

УДК 621.81.001.66(075.8)

ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ КОМБІНОВАНИХ ШНЕКОВИХ ЗАГОТОВОК ІЗ СЕКЦІЙНИХ ТА СЕКЦІЙНО-ЗВАРНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

Васильків В.В., к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Описано узагальнений технологічний маршрут і класифікацію способів виготовлення комбінованих шнекових заготовок із штампованих секційних і секційно-зварних гвинтових заготовок.

У сучасних транспортно-технологічних системах широко використовують деталі типу шнеків. Вони бувають цільними, коли витки виконані за одне ціле з валом, спіральними – у вигляді гнучких спіралей, та складеними, коли спіральні неперервні або секторні елементи закріплені на опорних елементах - валах. Зазначені деталі виготовляють з комбінованих шнекових заготовок (КШЗ), які одержують із секційних (СГЗ) або секційно-зварних (СЗГЗ) гвинтових заготовок.

Однак у сучасній літературі відсутні класифікація багатоваріантної структури способів виготовлення КШЗ зі згаданих заготовок. Це ускладнює вибір ефективних технологічних процесів (ТП) виготовлення згаданих виробів. Тому метою роботи є розробка узагальненого ТП та класифікації способів виготовлення КШЗ із СГЗ і СЗГЗ.

В залежності від функціонального призначення КШЗ можливі різні варіанти ТП її виготовлення. Однак можна виділити структуру узагальненого технологічного маршруту, унікальність операції у якому визначається рядом характеристик. Спільність характеристики процесу та його результату для ряду операцій дозволила їх об'єднати в однакові групи. Однією із таких характеристик є означення процесу змінного в часі. На основі використання мережі Петрі узагальнений ТП виготовлення КШЗ можна описати структурною формулою

$$\begin{aligned}
 & PZ316_i^0 \xrightarrow{PA325_i^0} PZ326_i^0 \xrightarrow{PA345_i^0} PZ346_i^0 \longrightarrow PA415_i^0 \xrightarrow{PZ416_i^0} PA425_i^0 \\
 & \xrightarrow{PZ426_i^0} PA465_i^0 \xrightarrow{PZ466_i^0} PA475_i^0 \xrightarrow{PZ476_i^0} PA485_i^0 \xrightarrow{PZ486_i^0} PA495_i^0 \\
 & \xrightarrow{PZ496_i^0} PA505_i^0 \xrightarrow{PZ506_i^0} PA515_i^0 \xrightarrow{PZ516_i^0} PA525_i^0 \xrightarrow{PZ526_i^0} PA525_i^0 \\
 & \xrightarrow{PZ536_i^0} \boxed{PA535_i^0}
 \end{aligned} \tag{1}$$

$PA325_i^0, PA345_i^0, \dots$ - переходи у мережі Петрі, які являють собою групи технологічних операцій бази даних, які забезпечують одержання $PZ326_i^0, PZ346_i^0, \dots$ - тобто групи конструктивно подібних заготовок (таблиця 1), розміщених також у базі даних.

Таблиця 1 – Основні стани і переходи мережі Петрі, які описують узагальнений ТП виготовлення гвинтових і шнекових заготовок

Позначення переходу	Опис переходу	Позначення стану	Опис стану
		$PZ316_i^0 1_0$	Секційна ГЗ із обробленими кінцями
$PA325_i^0 1_0$	Зміцнення СГЗ	$PZ326_i^0 1_0$	Одержана СГЗ із наплавленим шаром
$PA345_i^0 1_0$	Формування початкової багатовиткової ГЗ, наприклад СЗГЗ із закритою навивкою (зварювання встик СГЗ із кроком рівним товщині витка)	$PZ346_i^0 1_0$	Одержана початкова СГЗ із закритою навивкою (наприклад, СЗГЗ)
$PA415_i^0 1_0$	Формування початкової багатовиткової ГЗ із відкритою навивкою витків	$PZ416_i^0 1_0$	Одержана початкова багатовиткова ГЗ із відкритою навивкою витків
$PA425_i^0 1_0$	Формування кінцевої багатовиткової ГЗ із відкритою навивкою витків	$PZ426_i^0 1_0$	Одержана кінцева багатовиткова ГЗ із відкритою навивкою витків
$PA465_i^0 1_0$	Формування початкової КШЗ із гвинтовими спіралями із відкритою навивкою витків	$PZ466_i^0 1_0$	Одержана початкова КШЗ із відкритою навивкою витків
$PA475_i^0 1_0$	Обробка кінців спіралі КШЗ із відкритою навивкою витків (обрізають кінцеві ділянки в місцях кріплення у затискачах).	$PZ476_i^0 1_0$	Одержана КШЗ із обробленими кінцями та відкритою навивкою витків
$PA485_i^0 1_0$	Механічне оброблення поверхонь початкової КШЗ із відкритою навивкою витків	$PZ486_i^0 1_0$	Одержана КШЗ із обробленими поверхнями
$PA495_i^0 1_0$	Формування кінцевої КШЗ із відкритою навивкою витків	$PZ496_i^0 1_0$	Одержана КШЗ із відкритою навивкою витків
$PA505_i^0 1_0$	Механічне оброблення поверхонь витків кінцевої КШЗ із відкритою навивкою витків	$PZ506_i^0 1_0$	Одержана КШЗ із обробленими поверхнями витків з відкритою навивкою
$PA515_i^0 1_0$	Зміцнення кінцевої КШЗ із гвинтовими спіралями із відкритою навивкою витків	$PZ516_i^0 1_0$	Одержана КШЗ із зміцненими поверхнями та відкритою навивкою витків
$PA525_i^0 1_0$	Механічна обробка поверхонь КШЗ із відкритою навивкою витків	$PZ526_i^0 1_0$	Одержана КШЗ з наплавленими і механічно обробленими крайками витків

