

УДК 631.3.002 (75)

В.В. Васильків, к.т.н., ст. викл.**В.В. Гупка, інж.****І.Є. Казюка, аспір.***Тернопільський державний технічний університет
імені Івана Пулюя*

КОДУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ У ЗАДАЧАХ ЕВОЛЮЦІЙНОГО СИНТЕЗУ КОНСТРУКЦІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

Розглянуто питання кодування геометричних параметрів дискових елементів сільськогосподарських агрегатів у задачах еволюційного синтезу конструкцій та технологічних процесів їх виготовлення.

Вступ. Для сучасного вітчизняного та зарубіжного машинобудування характерне розширення обсягу та номенклатури деталей машин, які часто мають складну геометричну форму. До таких деталей належать дискові робочі органи сільськогосподарських агрегатів: дискові копачі, диски борінок. Вони складаються із ступиці і ободу, жорстко з'єднаних між собою. Їх виготовляють різних типорозмірів (510×4, 560×5, 610×5, 660×6 та ін.) та номенклатури (за різними схемами, наприклад за схемою диск-променева шайба), з вікнами (V-, Г-, Т-, С-, Р-подібної форми вікон), з плавними та гофрованими зовнішніми краями, з опуклою та плоскою бічною поверхнею тощо.

Вимогами є оптимальність форми та низький коефіцієнт тертя по диску – це забезпечує високий ККД і малу енергомісткість при обробці ґрунту та економію палива, низьку матеріаломісткість. Крім цього, диски виконують із внутрішньою заточкою, що робить дуже ефективною роботу агрегату при обробці в'язкого важкого ґрунту, знижує тягове зусилля і збільшує стійкість агрегату. Вирізи в дисках, у порівнянні з внутрішньою заточкою, забезпечують краще подрібнення пластів і вивільняють накопичені рослинні залишки перед диском.

Незважаючи на конструктивну багатоманітність, механіко-технологічний принцип роботи дисків полягає у вирізання пласти ґрунту (лушення стерні, подрібнення глиб, рихлення, подрібнення рослинних залишків), створення схоплюючого зусилля для наступного переміщення кореневульбоплодів.

Аналіз публікацій. Таким чином, розробка раціональних конструкцій та технологій виготовлення таких дискових деталей є важливим завданням.

В умовах гнучкості сучасного виробництва ефективним є використання методики еволюційного синтезу, запропонованої проф. Андрейчиковим А.С. [1, 2]. Її сутність у тому, що на кожному кроці перетворення варіанта технологічної системи в ньому здійснюється заміна тільки одного функціонального елемента, що стосується елементів вихідного прототипу. Нові елементи, що включені в склад синтезованої технічної системи, не підлягають повторній заміні у процесі наступних перетворень системи. Такий принцип проектування забезпечує максимальну прийнятність на кожному кроці здійснюваних перетворень і наслідування усіх властивостей і елементів синтезованих на більш ранніх кроках. Кількість перетворень або кроків, що здійснюються при переході від прототипу до варіанта системи, рівний кількості функціональних підсистем, із яких складається удосконалюваний об'єкт.

Такий підхід, на нашу думку, особливо ефективно реалізовується застосуванням системи геометричного моделювання об'єктів із застосуванням підходів блокового дискретного запису інформації. Тоді можливим є встановлення взаємозв'язків відповідності окремої ділянки профілю деталі з багатоваріантними особливостями їх виготовлення. Тоді у вирішенні задач синтезу, конструювання та технології виготовлення та відновлення деталей машин особливе місце займають питання геометричного моделювання таких об'єктів.

Останнім часом прикладна та обчислювана геометрія, комп'ютерна графіка досягли певних успіхів у поданні поверхонь різних технічних деталей, їх візуалізації на екрані монітора ПЕОМ. Досягнення цих наук цілком слушно застосовуються для вирішення вказаних завдань.

Зазначимо, що питанням створення та дослідження конструкцій дискових робочих органів присвячені праці Гевка Р.Б., Мартиненка В.Я., Данильченка М.Г.; конструювання деталей та формування їх математичних моделей стосуються праць Кормиліцина О.П., Самодурова А.А., Борисенка В.Д., Ваніна В.В., Підкоритова А.М., Ковальова С.М. та ін.; математичному моделюванню технічних об'єктів та комп'ютерній графіці присвячені праці Дж. Альберга, Дж. Адамса, Василенка Н.В., Куценка Л.М., Михайленка М.Є., Д. Роджерса, Зав'ялова Ю.С. та ін.; автоматизованому проектуванню та системному моделюванню – праці Норенкова І.Л., Осіна М.І., Петренка А.І., П.Хартлі та ін.

