

УДК 621.81

**А.П. Драган**  
**РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОЗТОЧУВАННЯ**  
**ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК**

*Досліджено технологічний процес розточування центральних отворів гвинтових гофрованих заготовок щільним навиванням виготовлених із Сталей 3 і сталі 08 КП на токарному верстаті 16К20.*

*Встановлені режими різання і виведені регресні залежності сил різання для чорнового і чистового розточування при наступних змінних параметрах: глибина і подача різання, а також швидкість різання, яка повинна бути в межах 150-200 м/хв.*

*Ключові слова: гофровані гвинтові заготовки, розточування, технологічний процес.*

*Рис. 5. Форм. 2. Літ. 5.*

**А.П. Драган**  
**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАСТОЧКИ ВИНТОВЫХ**  
**ГОФРИРОВАННЫХ ЗАГОТОВОК**

*Исследован технологический процесс растачивания центральных отверстий винтовых гофрированных заготовок плотной навивкой изготовленных из стали 3 и стали 08 КП на токарном станке 16К20.*

*Установленные режимы резания и выведены регрессные зависимости сил резания для чорнового и чистового растачивания при следующих переменных параметрах: глубина и подача резания, а также скорость резания, которая должна быть в пределах 150-200 м/мин.*

**A.P. Dragan**  
**RESULTS OF EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF SCREW CRIMPED BLANKS**  
**BORING**

*Boring process of screw tight blanks central holes corrugated blanks made of steel 3 and steel 08 BL on a lathe 16K20 was investigated.*

*Set to cut and depending recourse cutting forces for rough and finish boring with the following variables: depth of cut and feed and cutting speed, which should be within 150-200 m / min, were selected.*

**Умовні позначення:**

$C_{pz}$  – коефіцієнт, який залежить від ширини заготовки;

$K_z$  – коефіцієнт, який залежить від товщини заготовки по внутрішньому ребру;

$K_{напр}$  – коефіцієнт, що залежить від напрямку подачі різця;

$K_{знош}$  – коефіцієнт, який враховує зношування різця,  $K_{знош} = 0,85$ ;

$x_1, x'_1$  – відповідно подача різання для чорнового і чистового розточування заготовки, мм/об;

$x_2, x'_2$  – відповідно швидкість різання для чорнового і чистового розточування заготовки, м/хв.;

$x_3, x'_3$  – відповідно глибина різання для чорнового і чистового розточування заготовки, мм.

**Постановка проблеми:** Для підвищення точності шнекових механізмів необхідна висока точність виготовлення витків спіралі. Відхилення від неточності виготовлення витків деталі є наслідком впливу ряду факторів, до яких можна віднести неоднорідність матеріалу вихідної стрічки, із якої навивають спіраль, неоднорідну шорсткість витків стрічки, коливання сил притискування стрічки в процесі навивання, тощо.

**Аналіз результатів досліджень:** Дослідженнями різних технологічних процесів гвинтових механізмів машин різного службового призначення присвячені праці Косілової А.Г. і Сухова М.Ф. [1], Гевко Б.М. [2], Пилипця М.І. [3], та багато інших. Однак питання виготовлення гвинтових гофрованих заготовок (ГГЗ) і особливо якісного розточування їх отворів у заготовках в щільних пакетах потребують подальших досліджень.

**Мета роботи:** Розробити методику проведення експериментальних досліджень з розточування отворів гвинтових гофрованих заготовок і дослідити цей процес з використанням відповідного обладнання і оснащення.

**Основна частина.** Існує три способи підвищення точності виготовлення спіралей шнеків:

- вибір оптимальних режимів оброблення;
- підвищення точності оброблення на попередньому переході, тобто використання високоточного спорядження;
- застосування систем із зворотнім зв'язком, тобто компенсацію зміщень формоутворюючих елементів спорядження шляхом силових і кінематичних впливів.

Розглянемо третій спосіб підвищення точності спіралей шнеків. Відомі методи виготовлення спіралей шнеків дозволяють одержувати діаметральні розміри, що відповідають допускам 12..14 квалітетів точності й кроку з граничною похибкою  $\pm 1$  мм. Підвищити точність за кроком можна калібруванням витків роликними калібрами й розточуванням внутрішнього діаметру.

Під час виготовлення гвинтових гофрованих заготовок на їх внутрішніх діаметрах утворюються нерівності, величина яких залежить від параметрів гофр. Розточування внутрішнього діаметру гвинтових гофрованих заготовок дозволяє покращити якість поверхні внутрішнього ребра та підвищити експлуатаційні характеристики навивних деталей.

