УДК 631.171

© В.В.Васильків к.т.н., А.Б. Гупка
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя
В.З.Гудь к.т.н.
Гусятинський коледж ТНТУ імені Івана Пулюя

БАГАТОВАРІАНТНА КЛАСИФІКАЦІЯ ДИСКОВИХ КОПАЧІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН З ГЕНЕРУВАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОГО ВИКОПУЮЧОГО ПРИСТРОЮ

Розроблено багатоваріантну структуру класифікації дискових копачів коренезбиральних машин з генеруванням удосконаленої конструкції викопуючого пристрою та з урахуванням конструктивних особливостей елементів копачів. Методи дослідження базуються на використанні аналізу конструкції дискових копачів, характеру їх рухів, видів ободів, спиць, форми сепараторних

отворів. При розробці багатоваріантної структури класифікації дисків копачів використовувались елементи математичного аналізу, а їх смислове рішення здійснювали з використанням ПЕОМ, інженерної творчості та вибору раціональних технічних рішень.

БАГАТОВАРІАНТНА, КЛАСИФІКАЦІЯ, СИНТЕЗ, ВИКОПУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ, ДИСК КОПАЧА, КОРЕНЕЗБИРАЛЬНА МАШИНА.

Постановка проблеми. Розвиток сучасного машинобудування характеризується підвищенням потужностей коренезбиральних машин, що приводить до більш жорстких умов їх експлуатації, тому актуальною є проблема зменшення втрат та пошкоджень коренеплодів, забезпечення надійності викопуючих вузлів коренезбиральних машин, підвищення зносостійкості його основних робочих органів, серед яких важливе місце займають диски копачів. Для вирішення цієї проблеми необхідно постійно удосконалювати і покращувати систему робочих органів машин, призначених для викопування коренеплодів.

Результати останніх досліджень і публікацій. Розробці та дослідженням нових конструкцій дисків копачів присвячені праці Булгакова В.М.[2], Павелчак О.Б. [2, 8] Ткаченка І.Г. [2] Гевка Р.Б. [2, 3], Синій С.В. [3] Смирнова І.І. [4] та ряд інших. Питанням системного аналізу і систематизації конструкцій дискових робочих органів присвячені праці Рогатинський Р.М.[8] Павелчак О.Б.[8] Андрейчиков А.В. [10] Киселёв А.С [10]. та інших та ін. науковців. Незважаючи на значну кількість наукових напрацювань, однак чимало питань залишились невирішеними. Впровадження сучасних інформаційних, апаратних, системних та інструментальних засобів дозволяє запропонувати ряд нових технічних рішень, які дозволяють підвищити ефективність використання дисків копачів сільськогосподарських машин.

Мета дослідження. Розробити багатоваріантну структуру класифікації дискових копачів коренезбиральних машин з генеруванням удосконаленої конструкції викопуючого пристрою та з урахуванням конструктивних особливостей елементів копачів.

Результати досліджень. За роки науково-технічної революції вдосконалення конструкцій дисків копачів (рис. 1) створено значну гамму нових конструкцій дисків копачів (рис. 2). Це веде до безперервного збагачування та удосконалювання класифікації, яка має охоплювати всі нові типи конструктивних реалізацій і ставати основою вивчення та удосконалювання відомих дискових робочих органів і планування їх впровадження у промичловість. Класифікація деталей типу “Диск”, які є основою для створення дискових копачів, представлено на рис. 3.

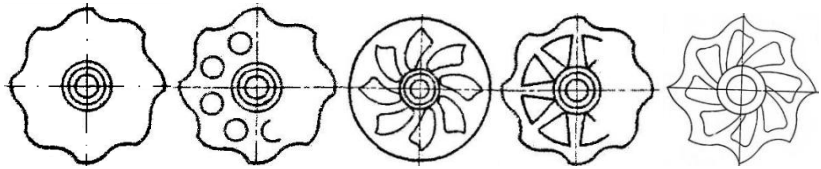

Рис. 1 – Приклад еволюції вдосконалення конструкцій дисків копачів

Використання наукових напрацювань дозволяє запропонувати ряд нових технічних рішень, які дозволяють підвищити ефективність виготовлення дискових копачів коренезбиральних машин. На основі узагальнення та розширення таких класифікацій нами, на основі системного підходу, запропонований напрям до вирішення вказаної проблеми.

Проведений аналіз дозволив виділити такі основні групи системної ідентифікації особливостей багатоваріантної структури виконання дисків копачів:

1. Класифікація за конструктивним виконанням профілів поперечного перерізу дисків площиною, що перпендикулярна до поздовжньої осі OZ диска.

2. Класифікація за ознаками особливостей проекції контуру профілю диска на площину XOY, що перпендикулярна до поздовжньої осі OZ.

3. Класифікація за формою огинаючих кривих до сліду перетину диска площиною, що проходить через поздовжню вісь OZ.

4.Класифікація дисків за особливостями форми розгортки криволінійного перерізу диска, що є еквідістантним до його поздовжньої осі.

5. Класифікація за іншими конструктивно-технологічними параметрами (матеріал, покриття, спеціальні особливості поверхонь диска тощо).

