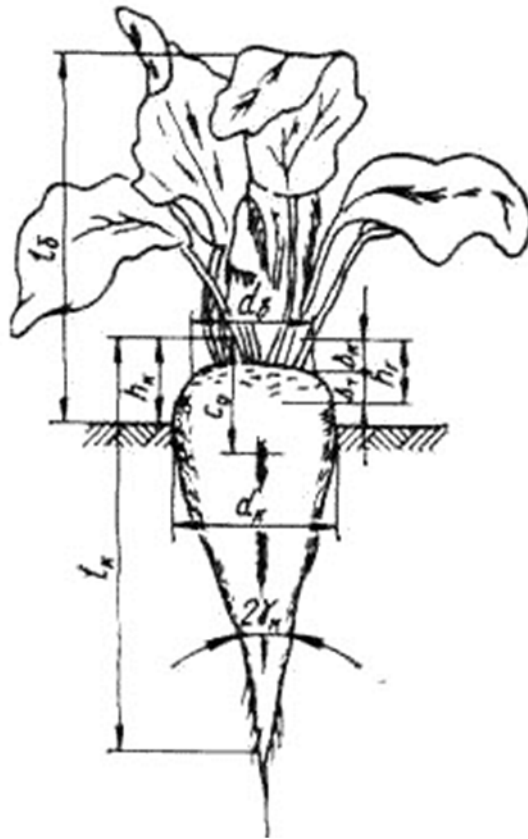


Рис.1- Агрофізичні параметри коренеплоду цукрових буряків:

$l_b$  - висота гички;  $d_b$  – діаметр пучка гички;  $h_k$  – висота виступання головки коренеплоду над рівнем ґрунту;  $\Delta_k$  – товщина зони зелених листків;  $\Delta_r$  – товщина зони сплячих вічок;  $h_r$  – висота головки;  $C$  – координата центру мас коренеплоду;  $d_k$  – максимальний діаметр коренеплоду;  $l_k$  – технічна довжина коренеплоду;  $\gamma_k$  – кут конусності нижньої частини коренеплоду.

При вимірюваннях необхідно врахувати особливості визначення нижченаведених показників. Висота гички це є відстань від поверхні ґрунту до вершин основної кількості листових пластинок. Висота зрізаної частини гички - відстань від вершини головки до площини зрізу. Діаметр пучка гички - товщина попередньо зжатої пучка гички на відстані 50 мм від основи зелених листків. Кут конусності гички - максимальне значення кута конуса гички, що утворюють крайні черешки переважної частини гички. Кут конусності гички та головки коренеплоду заміряються спеціальними кутомірами у вертикальній площині.

Лабораторна установка, моделювання вихідних параметрів експериментальних досліджень. Нами розроблено та виготовлену лабораторну установку (рис.2), де передбачено можливість моделювання режимів роботи та конструктивно-технологічних параметрів робочих органів, а також агрофізичних характеристик посівів та параметрів коренеплоду.

Лабораторна установка для дослідження гичковидальючих робочих органів складається: з основної рами 1 (рис. 2), електродвигуна 3, клинопасової передачі 4, ланцюгово-планчатого варіатора 5, поворотного пристрою 6, конічного редуктора 7 та закріпленого на його валу робочого органу 8; рами

«рухомого поля» 9 (рис.3), механізму приводу рамки «рухомого поля» 10, рамки рухомого поля 11, коренеплоду 12, стійок 13. Механізм приводу рамки «рухомого поля» складається з електродвигуна, барабана для намотування троса, що з'єднаний з рамкою 11.