Основна частина. В результаті проведених досліджень, науковцями кафедри комп'ютерних технологій в машинобудуванні ТДТУ імені Івана Пулюя розроблено методику однозначного опису деталей машин різних класів, в тому числі “тіл обертання” і “гвинтових” [3].

У загальному випадку структура коду такої деталі має вигляд:

назва деталі – код форми контуру проекції профілю внутрішнього краю твірної деталі на площину, що є перпендикулярною до повздожньої осі деталі – код форми контуру проекції профілю зовнішнього краю твірної деталі на площину, що є перпендикулярною до повздожньої осі деталі – позначення матеріалу деталі – позначення виду покриття – товщина деталі в поперечному перерізі профілю – код форми контуру профілю поперечного перерізу деталі – код опису контуру профілю розгортки концентричного перерізу деталі за внутрішнім краєм – код опису контуру профілю розгортки концентричного перерізу деталі за зовнішнім краєм – код довжини деталі вздовж повздожньої осі – {сукупність кодів опису контурів елементів деталі (вікон, тощо), розміщених на бічній поверхні і спроектованих на площину, що є перпендикулярною до повздожньої осі деталі} – код способу зміцнення – {інша додаткова інформація про деталь (за необхідністю): габарити, квалітети та поля допусків невказаних розмірів, шорсткість, інші вимоги}.

Окремі елементи формули (1) можуть бути упущені у випадку опису конструкцій деталей нескладної форми.

Вираз (1) в аналітичній формі можна представити так:

$$\begin{aligned}
 & \text{Назва деталі } d : KK_d * I_d [R_{d0} * (\pm)\alpha_{d0}; l_{d0}; R_{d1} * \\
 & * (\pm)\alpha_{d1}; l_{d1}; R_{d2} * (\pm)\alpha_{d2}; \dots; R_{dm1} * (\pm)\alpha_{dm1}; l_{dm1}] - \\
 & D : KK_D * I_D * [R_{D0} * (\pm)\alpha_{D0}; l_{D0}; R_{D1} * (\pm)\alpha_{D1}; R_{D2} * \\
 & * (\pm)\alpha_{D2}; l_{D2}; \dots; R_{Dm2} * (\pm)\alpha_{Dm2}; l_{Dm2}] - \text{Позначення} \quad (2) \\
 & \text{матеріалу деталі – позначення виду покриття –} \\
 & - S_H - D_n : KK_n * I_n [R_{n0} * (\pm)\alpha_{n0}; l_{n0}; R_{n1} * (\pm)\alpha_{n1}; l_{n1}; \\
 & R_{n2} * (\pm)\alpha_{n2}; l_{n2}; \dots; R_{nm3} * (\pm)\alpha_{nm3}; l_{nm3}] - D_{gd} : KK_{gd} *
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & *I_{gd} [R_{gd0} * (\pm)\alpha_{gd0}; l_{n0}; R_{gd1} * (\pm)\alpha_{gd1}; l_{gd1}; R_{gd2} * (\pm)\alpha_{gd2}; \\
 & l_{gd2}; \dots; R_{gdm4} * (\pm)\alpha_{gdm4}; l_{gdm4}] - D_{gD} : KK_{gD} * I_{gD} [R_{gD0} * \\
 & * (\pm)\alpha_{gD0}; l_{gD0}; R_{gD1} * (\pm)\alpha_{gD1}; l_{gD1}; R_{gD2} * (\pm)\alpha_{gD2}; l_{gD2}; \dots; \\
 & R_{gD5} * (\pm)\alpha_{gD5}; l_{gD5}] - \widetilde{L\tilde{L}} - \{D_{f1} : KK_{f1} * I_{f1} * Q_{f1} [R_{f10} * \\
 & * (\pm)\alpha_{f10}; l_{f10}; R_{f11} * (\pm)\alpha_{f11}; l_{f11}; R_{f12} * (\pm)\alpha_{f12}; l_{f12}; \dots; \\
 & R_{f1m6} * (\pm)\alpha_{f1m6}; l_{f1m6}] - D_{f2} : KK_{f2} * I_{f2} * Q_{f2} [R_{f20} * \\
 & * (\pm)\alpha_{f20}; l_{f20}; R_{f21} * (\pm)\alpha_{f21}; l_{f21}; R_{f22} * (\pm)\alpha_{f22}; l_{f22}; \dots; \\
 & R_{f2m7} * (\pm)\alpha_{f2m7}; l_{f2m7}] - \dots - D_{fm} : KK_{fm} * I_{fm} * Q_{fm} [R_{fm0} * \\
 & (\pm)\alpha_{fm0}; l_{fm0}; R_{fm1} * (\pm)\alpha_{fm1}; l_{fm1}; R_{fm2} * (\pm)\alpha_{fm2}; l_{fm2}; \dots; \\
 & R_{f\mu(\mu+m5)} * (\pm)\alpha_{f\mu(\mu+m5)}; l_{f\mu(\mu+m5)}] \} - \text{спосіб зміцнення} \\
 & - \{ \text{додаткова інформація про деталь} \},
 \end{aligned}$$

