

УДК 621.81.001.66(075.8)

М.І. Пилипець д-р техн. наук, проф., В.В. Васильків канд. техн. наук, В.В. Бобрик
ТНТУ ім. Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна
Тел. 0352 25-74-54, +380686222107; E-mail: pylypets@tstu.edu.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗУСИЛЬ ФОРМОВКИ СЕКЦІЙНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

Робота присвячена питанням підвищення ефективності виготовлення секційних гвинтових заготовок спеціальної форми за рахунок обґрунтованого вибору раціональних параметрів конструкцій початкових плоских секторних заготовок з прорізами. Наведено результати дослідження впливу геометричних параметрів кільцевих секторних заготовок з урахуванням температури їх нагрівання, мастильних матеріалів на зусилля процесу формоутворення і конструктивні параметри таких секційних гвинтових заготовок.

Ключові слова: секційна гвинтова заготовка, формовка, кільцева секторна заготовка.

Вступ

У сучасному машинобудуванні широко використовують деталі машин типу шнеків, які одержують із секційних гвинтових заготовок (СГЗ). Виготовлення таких деталей здійснюють шляхом вирізування або вирубування з листового прокату початкових заготовок, виконаних у вигляді плоских кільцевих секторних заготовок (КСЗ). Такі заготовки є розгортками витків на площину. Потім здійснюють формування крокових спіралей (надають їм форму витка) у штампі, або за допомогою спеціальних пристосувань до утворення СГЗ з наступним зварюванням витків один з одним до утворення багатовиткових гвинтових заготовок. Далі здійснюють їх приварювання по внутрішній або зовнішній кромках до опорних елементів [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розробці та дослідженню технологій виготовлення СГЗ присвячені праці Бродського І.Л., А.В. Кравченка, Вернікова Р.М., Гергета О.Д., Медведєва В.С., Маковкіна А.Ф., Гевка Б.М., Пилипаки С.Ф., Р.М. Рогатинського, Балдіної Є.М., Рябінова Д.Л., Гєрвасьєва А. М., Моти́ко А.С., Желєзкова В.Н., Данієля Бен-Натана, Kamegawa Masayasu, Sasaki Shinji та ін. вчених [1-4]. Незважаючи на значну кількість наукових праць, відсутні рекомендації щодо виготовлення ширококутових СГЗ, які характеризуються відношенням кроку витка до зовнішнього діаметру $T/D > 1,6$ і питомою висотою (відношенням ширини витка B до його товщини H) понад 100 од. Через складність центрування та фіксації КСЗ у процесі її розтягування на значний крок спостерігається спотворення форми і розмірів витка. Ефективним технічним рішенням є формовка ширококутових СГЗ із КСЗ з виконаними на них прорізами спеціальної форми зі сторони внутрішньої кромки.

Метою дослідження є дослідження впливу форми та геометричних параметрів КСЗ на зусилля деформації у процесі виготовлення ширококутових СГЗ з виконаними на них прорізами різної конструктивної форми.

Основні результати дослідження

Проводили дослідження процесу формування СГЗ із КСЗ різної конструктивної форми (рис. 1 і 2). Зі сторони внутрішньої кромки на таких заготовках були виконані

прорізі висотою B_n і шириною 4мм. При цьому використовували заготовки із висотою прорізів, рівною 0,25 B , 0,5 B , 0,75 B . Радіус R_c скруглення циклоїдної прорізі становив 0,5 B_n мм. Такі КСЗ одержували способом повітряно-плазмового різання з листового прокату.

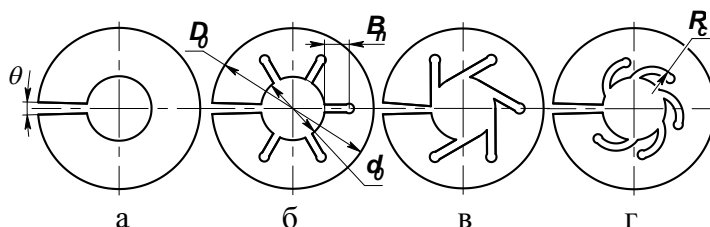


Рис. 1. Варіанти відомих конструкцій КСЗ: а – без прорізів, б – з радіальними прорізами, в – з тангенціальними прорізами, г – з циклоїдними прорізами

