

А.Драган; А.Дячун

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ФОРМОУТВОРЕННЯ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК

Наведено методику проведення і результати експериментальних досліджень формоутворення гвинтових гофрованих заготовок із сталі 08кп і алюмінію Д16М за допомогою розробленого пристрою та конічних і прямих зубчастих коліс на верстатах 16К20 і 5А725.

A.Dragan; A.Dyachun

RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES OF SHAPING OF THE SPIRAL CORRUGATED SEMISS

A method is resulted lead through and results of experimental researches making of the spiral corrugated semis from steel of 08kp and aluminum of Д16М by the developed device, and also by conical and direct gear-wheels on machine-tools 16K20 and 5А725.

Умовні позначення

- S – товщина стрічки;
- b – ширина стрічки;
- t – крок гофр;
- P – зусилля гофроутворення;
- P_n – зусилля навивання;
- r – внутрішній радіус спіралі;
- R – зовнішній радіус спіралі;
- m – висота гофра;
- ε_b – відносне видовження матеріалу при розтягу заготовки в момент утворення шийки;
- σ_b – тимчасовий опір розриву;
- α – кут гнуття, що утворюється в результаті переміщення крайньої точки контакту матеріалу;
- P_z, P_g – зусилля гофроутворення відповідно по зовнішньому і внутрішньому діаметру конічних зубчастих коліс;
- t_z, t_g – крок зубів відповідно по зовнішньому і по внутрішньому діаметру конічних зубчастих коліс;
- r_z, r_g – радіуси заокруглень при вершинах зубів відповідно по зовнішньому і по внутрішньому діаметру конічних зубчастих коліс.

Гофровані шнеки широко використовуються в технологічних процесах обробки вільними абразивами, для борботації робочих сумішей, при змішуванні в'язких і сипких матеріалів, при виготовленні абразивних інструментів, у різноманітних сільськогосподарських та транспортних машинах і механізмах, теплообмінниках та ін.

Питанням, що пов'язані з процесом формоутворення гвинтових заготовок, присвячені роботи багатьох авторів [1, 2, 3], однак особливості формоутворення гофрованих гвинтових заготовок розглянуті недостатньо.

Тому метою дослідження є розробка рекомендацій для ефективного технологічного процесу формоутворення гвинтових гофрованих заготовок, який забезпечив би точність, економічність та підвищення продуктивності праці.

Робота виконується в рамках Постанови Кабінету Міністрів України про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки “Новітні та ресурсозберігаючі технології в промисловості, енергетиці та агропромисловому комплексі” на 2002-2006 роки.

Практично гофровані спіралі можна виготовити методами прокатування і навивання на оправу і штампуванням. Враховуючи, що енерговитрати прокатування і штампування в 3...5 разів більші ніж навивання, то рекомендуємо застосовувати навивання.

На зміну конструктивних параметрів гвинтових гофрованих заготовок суттєво впливає технологія їх виготовлення та конструктивні схеми формувальних притискних і подавальних інструментів і роликів. Кожен із способів забезпечує отримання конструктивних параметрів, характерних тільки для даного методу.

Для дослідження технологічного процесу формоутворення гвинтових гофрованих заготовок слід провести комплекс експериментальних досліджень для уточнення конструктивних і технологічних параметрів.

Проведено експериментальні дослідження навивання гвинтових гофрованих заготовок на оправу зі щільним приляганням витків і на крок із сталі 08 кп, і алюмінію Д16М товщиною $S=1...3$ мм, шириною $b=10...80$ мм. Навивали заготовки на токарному верстаті 16К20 і на універсальному контрольно-обкатному верстаті 5А725, частоту обертання шпинделя попередньо встановили в межах $\omega = 1,0...1,5$ с⁻¹. Силу навивання стрічки на оправу заміряли методом тензометрування. Датчики наклеювали на видовжений привід кінця оправу за мостовою схемою. Запис моментів здійснювали самописним пристроєм Н-388-П за допомогою тензометра Топаз 4-01.