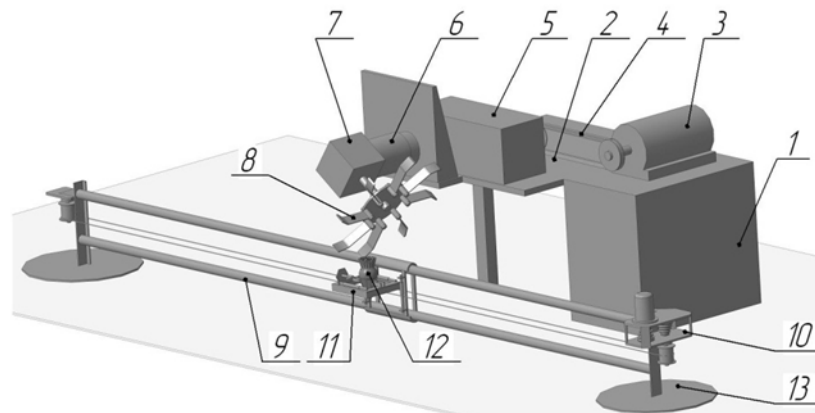


Рис. 2 - Лабораторна установка для дослідження робочих органів

Особливістю конструкції є можливість зміни наступних параметрів: частоти обертання ротора, поступальної швидкості переміщення коренеплоду, кута нахилу ротора до горизонту, кута атаки ротора, відстані між коренеплодами в рядку, відхилення коренеплоду від умовної осьової лінії рядка, висоти виступання головки коренеплоду над умовною поверхнею ґрунту та ін. Для вивчення впливу взаємного розташування коренеплодів передбачена змінна рамка для закріплення трьох коренеплодів, які можуть мати різні розмірно-масові характеристики. Схема керування двигуном 2 передбачає реверсивний режим руху. Керування приводами ротора з робочими органами та «рухомого поля» здійснюється з ящика управління.

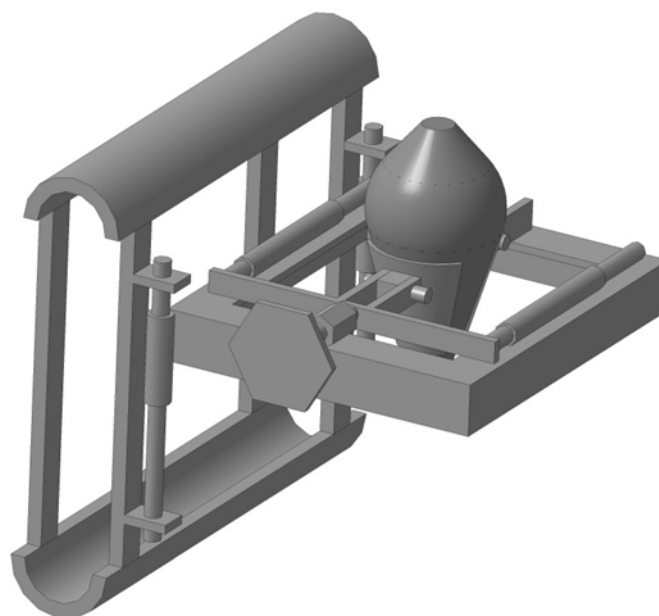


Рис. 2 - Закріплення коренеплоду у рамці «рухомого поля»

Агрофізичні характеристики посівів визначаються згідно рис.4. З врахуванням того, що у всіх роторів в реальних умовах нижні точки розташовуються на рівні поверхні ґрунту, визначимо для лабораторних умов:

- висоту виступання коренеплоду над рівнем ґрунту  $h_k$  як відстань від горизонтальної площини, що проходить через крайню нижню точку ротора, до верхівки головки коренеплоду закріпленого у тримачі (рис. 4б);

- відхилення коренеплоду від осьової лінії рядка  $\delta$ , як відстань між паралельними прямими  $mn$  і  $ks$ . Пряма  $mn$  проходить горизонтально паралельно напрямку руху коренеплоду на рівні поверхні ґрунту через точку дотику ротора з ґрунтом (рис. 4,б). Пряма  $ks$  проходить у горизонтальній площині, що відповідає рівню ґрунту через вісь симетрії коренеплоду паралельно напрямку його руху.

Висота виступання головки коренеплоду регулюється переміщенням тримача коренеплоду по вертикальних направляючих рамки «рухомого поля» за допомогою гвинтового механізму (рис. 3). Відхилення коренеплоду від умовної осьової лінії рядка регулюється паралельним переміщенням рухомого поля разом із стійками 12 по опорній поверхні.

З метою вивчення впливу на процес відокремлення гички взаємного розміщення коренеплодів, на рамку «рухомого поля» встановлюється змінна платформа для групового розміщення трьох коренеплодів. Відстань між коренеплодами - це відстань між центрами двох суміжних коренеплодів. Регулюється шляхом жорсткого закріплення коренеплодів на різній відстані один від іншого.