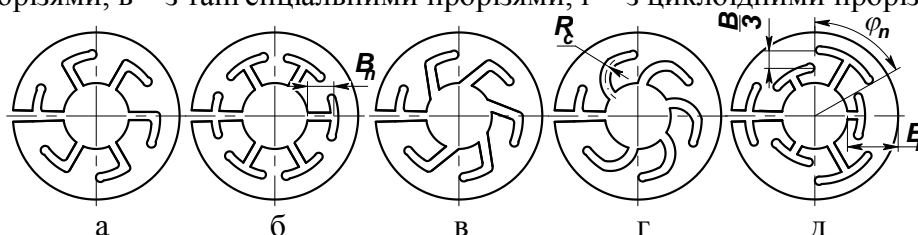


Рис. 2. Варіанти синтезованих конструкцій КСЗ з: а – радіальними Г-подібними, б – радіальними Г-подібними, в – тангенціальними Г-подібними, г – циклоїдними Г-подібними, д – радіальними Г-подібними ступінчастими прорізами спеціальної форми

Для одержання СГЗ, яка характеризується такими параметрами: внутрішній діаметр $d = 60$ мм; зовнішній діаметр $D = 190$ мм; крок $T = 150$ мм, товщина витка $h = 4$ мм, використовували КСЗ із зовнішнім діаметром $D_0=216$ мм, внутрішнім діаметром $d_0=86$ мм, та кутом вирізки $\theta=40^\circ$.

Обладнання - однокривошипний прес КБ5538 подвійної дії зусиллям 6,3 МН з ходом повзуна 200 мм та спеціальна установка (рис.3). В якості мастила використовували водографітову мастильно-охолоджуючу суспензію Графітол-В.

Для цього КСЗ зі сталей 20 та 12Х18Н9Т нагрівали до температури 900 С. Заготовки розміщували в штампі між пуансоном та матрицею, оснащеними гвинтовими робочими поверхнями (рис.3). Деформування

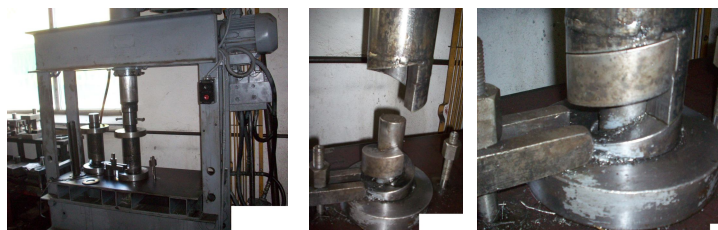


Рис. 3. Загальний вигляд експериментальної устави

здійснювалось в процесі зближення та змикання робочих поверхнь інструментів за товщиною заготовки.

Здійснювали дослідження величини зусилля деформації від величини зміщення пуансону і кількості радіальних прорізів для різних конструктивних варіантів кільцевих секторних заготовок.

Із рис. 4-6 бачимо, що основний етап деформації, який характеризується максимальними зусиллями, починається на відстані (0,8-0,9) T робочого ходу інструменту. Саме на початку такого етапу можливе спотворення форми внаслідок зсуву заготовки. Тому деформацію доцільно здійснювати за два етапи: на першому етапі після ходу пуансона на ? витка, повертають пуансон у вихідне положення та повертають

заготовку з наступним остаточним деформуванням такої заготовки.

Деформація КСЗ зі сталі 20 характеризується на 56-65% меншими максимальними зусиллями ніж зі сталі 12Х18Н9Т.

Використання КСЗ із радіальними прорізами забезпечує відсутність екстремальних змін зусилля деформації на всьому етапі процесу формоутворення при $B_n = 0,25B$.