У наведених позначеннях цифра після символу "PA" позначає порядковий номер технологічної операції у структурі узагальненого ТП. Індекс "i" – позначає конкретний варіант реалізації операції або конструкцію заготовки відповідної групи операцій або заготовок.

На основі використання наведеного кодування на рисунку 1 наведено

технологічну схему одного із способу виготовлення КШЗ.

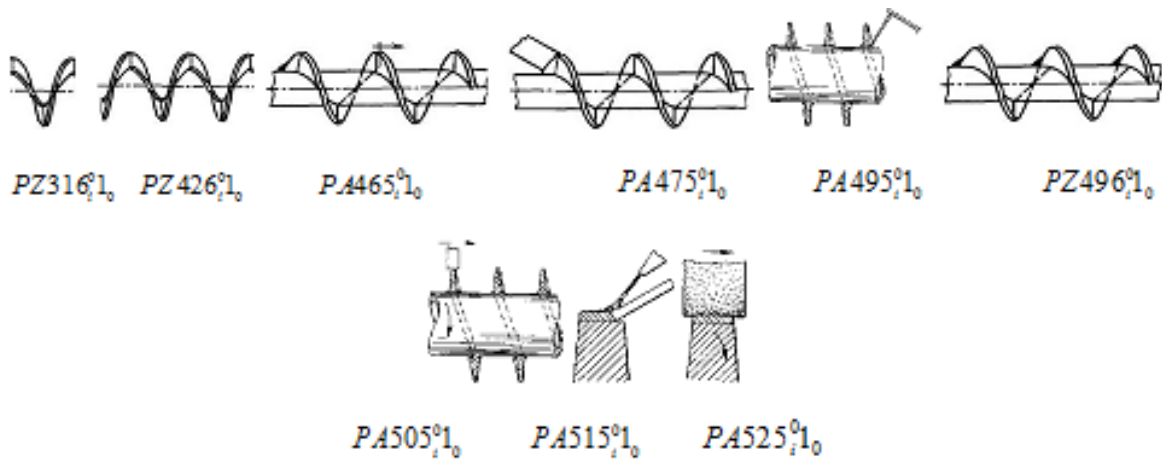


Рисунок 1 – Технологічна схема виготовлення КШЗ

Із формули (1) можна записати структурні формули основних операцій та способів виготовлення КШЗ.

Кожний із станів та переходів мережі Петрі характеризується рядом властивостей (характеристик) $PZL_n^0(\xi)_i$ та $PAJ_m^0(\xi)_i$, які мають ієрархічну структуру. У наведених позначеннях L, J - порядкові номери груп заготовок та груп операцій, n, m - номери властивостей, i - номер варіанту властивості, ξ - змінна позначення коду конкретного варіанту операції чи заготовки. На основі використання такого підходу розроблена класифікація способів виготовлення КШЗ, яка представлена на рис. 2.