Конструктивно-технологічні параметри робочого органу визначались за схемами наведеними на рис.4(б, в). Кут атаки  $\alpha$  – кут між лінією перетину площини обертання з рівнем поверхні ґрунту  $fg$  та осьовою лінією рядка  $ks$  або напрямком руху робочого органу відносно коренеплоду  $op$ . Встановлюється шляхом повороту рухомого поля на опорній поверхні навколо вертикальної осі, що проходить через нижню точку ротора. Визначається за шкалою нанесеною на опорну поверхню та покажчиком на рухомому полі. Кут нахилу ротора до горизонтальної площини  $\beta$  – кут між прямими  $oe$  та  $oi$ , що утворені внаслідок перетину вертикальною площиною, яка проходить через вісь приводного валу ротора, площини обертання ротора і площини рівня ґрунту відповідно. Кут  $\beta$  встановлюється шляхом повороту ротора навколо осі приводного валу конічного редуктора за допомогою поворотного механізму 6 (рис.2). Заміряється кут нахилу ротора за шкалою, яка встановлена на поворотному механізмі. Діаметр ротора, довжина робочих елементів, кількість робочих елементів, початковий кут відхилення робочих елементів від радіального положення визначались згідно рис.4, в.

Режими роботи процесу відокремлення гички визначались до і під час проведення досліду Поступальна швидкість робочого органу визначалась наступним чином. На рамку рухомого поля, біля зони робочого органу, наносилась спеціальна шкала, а на рамку рухомого поля – покажчик. При включенні приводу рухомого поля починалась швидкісна відеозйомка процесу. За допомогою покадрового перегляду відеоматеріалу фіксувалось положення

показчика на шкалі, що відповідало початку і кінцю взаємодії робочого органу з коренеплодом, а потім визначалось переміщення. Враховуючи частоту швидкісної відеозйомки (210; 420; 1000 кадр/с), за кількістю кадрів, на яких зафіксовано контакт робочого органу з коренеплодом, визначалась тривалість взаємодії. За переміщенням і часом взаємодії визначалась середня швидкість поступального руху коренеплоду до або після взаємодії. Поступальна швидкість переміщення коренеплоду регулювалась шляхом встановлення змінних шківів різних діаметрів у приводі рухомого поля. Середнє значення кутової швидкості визначалось аналогічно за кутом повороту ротора і часом взаємодії. Частота обертання ротора регулювалась плавно за допомогою ланцюгово-планчатого варіатора.