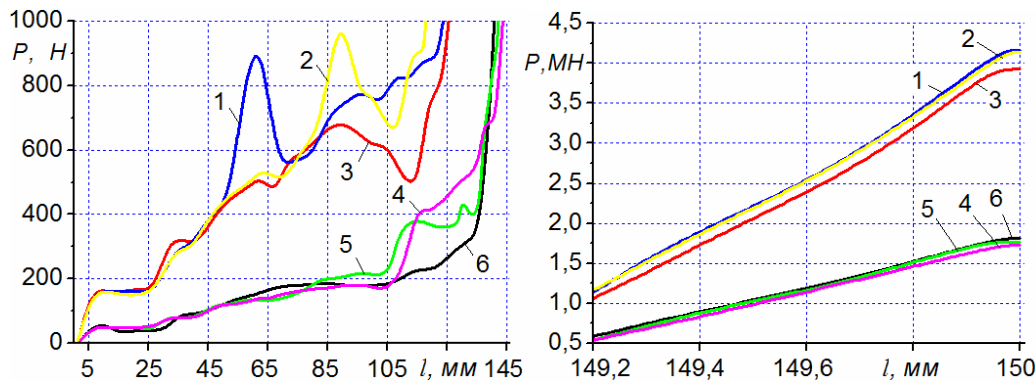


Рис. 4. Залежність затраченого зусилля деформації КСЗ зі сталі 12Х18Н9Т (поз. 1-3) та сталі 20 (поз. 4-6) із тангенціальними (поз. 1, 5), циклоїдними (поз. 2, 4) та радіальними прорізами (поз. 3, 6) при $B_n = 0,25B$ від величини переміщення рухомої частини інструменту

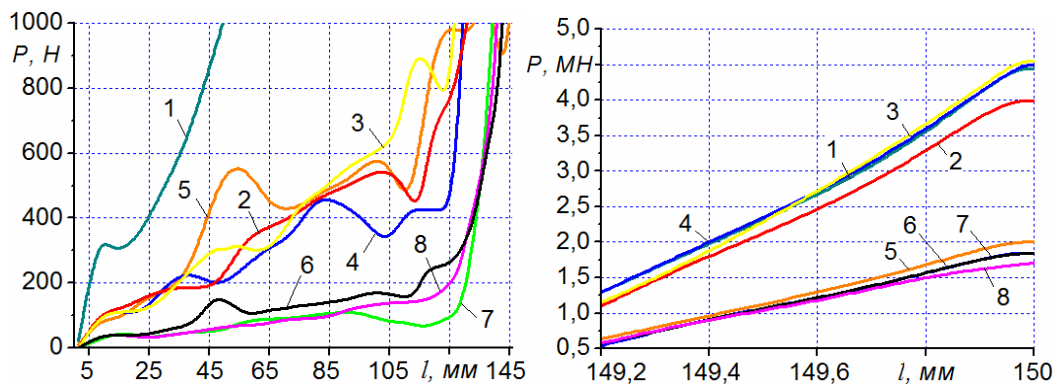


Рис. 5. Залежність затраченого зусилля деформації КСЗ зі сталі 12Х18Н9Т (поз. 1-4) та сталі 20 (поз. 5-8) із тангенціальними (поз. 2, 7), циклоїдними (поз. 3, 8) та радіальними прорізами (поз. 4, 6) при $B_n = 0,5B$ та суцільної форми без прорізів (поз. 1, 5) від величини переміщення рухомої частини інструменту

Виконання прорізів зі сторони внутрішньої крайки заготовки значно впливає на зусилля деформації. Однак форма прорізів визначає динаміку екстремальних змін зусилля деформування, що визначає на дефектність одержаних СГЗ. Нестабільність процесу характерна для заготовок із тангенціальними і циклоїдними прорізами. Це зумовлено накладанням ділянок заготовки в зоні розміщення прорізів та наявністю зон руйнування заготовки в місцях концентраторів напружень.

Збільшення висоти прорізів у радіальному напрямку із $0,25B$ до $0,5B$ спричиняє до зменшення зусилля деформації на 30% для усіх видів таких заготовок. При цьому, зусилля деформації суцільної заготовки у 3 рази більші ніж заготовок з прорізами. Збільшення висоти прорізів у радіальному напрямку до $0,75B$ супроводжується подальшим зменшенням зусилля деформації, однак зростає ступінь спотворення форми

та руйнування гвинтової поверхні. Зокрема у заготовках із радіальними прорізами спостерігається скручування матеріалу в місцях прорізів, у заготовках з тангенціальними прорізами - спотворення гвинтової лінії крайок витка, у заготовок із циклоїдними прорізами - накладання та змінання матеріалу у зонах прорізів.