Основною операцією виготовлення КШЗ є комбінована операція формування, встановлення і закріплення багатовиткової ГЗ на валу. Часто її реалізують за допомогою вилкових, гребінкових та пальцевих пристроїв (рис. 3 а-в, тут і далі позначено: 1, 2 – елементи технологічного пристосування, 4 – опорний елемент, 5 – механізм зварювання, 6 – некалібрована ГЗ, 7 – спіраль КШЗ, 8 - сегмент). Особливістю таких технологій є відсутність необхідності у використанні спеціального оснащення для кожного типорозміру КШЗ, та можливість виготовлення таких виробів зі змінним кроком. У виробництві найчастіше використовують дві групи способів. Перший ґрунтується на тому, що спочатку кільцеві секторні заготовки зварюють прямолінійними ділянками до утворення СЗГЗ, яку потім піддають калібруванню, встановлюють на вал та приварюють. У другій групі способів здійснюють почергове приварювання кільцевих секторних заготовок або СГЗ з одночасним калібруванням на крок та приварюванням до валу.

Для підвищення точності і жорсткості ГЗ фірма "AGROMAT KFT" (Угорщина) впровадила у виробництво технологію калібрування на крок, шляхом вальцювання витків у спеціальному пристосуванні (рис. 2 г). В результаті цього змінюється профіль поперечного перерізу витка. Також відоме технічне рішення, які передбачає калібрування встановленої на валу СЗГЗ з

одночасним вальцюванням та зварюванням з таким валом (Пат. Росії №U2115502). Процес калібрування на крок часто суміщають з операцією утворення посадки з натягом ГЗ на опорній поверхні (за внутрішньою або зовнішньою крайкою витка). Це реалізується шляхом осьового стискування витків, встановлення опорного елемента та розтискання спіралі з одночасним калібруванням на крок (а.с. СРСР №№ 804053, 878401, 903040) (рис. 3 д).