У відповідності до цього розроблена багатоваріантна структура класифікації дисків копачів, фрагменти структури якої представлені в таблиці 1, а опис класифікації виконано нижче. При розробці класифікації введено кодування, а також ураховано багатоваріантність термінології. Наприклад, для означення профільної форми зовнішнього краю ободу дисків використовують такі терміни: обод з виступами, з грунтозачепами, криволінійної форми, зубчата форма, форма у вигляді хвильової лінії та ін.

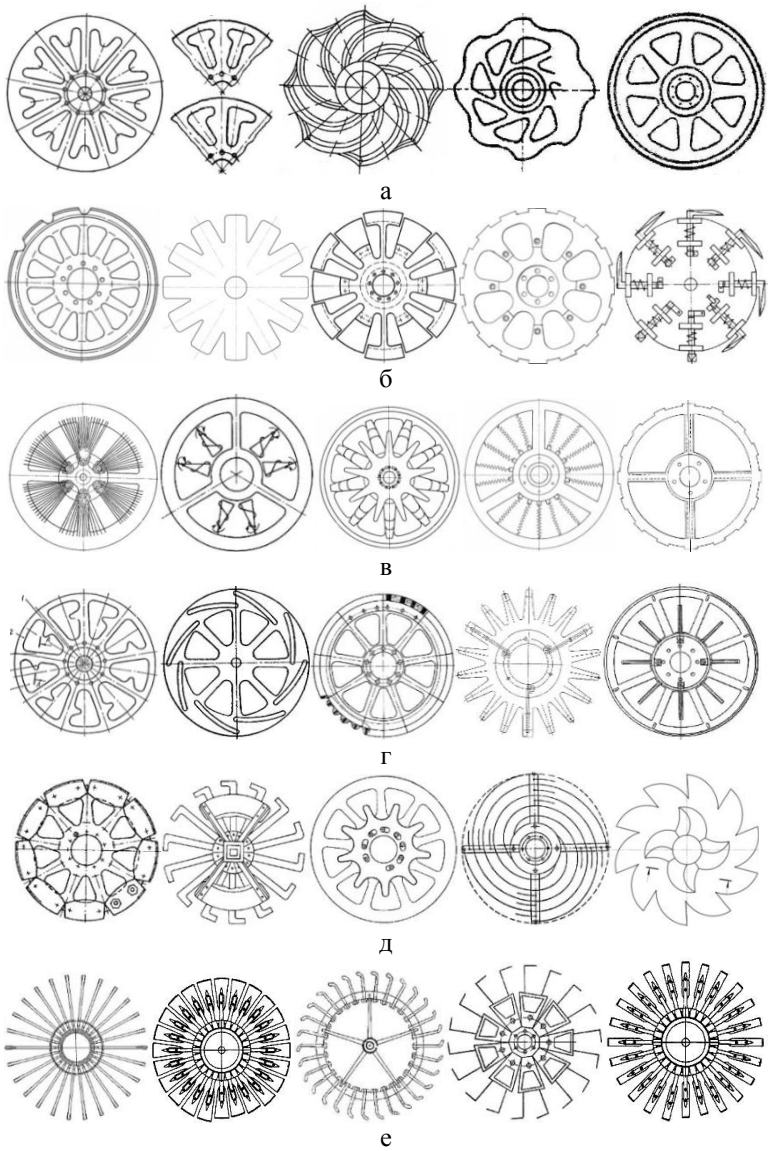

Рис. 2 – Варіанти виконання конструкцій дисків копачів за формою: а - просівних вікон; б - зовнішньої крайки ободу; в - шпиць; г - торцьових зачепів; д - додаткових елементів; е - шпиць пруткових дисків копачів

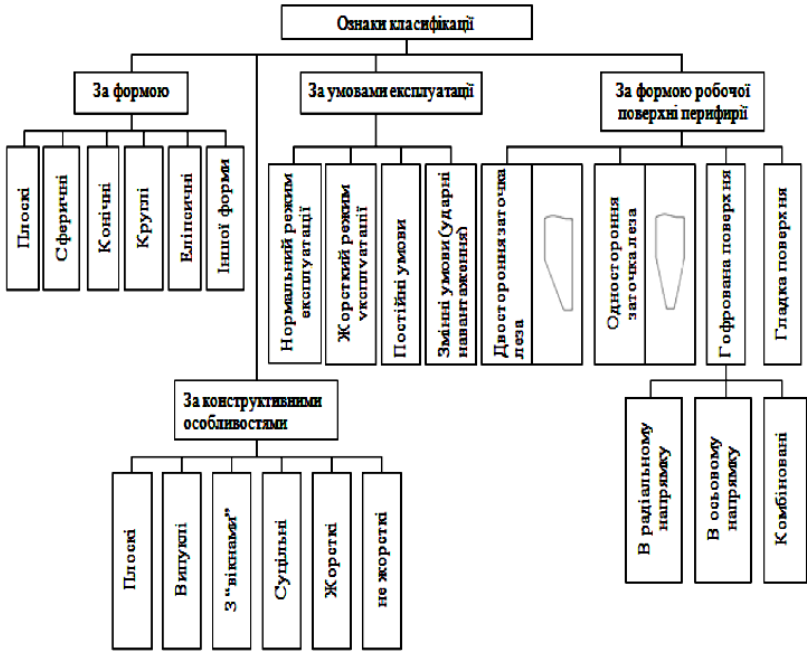

Рис. 3 - Класифікація деталей типу “Диск”