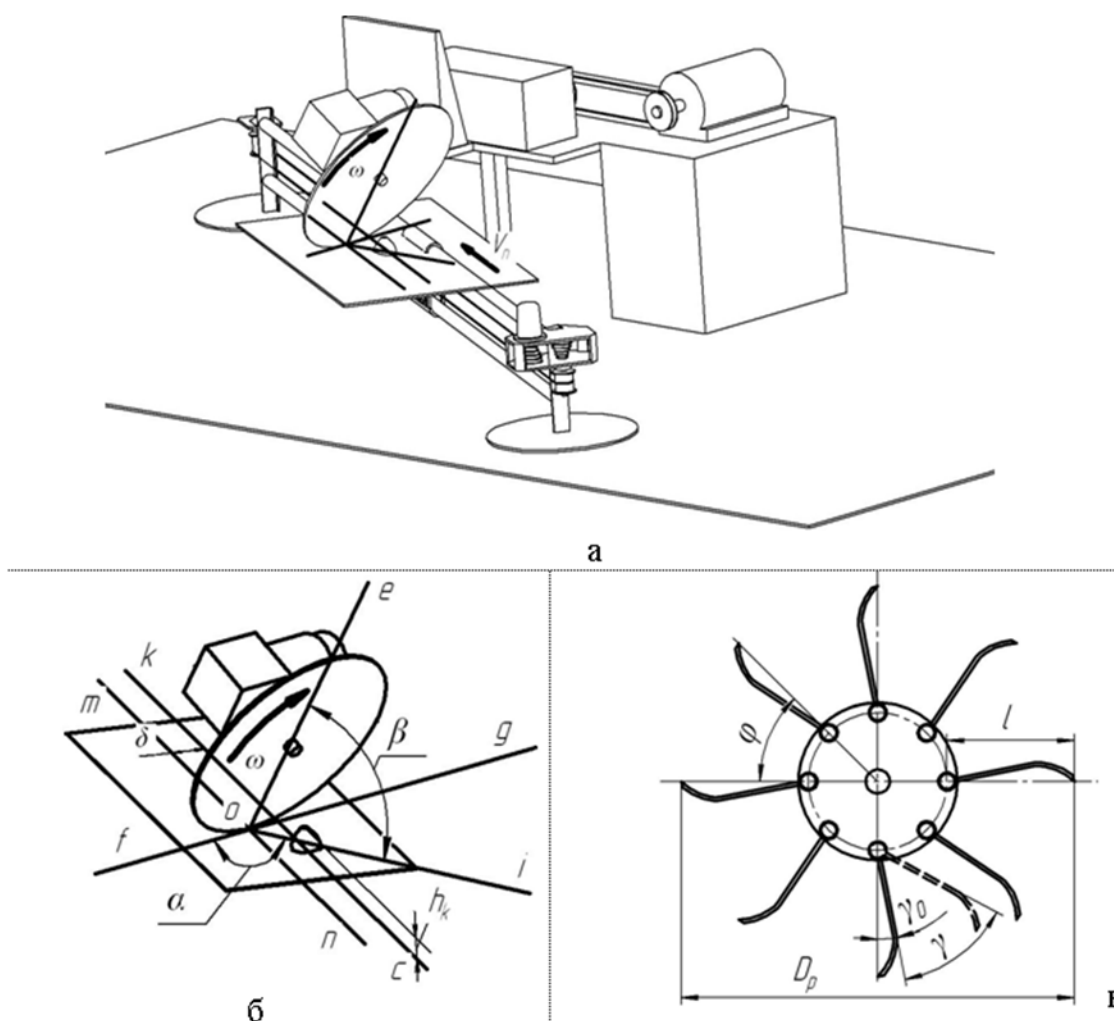


Рис.4 - Схема визначення вихідних параметрів процесу взаємодії робочих органів з коренеплодом:

а – загальний випадок встановлення ротора робочого органу по відношенню до рядка коренеплодів; б і в – схеми для визначення конструктивно-технологічних параметрів робочого органу агрофізичних параметрів посівів.

Методика проведення та визначення показників експериментальних досліджень. Для лабораторних досліджень використовувались натуральні коренеплоди з гичкою. У зв'язку із швидкою втратою тургору коренеплоди



викопувались безпосередньо перед дослідом. Перед викопуванням замірялась висота виступання головки коренеплоду над рівнем ґрунту. Потім коренеплід з гичкою викопувався, очищався від решток ґрунту та обрізався хвостик до діаметра 10 мм. На боковій поверхні коренеплоду позначалась його висота виступання над рівнем ґрунту шляхом нанесення певної кількості лунок діаметром 3...4 мм і глибиною 5...10 мм. Одна лунка відповідала висоті виступання 10 мм. Агрофізичні параметри коренеплодів та гички визначались безпосередньо перед дослідженнями згідно рис. 3 і заносились в табл.1. Кількість сухих і зелених черешків підраховувалась, товщина зон зелених листків і сплячих вічок замірялась згідно рис. 1 спеціальним пристосуванням. Максимальний діаметр коренеплоду визначався як максимальне потовщення коренеплоду. Маса коренеплоду з гичкою зважувалась за допомогою електронних ваг фірми SOEHNLE ULTRA 2.0 з точністю до 0,1 г.

Проведення досліджень за допомогою лабораторної установки здійснювалось наступним чином. Коренеплід вибирався за необхідною висотою виступання над рівнем ґрунту, закріплювався затискачами на відповідній висоті в рухомій рамці, що знаходилась у вихідному положенні на рамі 5 (рис.2). Встановлювались відхилення коренеплоду від осової лінії рядка, відстань між коренеплодами, частота обертання та поступальна швидкість руху коренеплоду. Значення конструктивно-технологічних параметрів робочого органу, режими роботи заносились у табл.1. При встановленні на рамку «рухомого поля» змінної платформи для групового розміщення трьох коренеплодів значення показника відстані між коренеплодами записувалась в табл.1 для другого та третього, за напрямком руху, коренеплодів. Вмикалась освітлювальна апаратура. Вмикався привід робочих органів. Після цього вмикався відеозапис процесу взаємодії і привід «рухомого поля». Вимикання приводу рухомого поля і робочих органів відбувалося автоматично, за допомогою кінцевого вимикача.