де d , D – діаметральні параметри крайніх точок контуру проекції профілю відповідно внутрішнього та зовнішнього країв твірної деталі на площину, що є перпендикулярною до повздовжньої осі деталі; K , S , L – символи позначення відповідно кількості кутів згину контуру певних перерізів профілю, товщини деталі у поперечному перерізі, довжина деталі вздовж повздовжньої осі; $I_d; I_D; I_n; I_{gd}; I_{gD}; I_{f1}; I_{f2}; I_{f\mu}$ – кута між радіальною прямою, що проведена до ділянки профілю у вибраній початковій точці обходу контуру та аналогічною точкою наступного розглядуваного об’єкта (тобто, для $I_d = 0$, I_D – кутовий параметр взаємного розміщення початкової точки обходу контуру прямої краю деталі та початкової точки обходу контуру проекції зовнішнього краю деталі; кут I_n визначається відносно I_D , I_{gd} – відносно I_n , I_{gD} – відносно I_{gd} та ін. Параметри в дужках – елементи опису, розбиття кривої профілю на ділянки – прямолінійні та криволінійні (радіальні) (розміри в мм); $m1, m2, \dots, (\mu + m5)$ – індекси кількості ділянок розбиття відповідного профілю. Для спрощення позначень індекси елементів опису геометрії деталі замінено умовно узагальненим індексом φ ; $l_{\varphi0}, l_{\varphi1}, l_{\varphi2}, \dots$ – довжини відповідних пропорційних ділянок (φ – позначення індексу відповідного перерізу).

Радіусна ділянка характеризується двома параметрами – радіусом згину за внутрішньою поверхнею та кутом згину (в градусах). $R_{\varphi0}, R_{\varphi1}, R_{\varphi2}, \dots$ – величина радіальних параметрів радіусних ділянок

(дуг); $\alpha_{\varphi 0}, \alpha_{\varphi 1}, \alpha_{\varphi 2}, \dots$ – кутові параметри радіальної ділянки (дуги профілю) φ -го перерізу.

При позначенні кута припущено, що він є позитивним при повороті в напрямку годинникової стрілки і негативним при повороті проти годинникової стрілки. Тому узагальнене позначення (\pm) замінюється на конкретне “+” чи “-”.

Отже прямолінійна ділянка кодується одним числом, а радіусна – двома числами, що об’єднані знаком “зірочка” або “*”: радіусом в "мм" і кутом у "градусах" (з плюсом чи мінусом в залежності від напрямку кута згину).

S_H – числове значення середньої товщини поперечного перерізу деталі. У випадку $S_H = \text{const}$ в описі профілю поперечного перерізу деталі подається лише геометрія середньої лінії профілю; \tilde{L} – числове значення довжини деталі, що визначене вздовж повздовжньої осі деталі; $K_d, K_D, K_n, K_{gd}, K_{gD}, K_{f1}, K_{f2}, \dots, K_{f\mu}$ – кількість кутів згину контуру відповідно: зовнішнього (індекс d) та внутрішнього (індекс D) країв деталі на площині, що перпендикулярна до повздовжньої осі деталі; поперечного перерізу (індекс n) деталі, площиною, що проходить через повздовжню вісь деталі; кривої опису розгортки концентричного перерізу деталі за внутрішнім (індекс gd) та зовнішнім (індекс gD) краями деталі; профілів проекції елементів бічної поверхні деталі на площину, що перпендикулярна до повздовжньої осі деталі (індекси f1, f2, ..., f μ), де μ – кількість елементів бічної поверхні деталі.

Величина K_n , у випадку деталі постійної товщини, показує кількість кутів згину середньої лінії поперечного перерізу профілю.

Вказані індекси в позначенні інших елементів формули (2) означають належність певного елемента опису профілю до відповідної зони опису геометрії деталі (зовнішній край, внутрішній край, розгортка концентричного перерізу деталі за внутрішнім краєм тощо).

У формулі після позначення кількості кутів згину контуру певних перерізів у профілі після позначення символу “зірочки” можливим є вказування кількості об’єктів:

Q_{f1} – кількість об’єктів f1; Q_{f2} – кількість об’єктів f2.