Таблиця 1 - Багатоваріантна структура класифікації дисків копачів

Код	КЛАСИФІКАЦІЙНА ОЗНАКА
1	2
S	Аналіз дисків копачів у складі системи викопуючих робочих органів коренезбиральних машин
S1	Типи за конструктивною схемою виконання
S2	Принцип функціонування РО (особливості процесу руйнування грунту)
S3	Загальна особливість компоновки у складі системи дискового викопуючого робочого органу
S4	Види дискових копачів
S5	Види додаткових рухів у процесі їх експлуатації
S6	Параметри кінематики
M	Морфологія дисків копачів

Продовження табл. 1

1	2
M0	Різновиди компоновок
Md	Будова диска
M1.1	Ступиця (маточна)
M2.1	Обод
M2.2	Конструктивна форма робочої поверхні ободу
M2.3	Форми поперечного перерізу ободу диска
M2.4	Форма периферійної частини ободу
M2.5	Варіанти виконання зубчатої (хвилястої) форми периферії частини ободу
M2.6	Види утворення зубчастої форми периферійної частини ободу
M2.7	Форма торцевої поверхні ободу
M3.1	Види спиць
M7	Наплавлення
M7.1	Наявність наплавленого шару
M7.2	За кількістю шарів
M7.3	Товщина шару наплавлення
M7.4	Види базових поверхонь наплавки
M7.5	Види наплавлення
M7.6	Матеріал наплавленого шару (марка порошкоподібних сплавів)
M7.7	Технічні вимоги до виконання наплавленого шару
M8	Сепаруючі вікна
M8.1	Форма сепаруючих вікон
M8.2	Види сепаруючих вікон
M4	Пластини сепаруючих вікон
M6	Еластичні елементи сепаруючих вікон
G	Загальна характеристика
G1	Приклади сільськогосподарських машин, оснащених дисковими копачами та умови їх експлуатації
G2	Провідні підприємства, що реалізують технології
G3	Функціональне призначення дискового викопуючого робочого органу
G4	Основні геометричні параметри
G5	Діаметри дисків для відповідних умов
G6	Маса дисків і відповідні геометричні параметри
G7	Матеріал основної частини дисків

Продовження табл. 1

1	2
G8	Загальна характеристика
A	Елементи результатів системного аналізу конструкцій
A1	Переваги і недоліки
A1.1	Переваги дискових робочих органів
A1.2	Недоліки дискових робочих органів
A2	Причини виходу з ладу та експлуатаційні наслідки
A2.1	Причини виходу з ладу
A2.2	Форми профілю лез відповідно до розподілу тисків у ділянках контакту робочого органу з ґрунтом
A2.3	Експлуатаційні наслідки затуплення лез
A3	Задачі досліджень
A3.1	Основні
A4	Шляхи вдосконалення конструкцій дисків і ТП їх виготовлення
A4.1	Способи підвищення стійкості проти спрацювання
A4.2	Приклади технічних рішень, що забезпечують підвищення довговічності дисків копачів
A.4.3	Мотиваційні фактори вдосконалення кінематики дисків
A5	Вимоги до виконання конструктивних елементів дисків
A5.1	Обод і спиці
A5.2	Сепаруючі вікна
A5.3	Леза
A5.4	Загальні конструкторсько–технологічні та експлуатаційні обмеження
A6	Методи очищення робочих поверхонь дисків копачів

Опис класифікації:

S1: Лемішні (Використовують у старих конструкціях машин). Нові форми таких робочих органів належать до класу вібраційних (теребильна машина СКМ-2). Роторні (роторний барабан з вертикальною віссю обертання): робочі органи корене-викопувачів фірм “Moreau”, “Herriau” (Франція), прутковий ротор фірми “Holmer” (Німеччина), …

S2: Дисковий копач Лезо діє на пласт поступово по всій глибині (основна відмінність від лемішних і вильчатих копачів). Лемішні і вильчасті копачі Стиск ґрунту лезом клина або поверхнею вилки на глибині викопування, утворення тріщин і схоплювання куска

ґрунту під деяким кутом, наступне виникнення сил підпору до створення витягаючого зусилля в руслі копача.

S3: 1. Наявність очисних елементів: наявність очисників коренеплодів (еластичні елементи, що закріплені на ступиці) (ас. СРСР№1653589); копач з активним доочисником (а.с. СРСР № 1690558; копач з розміщеними між дисками конічними шнеками (ас. СРСР № 1166704), циліндричного шнека (а.с. СРСР №1375167А1), … 2. Наявність робочих органів для рихлення ґрунту і порушення зв'язків з ґрунтом хвостової частини коренеплоду у момент викопування: перед дисками розміщують розрихлюючи елементи у вигляді сферичних дисків, складених із сферичних елементів (а.с. СРСР№ 1794362А1); рихлячи елементи виконані у вигляді культиваторних лап, долота. (а.с. СРСР №1794363А1); допоміжні диски встановлені попереду основних і мають менший зовнішній діаметр (а.с.СРСР№1079203)- пристрій для міжрядь рівних 600мм., … 3. Наявність пристроїв для стабілізації руху Наявність направляючої лижі, що служить стабілізатором руху бурякозбиральної машини і опорою до витримування певної глибини копання, …

S4: *Пасивні*. Переважно з грунтозачеплювачами (може використовуватись один пасивний диск без допомоги інших робочих органів (а.с. СРСР №898983). Активно-пасивні. Згідно тверджень проф. Гевка Р.Б. найуніверсальнішими робочими органами є дискові копачі, один з яких є активний інший - пасивний (Пат. України №3017938). Активні (привідні, з вимушеним обертанням).