Дослідження процесу розточування здійснювали на навивних заготовках із такими параметрами: матеріали – сталі Ст 3 і 08 кп, алюмінієві сплави, діапазон внутрішніх діаметрів – 40-200 мм; товщина стрічки – 0,5-3 мм.

Експерименти проводили на токарному верстаті 16К20. Зусилля заміряли методом тензометрування. Давачі наклеювали на різець зверху й знизу за півмостовою схемою. За допомогою самописця Н-338-1П та підсилювача ТОПАЗ-4-01 здійснювали записи зусиль проточування. Тарування давачів проводили за допомогою важелів у статичному положенні.

Аналіз факторів, що впливають на процес розточування показує, що внаслідок малої товщини й жорсткості шнека розточування необхідно проводити на максимально можливій швидкості з малою подачею та глибиною різання. Глибина різання визначається в основному припуском на оброблення (хоча можливе розточування і за декілька проходів). Небажаним є збільшення глибини різання понад величину товщини шнека, що може призвести до задири, згинання та випучування. З метою покращення процесу розточування рекомендується стиснути шнек у осьовому напрямку до змикання вершин гофр протилежних витків та охопити його по зовнішній поверхні спеціальним затискним пристроєм трубчатої форми.

Під час процесу розточування різець знаходиться у стані постійних ударів, що повторюються із частотою гофрування (до 10-40 ударів за оберт).

Глибина різання  $t$  призначається залежно від вимог точності розмірів і швидкості обробленої поверхні. Для виготовлення шнеків 7-9 квалітетів точності шорсткість поверхонь  $R_z=10-20$  мкм глибина різання  $t=0,4-1,5$  мм. Залежно від товщини краю витка максимальна глибина різання  $t=2$  мм, а величина подачі в межах 0,5-1,5 мм/об.

Експериментальні дослідження свідчать, що швидкість різання повинна мати певні значення, інакше внутрішня гвинтова поверхня може деформуватись. Діапазон значень швидкості різання визначали дослідним шляхом. Так, для досягнення шорсткості поверхні  $R_a 0,125-2,5$  мкм і точності за квалітетами швидкість різання повинна знаходитись в межах 200 м/хв. Із збільшенням товщини гвинтової поверхні більш ніж на 0,5 мм, швидкість можна зменшувати до 90-150 м/хв, але при цьому якість оброблення знижується на один-два порядки.

Силу різання визначено за формулою:

$$P_z = C_{pz} V^{0.15} S^{0.8} t^{0.75} K_z, \quad (1)$$

де  $C_{pz} = 3000$ ,  $K_z = 0.2hK_{напр}K_{знош}$ , (для проточування за напрямком гвинтової лінії  $K_{напр} = 1,1$ ; у випадку проточування в напрямку, протилежному гвинтовій лінії  $K_{напр} = 0,9$ ); Після врахування значень постійних коефіцієнтів визначено силу різання:

$$P_z = 0.2hC_{pz} V^{0.15} S^{0.8} t^{0.75} K_z \quad (2)$$

Розточування проводили різцем, зображеним на рис. 1, кут в плані  $\varphi = 95^\circ$ .

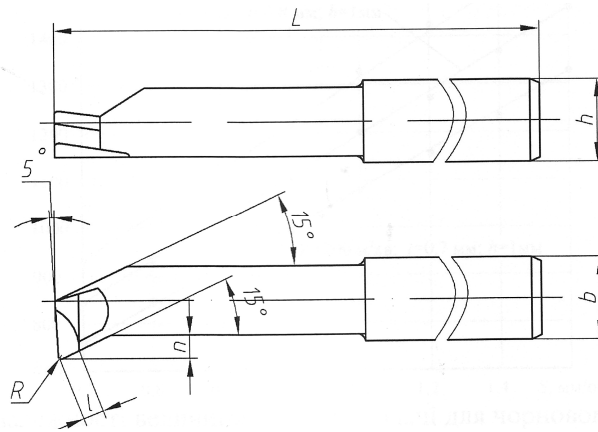


Рис. 1. Розточний різець

Розточування проводили в два етапи. В результаті експериментальних досліджень було отримано наступні графічні залежності.

На рис. 2 зображено графік залежності величини сили різання від подачі для чистового розточування гвинтової гофрованої заготовки з смуги сталі 08 кп товщиною 1 мм із швидкістю різання 200 м/хв і глибиною різання 0,4; 0,5; 0,6 мм.