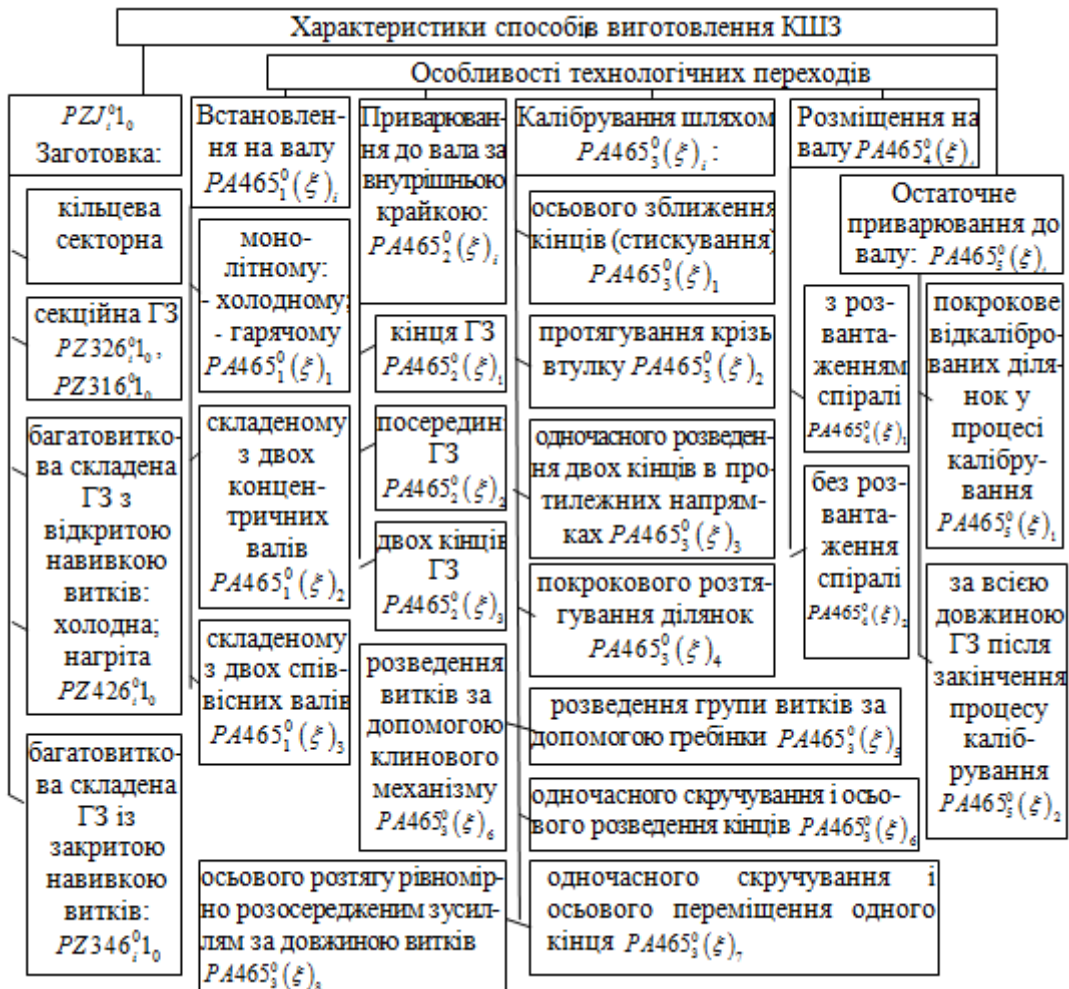


Рисунок 2 – Класифікація способів виготовлення КШЗ

В одиничному виробництві часто використовують схеми вільного калібрування на крок СЗГЗ, складених із СГЗ. Для цього спочатку складають відкалібровані СГЗ або кільцеві секторні заготовки в пакет і по торцях зварюють в безперервну стрічку, до утворення багатовиткової проміжної ГЗ відповідно із відкритою або закритою навивками. Цю спіраль встановлюють на валу і її початок зварюють з валом. Калібрування здійснюють за різними схемами (рис. 3 е-і). Наприклад, до крайнього витка приварюють направляюче кільце із вузлом для троса діаметром 18-20мм, зачіплюють за згадане кільце трос або захватами за крайній (рис. 3 и-і) або відповідний виток (рис. 3 є) і за допомогою силових механізмів розтягують СЗГЗ до щільної посадки витків на попередньо змащеному валу. Для цього використовують візки з гідравлічним приводом, кранове обладнання. Найпростішим випадком є використання

довгомірного каркасу, виготовленого із кутників. З однієї сторони такого каркасу розміщують упор, а з іншої – силовий механізм, наприклад, лебідку. На каркасі жорстко закріплюють вал із нанесеною на ньому розміткою. При виготовленні довгомірних КШЗ довжиною понад 8 м, використовують зварений з кутників 32х32мм каркас у вигляді стріли крана. З однієї сторони розміщують упор, з іншої – лебідка (двигун 10-12 кВт).