S5: *Поперечно-тангенціальний:* а) для зменшення тягового зусилля в процесі викопування один диск розміщують нахилено до своєї півосі (через зміщений отвір) а другий перпендикулярно до своєї півосі (а.с. СРСР №1055388); б) один диск здійснює коливальні рухи завдяки профільній торцевій площині його ступиці (а.с. СРСР № 1175382А1); в) осі зв'язані з конічними шестернями за допомогою шарнірів балансовим механізмом (а.с. СРСР №1273010А1). Згідно досліджень проф. А.К. Саралупова виконання дисків з торцевим биттям до 0,022м сприяє мінімізації пошкоджуваності коренеплодів … Вібраційний (дисково-вібраційні копачі): частота коливань 12,5 Г, кутова амплітуда 9 – 11º, …

S6: *Показник кінематичного режиму* (відношення колової швидкості диска до його поступальної швидкості руху λ = 2,0…2,5); еквівалентна характеристика – відношення поступальної швидкості диска, що має радіус D/2 до лінійної швидкості точки $\nu = \omega_{D/2}$ називається модулем кривої траєкторії. Для m= ν/υ, при m=1- циклоїдна, m<1- видовжена циклоїда. (для реальних умов роботи),

m>1- вкорочена циклоїда; лінійна швидкість кромки диска $v_o = \omega r$, r - радіус кромки диска; кількість обертів активного диска (кутова швидкість ω), …

M: *Диск (ступиця, шприхи–обод)-променева шайба* (пат. Чехословаччини № 199359), диск – *сепаруючі радіальні вікна (пази)*,(а.с. СРСР №135698А1; *ступиця – штрихи –обод* (кільце) (а.с. СРСР №709020); *ступиця – штрихи* (вильчастий, голчастий, роторний диск, диск з прутковою робочою поверхнею: Пат США №2682739, …).

Md: М1.Ступиця (маточна); М2. Обод; М3. Спиці (шприхи); М.4. Пластини; М5. Сепаруючі (просівні) вікна; М6. Еластичні елементи; М7. Шар наплавки; М8. Сепаруючі вікна.

М1.1: На ступиці розміщене колесо у вигляді пруткового диска. Прутки можуть пружинно деформуватись в напрямку осі диска, завдяки шарнірам (Пат. Німеччини №202004009320), …

М2.1: Обод**:** суцільний: а) зігнуте кільце з кінцями, що скріплені електрозварюванням; б) із зварених сегментів, …; складений ((із окремих частин, розміщених із зазором)…

М2.2: *плоска; сферична.* При глибокому обробітку ґрунту із зменшенням кута атаки (α<30º) спостерігається зминання стінки борони випуклою поверхнею диска. При цьому перемички (шпиці) можуть виконувати додаткове підрізання стінок борони; конічна.

М2.3: *тороїдальна* (авт: Шелудченко Б.А., Фомін М.П., Губенко В.О.); змінної ширини за рахунок нерівномірної товщини наплавленого матеріалу. (а.с. СРСР №986329); обод виконаний складним, при цьому частини ободу мають криволінійну форму з випуклістю, що направлена на внутрішню частину робочого органу (а.с. СРСР №1426489А1; обод виконаний із спеціальними впадинами, конусністю на зовнішній чи торцевій поверхні для кріплення пластин, кілець, …

М2.4: гладка, переважно у привідних дисків; з тангенціально-радільними зачепами (а.с. СРСР №1177296А1); за зовнішнім краєм диска виконані впадини в яких на шарнірах встановлені поворотні лапи (а.с. СРСР №1291056); з радіальними зачепами (а.с. СРСР №1813344), …

М2.5: суцільні з ободом зуба секторної форми (Пат. США №3181616); зуби виконані у вигляді змінних накладних пластин, краї яких виконані по радіусу, що адекватний зовнішньому краю ободу диска (а.с. СРСР № 1382122А1); суцільні з ободом зуба (суцільно зубчаті диски) з формою дуг у вигляді логарифмічної спіралі з постійним полярним кутом різання (а.с. СРСР№ 1674723А1), …

М2.6: експлуатаційний: в процесі нерівномірного зношення ділянок леза ободу. Застосовується для таких видів наплавки: а) дискретне наплавлення (призводить до зниження заданого ресурсу ножів, але дозволяє більш тривалий час зберігати гостроту лез); б) наплавлення шару змінної товщини (використовують для робочих органів на яких при первинному наплавленні утворюються дуже високі зубці, що викришуються в процесі роботи); конструкційний: виступи, утворені верхніми частинами накладних пластин різної форми закріплених на ободі а впадини утворені зовнішнім краєм ободу, …