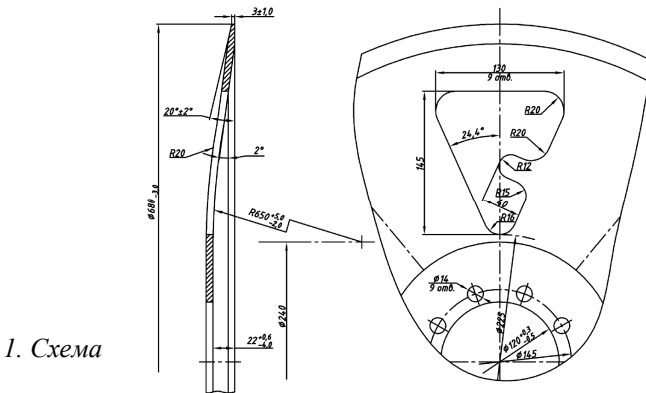
Вираз (2) для опису геометрії деталі “Диск копача”, поданої на рис. 1, є такою:

диск копача $120_{-0,5}^{+0,3} - 680_{-3,0}$ – Ст3 ГОСТ – МЕ (сплав порошккоподібний (ПГ-С1) (430X28H4C4) ГОСТ 21448-75) – S10 – 120,0:K8 [0*–0; 60; 650_{-2,0}^{+5,0} * + 14,0; 0; 10,0* + 12,0; 60,7; 0* – 92,0; 3 \pm 1,0; 0* –

$68_{-4,0}^{-2,0}$; 18,0; $0^* - 20 \pm 2$; 44; $10,0^* + 12$; 0; $660_{-2,0}^{+5,0} * - 14,0$; 60; $0^* - 90,0$; $10,0] - L 32_{-4,0}^{+6,0} - \{159,0:K1*9[0^* - 0; 7,0^* - 360] - 255,0:K7*40*9[0^* - 0; 16,0^* - 65,6; 117,86; 20^* - 114,4; 90,0; 20^* - 114,4; 26,0; 20,0^* - 70; 0; 108,0^* + 6; 0; 120,0^* + 157,0; 13,0; 15,0^* - 90; 30,0; 16,0^* - 65,6]\} - B3 - \{h14; H14; \pm IT14/2\}$.

У позначенні конструкції деталі вказано 9 отворів двох видів.

Еволюція синтезу конструкції деталі здійснюється заміною окремих розмірів деталі, заміна відображається у кодї. Водночас окремий розмір у блоці визначається певними технологічними операціями. Наприклад у позначенні вказано 9 отворів $\varnothing 14$, позначення $(159,0:K1*9[0^* - 0; 7,0^* - 360])$ легко пов'язується з операціями сверління, електроіскрового випалювання, штампування тощо [4]. Тому код може бути перетворений з геометричного у форму представлення послідовності набору технологічних операцій. Вирішення задачі оптимізації конструкції деталі чи технологічного процесу її виготовлення на основі запропонованої системи вимагає розробки спеціальних методів обробки інформації.



1. Схема

Рис.

конструкції диска копача коренезбиральної машини КС-ББ.

В результаті проведення досліджень зроблено такі **висновки**:

- запропоновано методику кодування геометричних параметрів дискових робочих органів сільськогосподарських агрегатів;
- методика адаптована для її використання в автоматизованих системах параметричного моделювання, таких як T-FLEX CAD, SolidDage та ін. Це дозволяє виконувати дослідження дискових робочих органів сільськогосподарських агрегатів з метою вибору

- найбільш прийнятної геометрії, візуалізувати на екрані монітора плоскі та просторові зображення таких об'єктів;
- запропонований підхід є складовим елементом реалізації технологій еволюційного синтезу конструкцій розроблених деталей та базою для здійснення еволюційного синтезу технологічних процесів їх виробництва.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н.* Компьютерная поддержка изобретательства (методы, системы, примеры применения). – М.: Машиностроение, 1998. – 467 с.
2. *Андрейчиков А.В., Киселёв А.С.* Эволюционный синтез новых технических систем на основе морфологических таблиц // Изв. вузов / Машиностроение. – 2002. – № 2–3. – С. 44–48.
3. *Васильків В.В., Радик Д.Л., Лясога О.М., Кричківський В.Й.* Методика кодування гвинтових профілів // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства Мінагрополітики України. – Харків: Вмд. відділ ХДТУСГ. – 2005. – Вип. 42. – С. 73–79.
4. *Гупка Б.В.* Технологічне забезпечення виготовлення заготовок дискового копача // Наукові нотатки. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ. – 2005. – Вип. 16. – С. 54–58.

ВАСИЛЬКІВ Василь Васильович – кандидат технічних наук, старший викладач Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

ГУПКА Василь Васильович – інженер Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

КАЗЮКА Ігор Євгенович – аспірант Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

Подано 17.11.2006