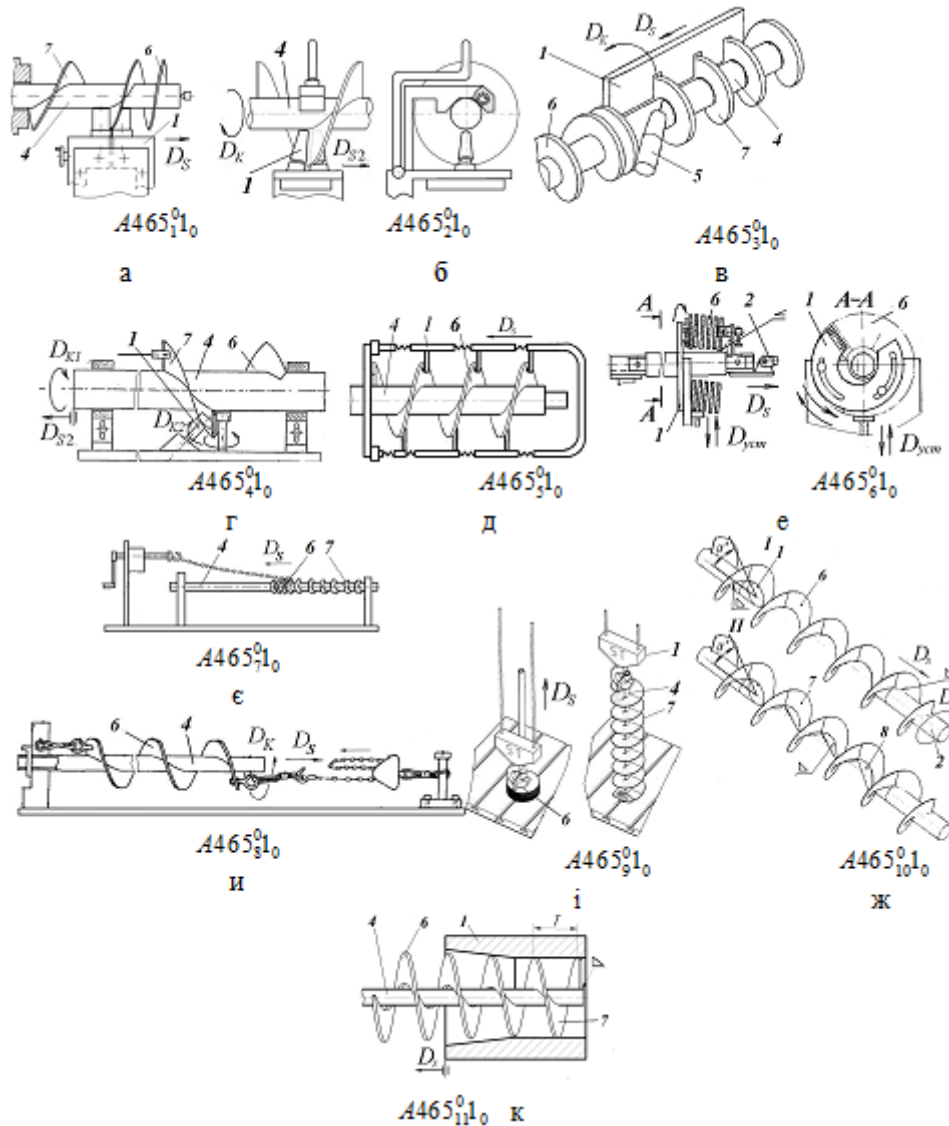


Рисунок 3 – Схеми формоутворення КШЗ із СГЗ та СЗГЗ: а – автор Вуколов В.Н. (Пат. №RU2287391); б – автори - Макаліш А.М. і Горемикін В.П. (а.с. СРСР №609567); в – фірми “Mitsubishi heavy ind LTD” (Японія); г – фірми “Agromat KFT” (Угорщина); д – автори Погожаєв Ю.І., Жуков А.І. та ін. (а.с. СРСР №903040); е – автори – Бубнов В.Н. та ін. (а.с. СРСР №459282); ж – винахідник - Ремик Ф.В. (Україна); и - фірми “Mitsubishi motors corp” (Японія); і – “Техінмаш” (Україна); ж - автори - Гвоздов Д.А. і Гордєєв В.В. (Пат. RU2007136443); к - автори - Тухватуллі С.Г. та ін. (а.с. СРСР №№1657253, 1569048)

В одиничному виробництві для виготовлення ГЗ довжиною до 1,5м

взамін каркасу використовують двотавр. Однак при розтягуванні ГЗ довжиною більше 2 м. заготовка втрачає стійкість. Тому часто ГЗ розтягують послідовно по секціях. Стальним загостреним молоточком коректують крок витків на валу, а потім послідовно, починаючи з першого, зварюють кожний виток з валом.

Підвищення точності одержуваних КШЗ можна досягнути шляхом приварювання до валу СЗГЗ по середині її довжини з наступним покроковим розтягуванням і приварюванням спіралі, розміщеної по обидва боки від місця початкового приварювання.

Калібрування здійснюють також шляхом протягування СЗГЗ крізь гладкі втулки з циліндричними суцільними або дискретними робочими поверхнями. Наприклад, обтискання та розтяг при калібруванні на крок забезпечує конструкція пристрою, яка представлена на рис. 3 к. При переміщенні втулки 1 вздовж осі вала 4 витки 6 поступово входять у конічну ділянку і обтискаються циліндричною ділянкою. Це забезпечує їх щільне прилягання до валу 1 і розтягування на необхідний крок. По мірі калібрування спіраль приварюють до валу.

Спосіб виготовлення КШЗ, що схематично представлений на рис. 3 ж здійснюють шляхом встановлення на валу СЗГЗ, приварювання крайніх кінців спіралі до валу. Потім за першим витком розрізають вал під кутом, рівним куту підйому спіралі, і повертають його на 180° , після чого періодично переміщують вал в поздовжньому напрямку на величину T кроку витка спіралі для подальшого приварювання до внутрішніх поверхонь витків попередньо вигнутих сегментів.

Висновки. Описано узагальнений технологічний процес і класифікацію способів виготовлення КШЗ з штампованих секційних і секційно-зварних гвинтових заготовок, що може використовуватись при вирішенні задач вибору ефективних технологій виготовлення таких виробів.

Аннотація

Технологии изготовления комбинированных шнековых заготовок из секционных и секционно-сварных винтовых заготовок

Васильків В.В.

Описаны обобщенный технологический маршрут и классификация способов изготовления комбинированных шнековых заготовок из штампованных секционных и секционно-сварных винтовых заготовок.

Abstract

Technology manufacturing combined screw blanks made of welded screw section and section-welded screw blanks

V. Vasylykiv

The generalized technological route and classification methods for manufacturing combined screw blanks from stamped section and section-welded screw blanks are described.