М2.7: радіально-бокові (радіально-торцеві) зачепи: а) на ободі з внутрішньої сторони диска виконані радіальні рифлення (а.с. СРСР №1160968); б) на торцевій поверхні розміщені в першого диска плоскі, а в другого клиноподібні ребра (а.с. СРСР №1613027); в) бокові загини трикутної форми (Пат. США №3017933; г) на зовнішній стороні радіально-торцеві загини (Пат. США №4942927); дугові виступи. На ободі зі сторони робочої поверхні виконані дугові виступи, випукла частина яких направлена в сторону, протилежному до напрямку його обертання (а.с. СРСР №176806); циклоїдні виступи. Виконані за рахунок змінної ширини винця у дисків з циклоїдними спицями. Випукла частина ободу направлена в сторону, протилежну напрямку обертання диска (а.с. СРСР №1824060А1), …

М3.1: *прямі* (радіальні): а) *циліндричні спиці* (Пат. США №3250332, а.с. СРСР №175763); б) *на циліндричні спиці насаджені втулки, що мають конічну зовнішню поверхню* (а.с. СРСР №1160968); змінного поперечного перерізу (спиця має в поперечному перерізі симетричну форму, при чому в центральній частині перерізу спиця виконана випуклою, а по краях увігнутою (а.с. СРСР № 1782410А1; циклоїдні (у вигляді увігнуто випуклої кривої) постійного поперечного перерізу (а.с. СРСР №1130221); спеціальні (а.с. СРСР №1105148) виконані у вигляді поворотно відносно своєї осі симетрії конусів, направленого вершиною до обуду лиска, при цьому робоча поверхня конуса диска оснащена спіральною навивкою.

М7.1: без наплавленого шару Відсутність ділянок леза зі зміцненим твердим сплавом (Пат ФРН №1922586), …

М7.2: *одношарове лезо; багатошарове лезо*

М7.3: *постійної товщини; змінної товщини*

М7.4: *змінні пластини (складений диск); торець ободу суцільного диска, ...*

М7.5: суцільний (одно- і двохстороннє); перервний (дискретне): а) одностороннє (без попереднього формоутворення зуба); б) з попереднім формоутворенням зуба; в) двохстороннє …

М7.6: марка порошкоподібних сплавів: ПГ-С1 (сормайт №1, У30Х28Н4С4) ГОСТ 21448-75; порошковий сплав "Елкефем" угорської фірми "Іновелд"; ПГ-С27 ГОСТ21448-75, ПГ-С27-М ГОСТ21448-75 у суміші з баровмісним дегідрованим флюсом (для чавунних дисків); клас економно-легованих евтектичних сплавів системи Fe-Mn-C-B-Cr, одержаних методом наплавлення СВЧ, …

М7.7: товщина - 1,5мм, ширина - 25мм. допускається збільшення ширини не більше 30 мм; допускається наявність тріщин в наплавленому шарі без виходу в основний метал до 25мм; після наплавлення сормайту товщина ріжучої кромки повинна бути для зубчатого диска: а) по виступах до 2,5 мм; б) по впадинах до 3 +,- 1мм, …

М8.1: *V-подібна* (а.с. СРСР №1807838А3); Г–подібна. Такі диски характеризуються більшою ступінню сепарації землі на стадії викопування у порівнянні з U –подібною (Пат. України №9513А); трикутна із заокругленнями (а.с. СРСР № 655356); трапецієподібна (обернена трапеція з криволінійними основами; циклоїдна (а.с. СРСР №1130221), …

М8.2: *відкриті; прикриті* (для плантацій з малими коренеплодами і низькою вологістю ґрунту. Характеризуються наявністю пружних зіркоподібних дисків з висотою, що зменшується до центру. Промені дисків розміщені у вікнах (а.с. СРСР №898983), …

М4: між спицями розміщені еластичний елемент у вигляді пластини, закріпленої на ступиці (Пат. США №4942927), …

М6: між спицями розміщені еластичні елементи, виконанні у вигляді пружин, один кінець яких закріплений до ступиці а другий до ободу (а.с. СРСР №2910112); між спицями розміщені еластичний елемент у вигляді радіально розміщених плоских або стержневих пружин, один кінець закріплений на ободі, інший - на ступиці. (Пат. Німеччини №121470187725); еластичні елементи закріплені на пасивному диску. Вони виконані у вигляді гофрованої металевої стрічки (а.с. СРСР №1511248), …

G1: 1. *Модифікація і установа-виробник:* РКС-6 (ОАО Дніпропетровський комбайновий завод) Викопувач вилчастого і дискового типів РКМ-6-02, РКМ-6-05 (прибирання коренеплодів кормового буряка); *умови використання дисків:* прибирання в умовах перезволожених (вологість 26-30%) або твердих ґрунтів (твердість > 3-4 МПа)., …

G2: 1. *Сель-хозкомплект-SMK* (Росія – Німеччина), ЗАО "Агродон" (Росія). 2. Фірми Garford-Viktor (Англія), Thureqod, комбайн "Т5"), WKM (Німеччина, комбайн "CLE 130V", TIM (Данія, комбайни "M2SA", "M3SA"), STANDEN-THUREGOD (Англія), BBG

(Німеччина), Amiti technology (США), “Herriau”, “Moreau”, “ Matrot”, “SUC” (Франція, пасивні диски), Гримме Макстрон 620 (Німеччина), …; ремонту дисків копачів (вітчизняні підприємства): 1. ОАО ”Жмеринське РП Агромаш” (заточка дисків). 2. Донснаб–Захід, ТОВ (м. Тернопіль), …