При проведенні лабораторних досліджень спостереження процесу проводилось за допомогою швидкісної відеозйомки цифровим фотоапаратом Casio Exilim EX-FH20. При проведенні досліду фіксувались параметри, які відображені у табл.2. Наявність таких якостей як вид пошкодження, певна висота зрізу, вид поверхні зрізу та напрямку зрізу відмічалась у відповідній комірці таблиці для кожного коренеплоду цифрою один, відсутність показника - цифрою нуль. Це необхідно для підрахунку кількості коренеплодів з відповідними параметрами за допомогою програми обробки результатів дослідів.

Після проведення замірів, наведених у табл.,2 визначались критерії оцінки якості роботи та характеристики руху робочого органу . При виборі критеріїв оптимізації враховувалась можливість і точність визначення параметра при будь-яких змінах режиму технологічного процесу. Математична обробка отриманих результатів включала попередню обробку експериментальних даних, поглиблений статистичний аналіз процесу та обробку результатів багатофакторного експерименту. Попередня обробка експериментальних даних проводилась з використанням розробленої авторами

програми підрахунку показників процесу та основних статистичних характеристик за допомогою Excel таблиць на основі табл. 1, 2 і 3. Поглиблена обробка статистичних даних проводилась з використанням стандартного програмного забезпечення. Для проведення багатофакторних експериментів використовувались стандартні методики планування експерименту.

Таблиця 1 - Вихідні параметри коренеплодів та робочих органів для відокремлення гички

Назва показників		Повторність (порядковий номер коренеплоду)					
		1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8
Агрофізичні характеристики коренеплоду і гички	1. Висота гички, м						
	2. Висота зрізаної частини гички, м						
	3. Діаметр пучка гички, м						
	4. Товщина зони зелених листків, м						
	5. Товщина зони сплячих вічок, м						
	6. Висота головки, м						
	7. Максимальний діаметр коренеплоду, м						
	8. Кут конусності гички, градус						
	9. Кут конусності головки, градус						
	10. Кут конусності головки, градус						
	11. Кількість зелених черешків, шт						
	12. Кількість сухих черешків, шт						
	13. Маса коренеплоду з гичкою, кг						
Параметри «поля»	14. Відхилення коренеплоду від осі рядка, м						
	15. Висота виступання головки коренеплоду над поверхнею ґрунту, м						
	16. Відстань між коренеплодами (до попереднього коренеплоду), м	—					
Конструктивно-технологічні параметри робочого органу	17. Вид робочого органу						
	18. Вид робочого елемента						
	19. Діаметр ротора ,						
	20. Довжина робочого елемента						
	21. Кількість робочих елементів						
	22. Початковий кут відхилення робочого елемента від радіального положення						
	23. Кут нахилу ротора до горизонтальної площини						
	24. Кут атаки						
Інші конструктивні параметри							
Режими роботи	25. Поступальна швидкість робочого органу						
	26. Частота обертання ротора						

Таблиця 2 - Параметри коренеплоду, робочого органу та процесу, що фіксуються при проведенні досліду

Назва показників		Повторність (порядковий номер коренеплоду)					
		1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8
Агрофізичні параметри коренеплодів та гички після взаємодії з робочим органом	1. Пошкодження коренеплоду: сильні; слабкі.						
	2. Висота зрізу: нормальний; низький; високий						
	3. Поверхня зрізу: гладка; сколото-рвана						
	4. Напрямок зрізу: прямий; косий						
	5. Висота гички після зрізу, м						
	6. Довжина незрізаних бокових черешків						
	7. Кількість зелених черешків, шт						
	8. Кількість сухих черешків, шт						
	9. Товщина зони зелених листків, м						
	10. Товщина зрізаного шару зони зелених листків, м						
	11. Товщина зони сплячих вічок, м						
	12. Товщина зрізаного шару зони сплячих вічок, м						
	13. Висота зрізу головки, м						
	14. Маса коренеплоду з гичкою, кг						
	15. Маса коренеплоду без гички, кг						
	16. Маса залишків гички, кг						
	17. Маса зрізаної гички, кг						
Показники руху робочого органу	18. Амплітуда коливань робочого елемента, градус						
	19. Тривалість 1/4 періоду основної форми власних коливань, с						
	20. Період власних коливань, с						
	21. Частота власних коливань, с <sup>-1</sup>						
	22. Час взаємодії робочого органу з коренеплодом, с						
	23. Переміщення коренеплоду під час взаємодії, м						
	24. Середня поступальна швидкість робочого органу, м/с						
	25. Кут повороту ротора під час взаємодії, градус						
	26. Середня кутова швидкість ротора, рад/с						