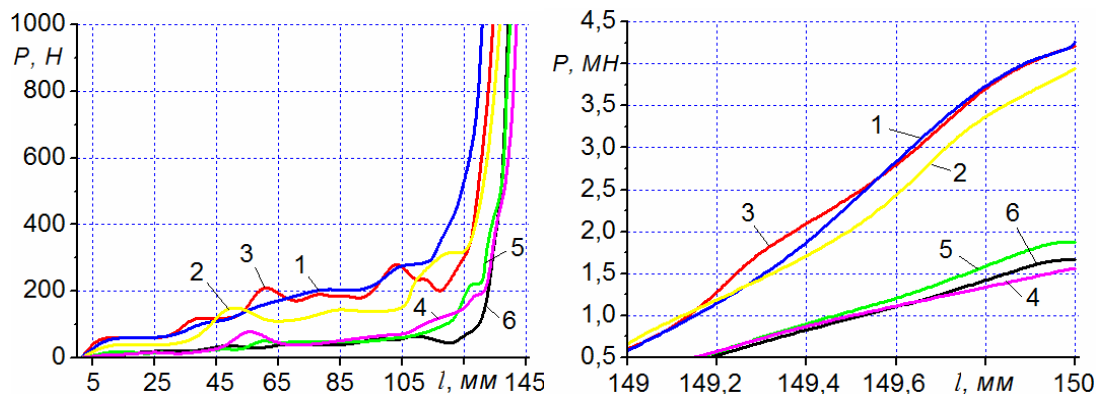


Рис. 6. Залежність затраченого зусилля деформації КСЗ зі сталі 12Х18Н9Т (поз. 1-3) та сталі 20 (поз. 4-6) із тангенціальними (поз. 1, 5), циклоїдними (поз. 2, 4) та радіальними прорізами (поз. 3, 6) при $B_n = 0.75B$ від величини переміщення рухомої частини інструменту

Спільним для усіх видів КСЗ із прорізами є зменшення зусилля деформації при збільшенні кількості прорізів. Наприклад, збільшення на заготовці кількості радіальних прорізів із 4 до 12 призводить до зменшення зусилля на 16% (рис. 7). З урахуванням викладеного для виготовлення СГЗ зі значною шириною витків при $T/D > 1,6$ синтезовано ряд нових конструкцій КСЗ (рис. 2).

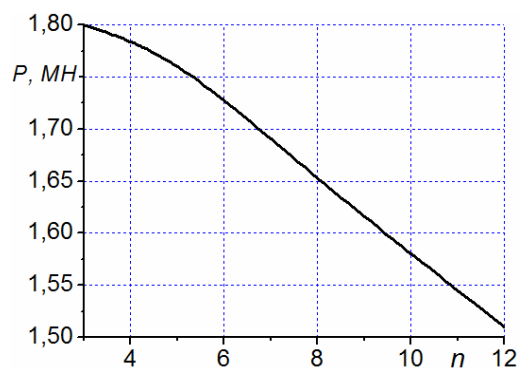


Рис. 7. Залежність максимального зусилля деформації при формуванні СГЗ від кількості радіальних прорізів на КСЗ