G3: зрізання пласту ґрунту разом з коренеплодами; розкришування ґрунту; відділення ґрунту від коренеплоду і переміщення корисної частини на очисні і транспортуючі робочі органи; робочі органи можуть використовуватись як підкопувальні диски при збиранні кормових і цукрових буряків, значна частина яких розміщена над поверхнею ґрунту, …

G4: Загальні: товщина диска $\delta = 0{,}008$D. Для дисків, що працюють у важких умовах $\delta = 0{,}008$ DH; кут атаки 2^{γ}. Кут між лініями перетину горизонтальної площини з площиною обертання диска, 2^{γ}=20…25; висота опуклості поверхні h (для сферичних дисків); зовнішній діаметр D, … Структурних елементів. Для секторних лез: кут при вершині сектора диска, … Для сепаруючих вікон: відношення максимальних і мінімальних діаметрів кіл, вписаних у форму вікон (складає 1,4–2,6); мінімальний радіус заокруглення кутів, в залежності від вологості ґрунту складає. R=10…20 мм, … Шприх: відношення максимальних і мінімальних діаметрів кіл, вписаних у форму вікон, складає 1,4 – 2,6, а відношення діаметра диска до найбільшого діаметра кола, вписаного у форму вікна рівна 9 – 12. Для дисків спеціальних конструкцій: величина ексцентриситету активного диску відносно його геометричної осі., …

G5: глибина ходу дискових копачів менша за 80мм (560 мм (диски «Ромашка» для БДМ), 680 мм, 700 мм, …); глибина ходу складає 80-100мм (765-785 мм, …). Глибина ходу — заглиблення в ґрунт тільки на 12-15% від величини свого діаметру.

G6: Модифікація, маса дисків і відповідні геометричні параметри: Р12.097.222 (литий), 24 кг. Товщина S=35±10, ширина леза B=35±10, D=Ø680$^{-3,0}$, d=$120^{+0,5}_{-0,2}$; КС6В-47.440, 17кг, B=$32^{+6,0}_{-4,0}$ D=680±3,0 d=$120^{+0,3}_{-0,5}$, S=10мм; КС6В-47.478, 17,3 кг, D=$680 \pm 3,0$, B=$32^{+6,0}_{-4,0}$, d=$120^{+0,3}_{-0,5}$, S=10; СДК 3190 (1973р.), 21 кг, D=710, d=$116^{+0,3}_{-0,5}$, …

G7: *Леговані сталі* (закорд. марки: Сталь 30MnB5, Сталь 50MnSi7 (сталі з домішками хрому, бору, кремнисто-марганцевисті сталі з різним вмістом вуглецю від 0,3-0,9%), …; *високо вуглецеві сталі вітчизняних марок*: 65Г ГОСТ2283-79, 60С25 ГОСТ 2185-82, 5С2

ГОСТ 14959-79, …; ливарні сталі (Сталь 45Л ГОСТ 977-65, Сталь 35 ГЛ-ІІ ГОСТ 977-75, …), …

G8: *розрахункова схема* (у схемному вигляді) – спарені трохгранні клини; розподіл контактних напружень для випадків використання 2-х пасивних і 1-го активного дисків копачів. Для 1-го випадку контактні напруження розподіляються за логарифмічним законом, для 2-го - розподіл контактних напружень в зоні деформації буде відрізнятись від рівномірного при взаємодії з ґрунтом; енергосилові параметри роботи дискових копачів: величина крутного моменту, основні зусилля на кронштейні копача (лобова сила опору), …

А1.1: *низький тяговий опір*: за рахунок локалізації впливу піднімають в 2-3 рази менше землі і більш активно деформують ґрунт в зоні коренеплоду ніж лемехові і вильчасті; *збереження функціональних властивостей копача при роботі на підвищених швидкостях коренезбиральної машини:* машина з дисками працює на більш високій швидкості, ніж машина, оснащена лемеховими і вильчастими копачами за однакових якісних показників (до 2,6 м/с.); краще працюють на сильно забруднених бур'янами ділянках поля; добре працюють на в'язких ґрунтах (вологі суглинки, чорнозем) при високій твердості ґрунту (3-4 МПА) та вологості 26-30%, …

А1.2: складні елементи приводу для вузлів, що складає 40-45% від конструктивної складності і ціни пристрою в цілому; частіше ніж вильчаті наносять сильні пошкодження коренеплодам, відривають їх хвостові частини; на сухих і твердих ґрунтах допускають більші втрати коренеплодів: в таких умовах краще працюють вильчасті, лемехові і комбіновані робочі органи; висока собівартість дисків.…

А2.1: *рівень нерівномірності спрацювання леза* (збільшення товщини ріжучої кромки і кута загострення леза утворення широкої затилувальної фаски), що призводить до його затуплення. Існують зони підвищеного зношення і часткового руйнування через анізотропію; утворення втомних тріщин зварних швів. (при зварюванні сталі 65Г не забезпечується необхідна міцність з'єднання через утворення в зоні термомеханічного впливу гартованих структур. Ширина зони термомеханічного впливу при точковому і шовному зварюванні менші 1 мм (для дугової – більша); величина абсолютного спрацювання (зносу) робочої поверхні диска. Зношення за діаметром складає 0,14 мм/га. Тому після наробітку 200 га їх замінюють; деформації дисків (вигинання по вінцю), ламання у місцях підвищених концентрацій напружень (при експлуатації на ґрунтах, забруднених камінням), …