Дані вимірювань безпосередньо заносились в комп'ютер у журнал проведення досліджень (табл. 1 і 2) де автоматично проводився розрахунок всіх показників. При цьому контролювалось значення показника точності досліду, і при входженні його в діапазон від 1 до 5 % проведення досліду призупинялось. Таким чином визначалась кількість необхідних замірів.

При попередній обробці експериментальних даних визначали середнє значення:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N},$$

де  $N$  - кількість вимірів.

Величину розсіювання вибірових значень навколо їхнього середнього значення ( $\bar{x}$ ) що характеризується середньоквадратичним відхиленням визначали із залежності:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}.$$

На підставі обчислених значень  $\sigma$  обчислювалася помилка середньої вибіркової:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}.$$

Для визначення міри варіювання досліджуваного показника визначався коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100\%.$$

Показник точності досліду  $K$  визначався за формулою:

$$K = \frac{m}{\bar{x}} 100\% .$$

Аналіз показників та критеріїв процесу взаємодії робочих органів з коренеплодами та гичкою проводився шляхом дослідження, як індивідуальних табличних даних по кожному коренеплоду так і за середніми показниками досліду представленими у вигляді таблиць і графічних залежностей.

Після взаємодії робочих органів з коренеплодом, визначалися місце контакту, якість відокремлення гички, а також характер і глибина пошкоджень. Динаміка взаємодії робочого органу з коренеплодом аналізувалась шляхом перегляду відеозапису процесу на моніторі.

Аналізувався характер взаємодії робочих елементів з коренеплодом: порядковий номер елемента, що взаємодіє; місце входу робочого елемента в контакт, характер удару, проковзування по поверхні головки, місце виходу із контакту, деформація робочого органу або відхилення жорсткого робочого органу від початкового положення у різні фази контакту та після виходу із контакту; спостереження та визначення основних форм, періоду та власної частоти коливань робочого органу чи елемента та ін.

Таблиця 3- Критерії оцінки та показники якості роботи

Назва показників		Основні статистичні показники				
		Середнє значення	Математичне сподівання	Середньоквадратичне відхилення	Коефіцієнт варіації	Похибка досліду
1	2	3	4	5	6	7
Агрофізичні критерії оцінки якості	1. Кількість пошкоджених коренеплодів, %: значно; незначно					
	2. Кількість коренеплодів зрізаних, %: нормально; низько; високо					
	3. Кількість коренеплодів з поверхнею зрізу, %: гладкою сколото-рваною					
	4. Кількість коренеплодів за напрямом зрізу: прямий; косий					
	5. Висота зрізу гички, м					
	6. Довжина незрізаних бокових черешків, м					
	7. Ступінь відокремлення зелених черешків, шт					
	8. Ступінь відокремлення сухих черешків, шт					
	9. Товщина зрізаного шару зелених листків, %					
	10. Товщина зрізаного шару сплячих вічок, %					
	11. Висота зрізу головки, м					
	12. Кількість зв'язаної гички на коренеплодах, %					
	13. Втрати цукроносної маси, %					
Характеристики руху робочого органу	14. Амплітуда коливань робочого елемента, градус					
	15. Період власних коливань, с					
	16. Частота власних коливань, с <sup>-1</sup>					
	17. Час взаємодії робочого органу з коренеплодом, с					
	18. Поступальна швидкість робочого органу, м/с					
	19. Кутова швидкість ротора, рад/с					

За аналізом цілої групи показників визначалась раціональні значення параметрів або встановлювалась причина їх відхилень від нормативних та робились висновки про можливі шляхи удосконалення робочих органів та процесу.