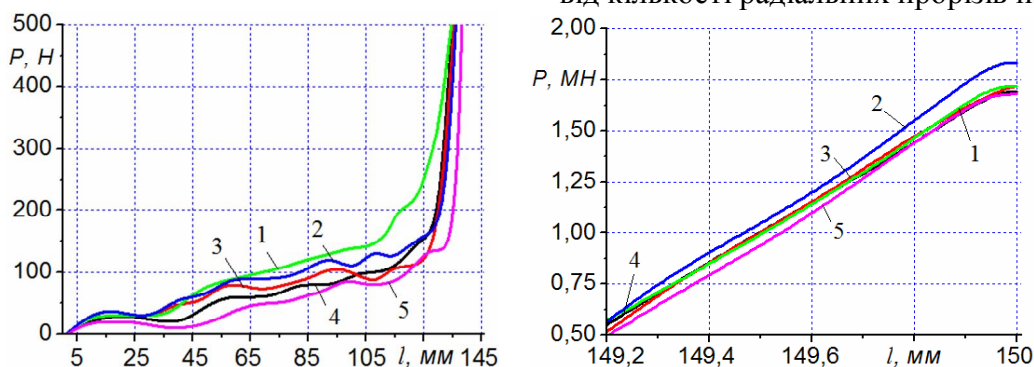


Рис. 8. Залежність затраченого зусилля деформації КСЗ зі сталі 20 із тангенціальними Г-подібними (поз. 1), радіальними Г-подібними (поз. 2), радіальними Т-подібними (поз. 3), циклоїдними Г-подібними (поз. 4) та зі змінною висотою радіальними Т-

подібними (поз. 5) прорізами при $V_n = 0.25V$ від величини переміщення рухомої частини інструменту

Процес утворення таких СГЗ характеризується незначною динамікою екстремальних змін зусилля деформування (див рис. 3 і 8) та на 12-16% меншим зусиллям деформації на довжині $0,8T$ робочого ходу пуансона. Причому найстабільнішими умовами деформації відзначається спосіб використання КСЗ із Т-подібними прорізами по чергово змінної висоти та різницею між двома суміжними прорізами яка не перевищує граничну величину, що дорівнює третині ширини витка (рис. 9).



Рис. 9. Загальний вигляд СГЗ з Т-подібними прорізами

Висновки

На основі проведених досліджень виявлено закономірності впливу геометричних параметрів КСЗ з прорізами на зусилля процесу формоутворення та конструктивні параметри СГЗ, які одержують методом формовки в штампі. Одержані результати дозволили рекомендувати нові види КСЗ, використання яких забезпечує зменшення енергозатрат та одержання якісних заготовок спеціальної форми із $T/D > 1,6$ і $V/H > 100$ од.

Список літератури:

1. Пилипець М.І. Проектування секційних гвинтових заготовок: монографія / М.І. Пилипець, В.В. Васильків. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ ім. І. Пулюя, 2013. – 180 с.
2. Васильків В.В. Технології виготовлення секційних гвинтових заготовок // В.В. Васильків // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: Зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету. – 2012. – Ч. 2, Вип. 25. – С. 334-342.
3. Медведєв В.С. Технология изготовления лопастей шнеков штамповкой / В.С. Медведєв, Разиньков Н.А. / Вестник НТУ «ХПИ». Темат. выпуск «Новые решения в современных технологиях». – 2011. - №42. – С. 147-153.
4. Гевко Б.М. Технология изготовления спиралей шнеков / Б.М. Гевко. - Львов: Вища школа; Изд-во при Львовском гос. ун-те, 1986. – 128 с.

Надійшла до редакції 31.01.2014

М.І. Пилипець, В.В. Васильків, В.В. Бобрик

ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИЯ ФОРМОВКИ СЕКЦИОННЫХ ВИНТОВЫХ ЗАГОТОВОК

Работа посвящена вопросам повышения эффективности изготовления секционных винтовых заготовок специальной формы за счет обоснованного выбора рациональных параметров конструкций начальных плоских секторных заготовок с прорезями. Приведены результаты исследования влияния геометрических параметров кольцевых секторных заготовок с учетом температуры их нагрева, смазочных материалов на усилие процесса формообразования и конструктивные параметры таких секционных винтовых заготовок.

Ключевые слова: секционная винтовая заготовка, формовка, начальная кольцевая секторная плоская заготовка.

M.I. Pilypec, V.V. Vasykiv, V.V. Bobryk

EFFORTS OF SECTION SCREW FLIGHTS FORMING

The article deals with the problems of effective increase in shaping of machine part of sectional screw flights specially shaped due to the choice of rational parameters of designs of primary flat sector blanks with slots.

The results of the investigation of the influence of geometrical parameters of primary sector flat blanks (taking into account the temperature of heating, lubricants) on force characteristics of the process of shaping and design parameters of such section screw flights were described.

Keywords: sectional screw flight, forming, primary sector ring flat blank.