А2.2: клиноподібна: максимальний тиск розвивається біля носка клина. Тріщини виникають при вершині клина; кругла: максимальний тиск розвивається в точці першого початкового контакту у порівнянні з прямокутною і клиноподібною забезпечують більш рівномірний розподіл місць, що спричинює утворення декількох тріщин; парабола парної степені при зміні n від 1 до 5: розподіл тиску на поверхні контакту рівномірний. Тріщини утворюються по всій контактній поверхні виступів. Оптимальною є парабола 4-ої степені з вершиною, направленою в сторону руху робочого органу, …

А2.3: неможливість перерізання рослинних залишків; забивання ґрунтом чи рослинними залишками; самозаглиблювання дисків (вихід диска на поверхню, втрата стійкості ходу по глибині), …

А3.1: збереження заданого профілю ріжучої кромки при її спрацюванні (створення умов для самозагострення): а) забезпечення рівномірного спрацювання (через зниження впливу анізотропності матеріалу). Існують зони підвищеного зношування і часткового руйнування через анізотропію, …; підвищення стійкості проти спрацювання, …; Основна задача – створення копачів, ресурс роботи яких відповідає терміну служби коренезбиральної машини, …

А4.1: поверхневе гартування леза; плакування стійкою проти спрацювання стрічкою; ідукційне наплавлення твердим сплавом; комплексне термодифузійне легування …

А4.2: застосування змінних: а) пластин (а.с. СРСР №1382422); б) секторних пелюсток (а.с. СРСР №1426489), в) ободу (Пат ФРН №20204009320U): використання накладних кілець (конічних, циліндричних), …; використання самозаточуваних лез, які виконують двохшаровими різної твердості (ідея Ігнатьєва А.М. (Пат. Росії № 24451, 1926 р.). Шляхи реалізації: а) застосування двошарових сталей: основа - сталь 45, плакуючі шари - із твердосплавних матеріалів Х6Ф1, ШХ15; б) застосування найоптимальнішого поєднання основного матеріалу (Ст3, 65Г, У9А, 45Л, 43Л) та матеріалів і методів наплавлення (сормайт №1, ПС4, ПС5, У25, індукційним методом - Р9, Х68Ф- плакуванням), наприклад, 65Г і сормайт, №1…

А.4.3: забезпечення процесу самоочищення від налипання ґрунту і вороху; зниження тягового опору; підвищення ступені кришення ґрунту (поверхнева теорія П Ріттенгера), …

А5.1: локалізація зони заглиблення, тобто концентрація зусилля в зоні кореня, інтенсифікуючи дію в нижніх шарах вирізуваного пласту (використання циклоїдних спиць); забезпечення малих кутів кришіння ґрунту ($\beta\angle$ 20-40º). Робоча частина спиць, заглиблюючись у моноліт ґрунту має ніби ламати його, сприяючи

кришінню шляхом відривання. Такий процес відбувається за умови перевищення значення тимчасового опру розриву для $\beta > 60°$, що має місце в дисках з радіально розміщеними спицями, …

А5.2: оптимальною вважається така форма вікон, точка якого максимальна при вписаному колі діаметра Dкор, Dкор=50…60мм (із умови попередження втрат коренеплодів діаметром більше 40мм), …

А5.3: малий кут защемлення між дотичною до зуба і поверхнею поля (якщо кут великий, це приводить до переміщення стебел і бур'янів вперед диску); форма ріжучого леза повинна забезпечувати постійний кут різання, що приводить до різання з ковзанням; якщо лезо гладеньке, то коренеплід найповніше витягаються з ґрунту і не пошкоджуються: гладеньке лезо діє на коренеплід через ґрунт і зрушує їх, не пошкоджуючи, особливо ті, що виходять за межі рядка, …

А5.4: обмеження мінімальної величини розхилу дисків із умови не підрізання коренеплодів великого діаметру при допустимому його відхиленні в рядку; обмеження мінімального значення кута атаки із умови вивільнення коренеплодів на висоті Н, достатній для його захвату бітером; обмеження радіуса дисків R не менше мінімального значення Rmin, що визначається конструктивно із врахуванням ширини ріжучого леза, необхідних розмірів просівних вікон, діаметру редукторів копачів, …

А5.5: ***Методи очищення робочих поверхонь дисків копачів:*** *шнековими очисниками* (Пат. України № 95391, 2014 р.), *одночасне транспортування і очищення* (а.с. СРСР №46029)

Висновки. 1. Розроблено класифікацію дисків копачів, яка є наслідком системного узагальнення відомих класифікацій і побудована у відповідності з основними принципами класифікації інформації в уніфікаційному синтезі. При розробці класифікації введено кодування, а також ураховано багатоваріантність термінології. Класифікація відкрита для подальшого розширення. Вона є основою для здійснення уніфікаційного синтезу нових конструкцій таких робочих органів.

2. На базі розробленої багатоваріантної структури класифікації дискових копачів коренезбиральних машин згенеровано удосконалену конструкцію дискового викопуючого пристрою (рис. 4).