## Висновки:

1. На сучасному етапі розвитку пошук методик досліджень гичковідокремлювальної техніки вирішуються в основному шляхом дослідження процесу відокремлення гички в польових умовах, що є трудомістким, енерговитратним, матеріаломістким та високовартісним шляхом удосконалення технологічного процесу та робочих органів.

2. Експериментальні дослідження нових робочих органів для відокремлення гички доцільно проводити в лабораторних умовах з використанням запропонованих лабораторної установки та методики досліджень.

## Список використаних джерел

1. Погорельый Л.В., Татьянако Н.В., Свеклоуборочные машины: История, конструкция, прогноз. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
2. Булгаков В.М. Теорія бурякозбиральних машин. – К.: Видавничий центр НАУ, 2005. – 245 с.
3. Зуев Н. М. Бескопирный срез головок корнеплодов. / Зуев Н. М., Топоровский С. А. // Сахарная свекла. – 1988. – № 6. – С. 42–45
4. Зуев Н. М. Методика исследований качества работы свеклоуборочных машин. / Зуев Н. М. – К.: ВНИС, 1989. – 75 с.
5. Кобець О. М. Обґрунтування робочого процесу і параметрів робочих органів для видалення гички кормових буряків: Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 - машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва / Кобець О. М. - Вінниця, 2007. – 166с.
6. Мартиненко В. Я. Гичкозбиральні машини / Мартиненко В. Я – Тернопіль: Поліграфіст, 1997. – 110 с.
7. Орехівський В. Д. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів вертикального доочисника головок коренеплодів цукрових буряків: автореф. дис. на здобуття наукового степеню канд. техн. наук.: спец. 05.05.11 - машини і засоби сільськогосподарського виробництва / Орехівський В. Д. – Глеваха, 2002. – 20 с
8. Погорельый М. Л. Підвищення технологічної ефективності бурякозбиральних машин: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 - машини і засоби сільськогосподарського виробництва / М. Л. Погорельый – К., 2001. – 21 с.
9. Топоровский С. А. Обоснование технологического процесса і основных параметров рабочего органа для уборки ботвы сахарной свеклы без копирования головок корнеплодов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 - механизация сельськохозяйственного производства / Степан Архипович Топоровский – К., 1988. – 19 с.
10. Хелемендик М. М. Підвищення механіко-технологічної ефективності трудомістких процесів у буряківництві: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 - механізація сільськогосподарського виробництва / Хелемендик М. М. – Тернопіль, 1996.

## **Аннотация**

### **МЕТОДИКА И СРЕДСТВА ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ОТДЕЛЕНИЯ БОТВЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ**

Булгаков В.М., Борис А.М.

*Проведен анализ методов и технического обеспечения процесса отделения ботвы экспериментальными рабочими органами. Разработана установка и методика исследований в лабораторных условиях процесса отделения ботвы от корнеплодов с разными агротехническими параметрами. Конструкцией установки предусмотрена возможность моделирования в широком диапазоне основных агрофизических характеристик посева, конструктивно-технологических параметров и режимов работы рабочих органов.*

## **Abstract**

### **METHOD AND FACILITIES OF LABORATORY RESEARCHES PROCESS OF SEPARATION OF TOPS BY EXPERIMENTAL WORKINGS ORGANS**

Bulgakov V.M., Boris A.M.

*The analyses of methods and technical provision of process of separation of roots of sugar beet of experimental working organs was conducted. The set and methods for researches in the laboratory conditions of process of separation of roots of sugar beet with a different agrophysical parameters. With construction of set is envisaged possibility of modeling in wide diapason of basic agrophysical characteristics of crops, constructional-technical parameters and regime of work of working organs.*

**УДК 631.358:634.22**

### **АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ „ГІДРОДВИГУН – ДЕМПФЕРНА МУФТА – ВІБРОЗБУРЮВАЧ КОЛИВАНЬ”**

**Семен Я.В, к.т.н.**

*Львівський національний аграрний університет*

*Виконано аналітичні дослідження системи “гідродвигун – демпферна муфта – віброзбудувач коливань”. Отримано аналітичні залежності для визначення моменту, що передається демпферною муфтою, з врахуванням амплітудно-частотних характеристик плодкових дерев.*

У тросового струшувача з демпферною муфтою у приводі віброзбудувача, пропорційно до навантажень змінюється і власна частота системи – критична частота обертання вала гідродвигуна віброзбудувача