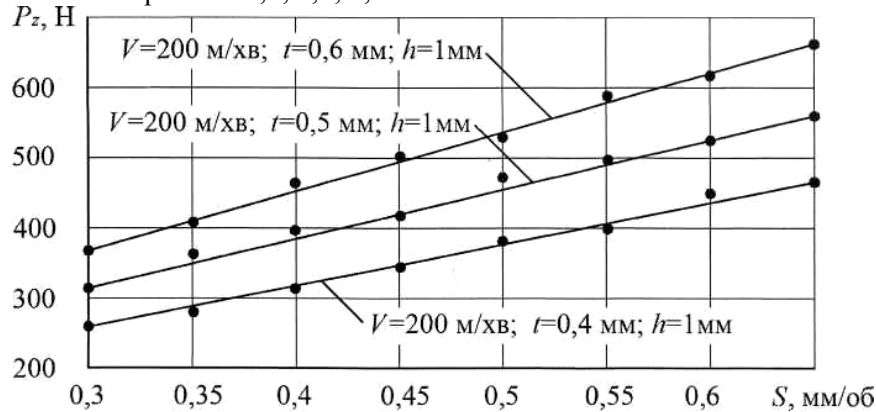


Рис. 2. Графік залежності величини різання від подачі для чистового розточування

На рис. 3 зображено графік залежності величини сили різання від швидкості різання для чистового розточування гвинтової гофрованої заготовки з смуги сталі 08 кп товщиною 1 мм із глибиною різання 0,3 мм і подачею 0,2; 0,3; 0,4 і 0,5 мм/об.

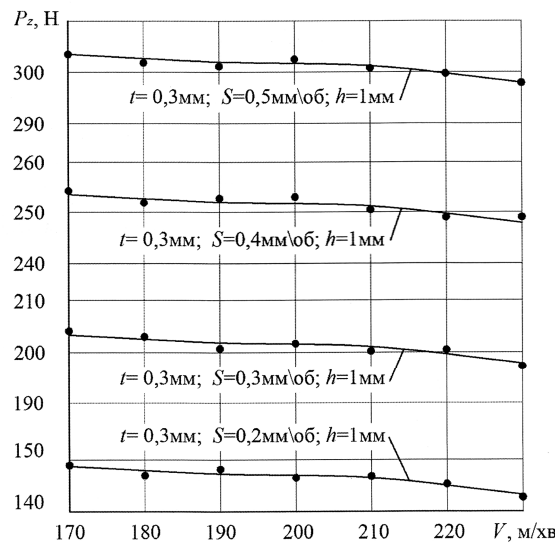


Рис. 3. Графік залежності величини сили різання від швидкості для чистового розточування

На рис. 4 зображено графік залежності величини сили різання від глибини різання для чистового розточування гвинтової гофрованої заготовки з смуги сталі 08 кп товщиною 1мм із подачею 0,6 мм/об і швидкістю різання 180; 200 і 220 м/хв.

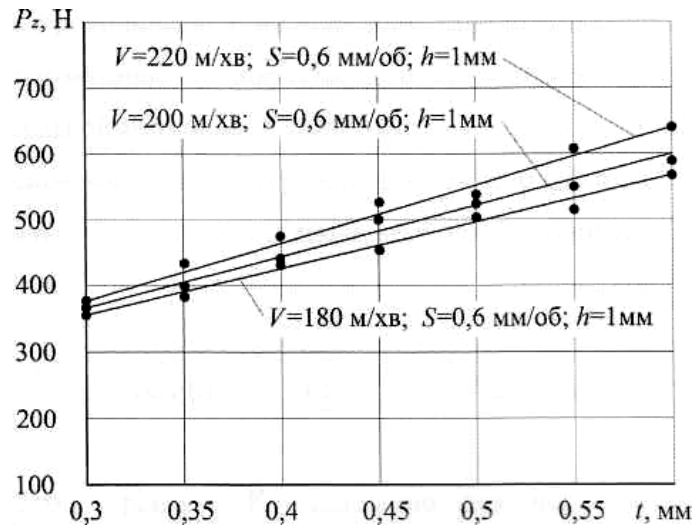


Рис. 4. Графік залежності величини сили різання від глибини різання для чистового розточування

З графіків видно, що сила різання несуттєво змінюється залежно від швидкості різання в діапазоні 170-230 м/хв. Збільшення величини глибини різання і подачі для чорнового і чистового розточування призводить до збільшення сили різання в межах 800-1500 Н і 200-700 Н відповідно.