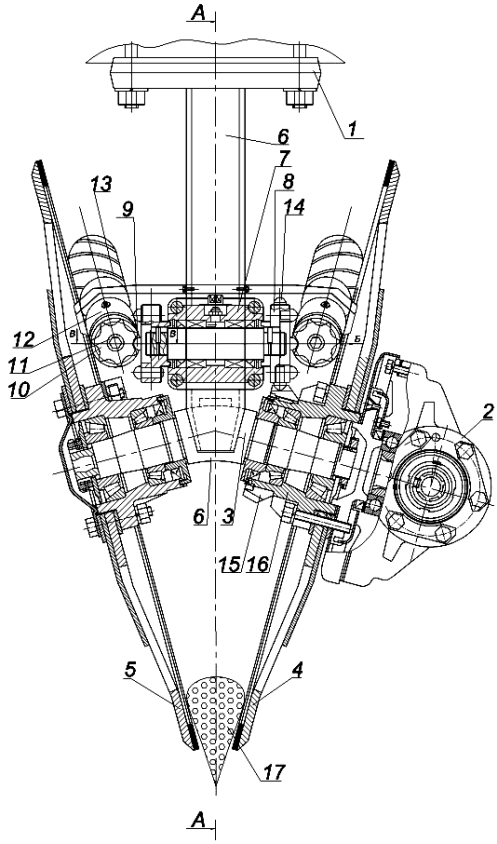

Рис. 4. Викопуючий орган коренезбиральної машини: 1 – рама, 2 – редуктор, 3 – криволінійна вісь, 4,5 – викопуючі диски (лівий, правий), 6 вертикальна стійка, 7 – поводок, 8 – приводний лемент, 9,14 – сферичні зірочки, 10 – зірочки приводу (шнекових очисників), 11 – шнекові вали, 12 – корпус, 13 – шнекові Г-подібні очисники, 15 – спеціальна зірочка, 16 – стакан, 17 – коренеплід

Література

1. Василенко П.М. О методике механико-математических изысканий при разработке проблем сельскохозяйственной техники.- М.: БТИ ГОСНИТИ, 1962. - 230с.

2. Булгаков В.М., Павелчак О.Б., Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г. Методика оцінки ступеня пошкодження коренеплодів коренезбиральною машиною // Збірник Наукових праць Національного аграрного університету. "Механізація сільськогосподарського виробництва" Том 7. —К.: НАУ, 2000. - С. 14-19.

3. Босой Е.С, Верняев О.В., Смирнов И.И. и др. Теория, конструкция и расчет сельхозмашин. - М.: Машиностроение, 1978.- 567с.

4. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. - 6-е издание, переработаное и дополненое. - М.: Агропромиздат, 1989. ~ 527с.

5. Основы проектирования и расчет сельськохозяйственых машин / Л.А.Резник, В.Т.Ещенко, Г.Н.Дьяченко, Н.А.Сокол. – М.: Агропромиздат, 1991. – 543 с.

6. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування машини для рільництва 2 / П.В.Сисолін, Т.І.Рибак, В.М. Сало - М.:

7. Сычев И.П. Повышение долговечности режущих рабочих органов свекловичных машин путем оптимизации параметров наплавленного слоя Тракторы и сельхозмашины 1985 №11.С.48-51.

8. Андрейчиков А.В., Киселёв А.С. Эволюционный синтез новых технических систем на основе морфологических таблиц // Изв. вузов. Машиностроение. –2002. –№2-3. –с. 44-48.

9. Голубев И.Г. // Зарубежный опыт восстановления деталей Техника в сельском хозяйстве. – 1989, №4. – С.58-60.

10. Завгородний А.Ф. Кравчук В.Н. Юрчук В.П. Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин / Под ред. Л.В Погорелого.- Киев; Аграрна наука 2004-240с.

11. Погорілий В, Куліш В, Бурякозбиральний комплекс WIC // Техніка АПК- 2005. №3-4 с 24-25.

12. Пат. 95391. Україна, МПК A01D 25/02. Дисковий копач коренеплодів / Гевко Б.М., Гупка А.Б., Гупка Б.В., Гудь В.З., Дячун А.Є., заявник і власник патенту Гевко Б.М. Гупка А.Б., Гупка Б.В., Гудь В.З., Дячун А.Є. - № u2014 06788; заявл. 16.06.2014; опубл. 25.12.2014, Бюл. №24.

13. Ковальчук Ю., Тихий С., Ловушко І. За новою технологією // Механізація сільського господарства- с.24.

14. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Погорілов О.М, Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. –К.: Вища школа, 2005. -465с.

15. Копур К., Ламберсон Н., Надежность и проектирование системы. – М.: Мир, 1980. – 604 с.

16. Свеклоуборочные машины: (Конструирование и расчет) / под ред. Л.В.Погорелов. – К.: Тэхника, 1983. – 168 с.

17. Теория, конструирование и расчет сельськохозяйственных машин/ Под ред. Е.С. Босого. – М.: Машиностроение, 1978. – 568с.

18. Селькохозяйственные и мелиоративные машины/ под ред. Г.Е. Листопада. – М.; Агропромиздат, 1986. – 668 с.

Рецензент д.т.н., проф. Б.М. Гевко