На рис. 5 зображено графік залежності сили різання від часу для чорнового розточування гвинтової гофрованої заготовки з смуги сталі 08 кп товщиною 1 мм із подачею 1 мм/об і швидкістю різання 200 м/хв.

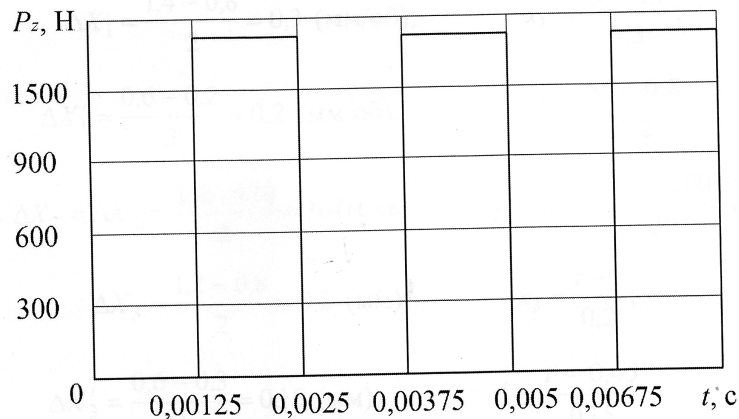


Рис. 5. Графік залежності сили різання від часу

Дослідження проводились з одночасною зміною трьох факторів згідно рандомізованої план-матриці повнофакторного експерименту типу ПФЕ  $3^3$  і відповідно до приведеної методики.

Отримані значення параметру оптимізації кожного експерименту, тобто числові значення сили різання для чорнового та чистового розточування заготовки залежно від зміни факторів – подачі, швидкості та глибини різання заносили у таблиці наведену у додатках В 1, В 2.

Загальний вигляд рівняння регресії залежності сили різання для чорнового  $P_{z1}$  та чистового  $P_{z2}$  розточування заготовки від зміни подачі  $x_1$ , швидкості  $x_2$  та глибини  $x_3$  різання за результатами проведеного ПФЕ  $3^3$  у кодованих величинах визначено:

$$P_{z1} = 1393.5 + 196.4x_1 + 7.2x_2 + 211.9x_3 + 88.4x_1x_2 - 48.4x_1x_3 + 26.3x_2x_3 - 24.4x_1x_2x_3$$

$$P_{z2} = 354.7 + 118x'_1 + 33.6x'_2 + 113.7x'_3 + 7.9x'_1x'_2 + 8.6x'_1x'_3 + 25.6x'_2x'_3 - 10.9x'_1x'_2x'_3$$

Відповідно у натуральних величинах (координатах) рівняння регресії згідно залежностей дорівнює:

$$P_{zi} = b_o + \sum_{i=1}^2 b_i \left( \frac{X_i - X_{io}}{\Delta X} \right)$$

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Досліджено технологічний процес розточування центрального отвору гвинтових гофрованих заготовок щільним навиванням виготовлених із Сталей 3 і сталі 08 КП на токарному верстаті 16К20.

2. Встановлені режими різання і виведені регресні залежності сил різання для чорнового і чистового розточування при наступних змінних параметрах: глибина і подача різання, а також швидкість різання, яка повинна бути в межах 150-200 м/хв.

1. Косилова А.Т., Сухов М.Ф. Технологія производство підйомно-транспортних машин. – М.: Машиностроение, 1982. – 301 с.
2. Гевко Б.М., та інші Технологія сільськогосподарського машинобудування. – К.: Кондор, 2006, – 490 с.
3. Пилипець М.І. Технологія виготовлення та відновлення деталей сільськогосподарських машин. Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні України. Сьомий міжвідомчий науково-технічний збірник НУ «Львівська політехніка».
4. Пилипець М.І. Проектування секційних гвинтових заготовок / М.І. Пилипець, В.В. Васильків. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2013. – 180 с.
5. Пат. № 65124, Україна МПК В21D11/06 Пристрій для виготовлення гофрованих гвинтових заготовок / Драган А. П., заявник і власник патенту Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя. – № u 2003065190 заявл. 05.06.2003р. опубл. 15.03.2004р. Бюл. № 3, 2004 р.

Рецензент: д.т.н., проф., завідувач кафедру «Технології машинобудування та автомобілів» Гевко Богдан Матвійович

Стаття надійшла до редакції 26.09.2013.