Авторами розроблено пристрій для виготовлення гофрованих гвинтових заготовок [5] (пат. № 65124), зображений на рис. 1. Пристрій виконано у вигляді ступінчастої оправу 1 із торцевим виступом 2, який виконано з кроком, що дорівнює товщині заготовки 3 з гофрами. Ступінчата оправу має осьовий паз 4 для закріплення кінця заготовки і привід обертання від шпинделя верстата. Притискування заготовки до торцевого виступу ступінчастої оправу зверху здійснюється притискним роликом 5 з гофрованою поверхнею 6. Притискний ролик центральним отвором встановлений на вісь 7, яка паралельна осі ступінчастої оправу, з можливістю вільного обертання. З правого боку ступінчата оправу переходить у вал 8, на який навивається гвинтова гофрована заготовка 3, а вільний кінець підтискується піноллю задньої бабки 9. Знизу під валом 8 розміщений формуючий ролик 10, який виконано ступінчатим, верхня його ступиця виконана з гофрами по всій висоті, які є аналогічними з гофрами притискного ролика 5. Формуючий ролик 10 з можливістю вільного обертання встановлено на осі, яка перпендикулярна до осі ступінчастої оправу 1 і лежить з нею в одній вертикальній площині, він торцевою поверхнею 11 більшої ступиці є в контакті з ребром заготовки і притискає її до торцевого виступу 2 ступінчастої оправу 1 знизу. Горизонтальне притискування заготовки 3 до ступінчастої оправу 1 здійснюється торцевою гофрованою поверхнею меншої ступиці формуючого ролика 10. Останній встановлено на підшипниковій втулці 12, яка вільно обертається на осі 13, закріпленій у кронштейні 14, який встановлений на супорті верстата 15 з можливістю переміщення паралельно осі ступінчастої оправу з подачею на оберт, що дорівнює товщині заготовки з гофрами. Для підвищення жорсткості пристрою формуючий ролик 10 спирається на кронштейн 14 через прокладку 16 і підшипник 17. Він закритий кожухом 18 для захисту механізму від забруднення.

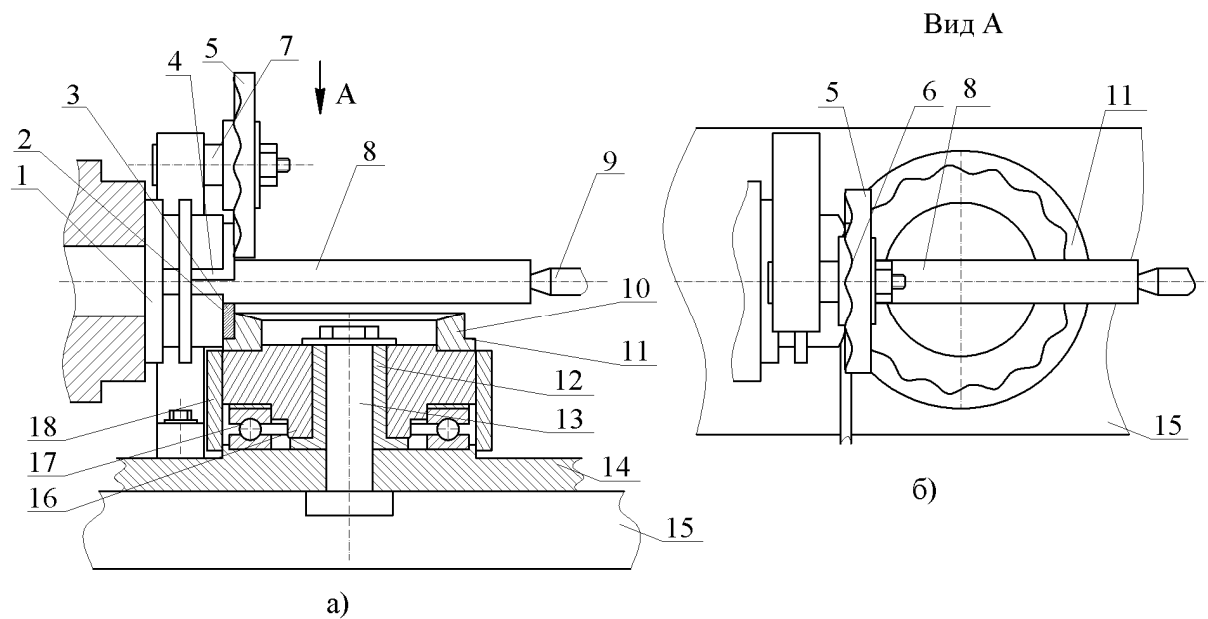


Рисунок 1 - Пристрій для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок: а) загальний вигляд; б) вид А.

Технологічний процес навивання гофрованих гвинтових заготовок здійснюється наступним чином. Формуючий ролик 10 і притискний ролик 5 відводяться з зони формоутворення. Кінець заготовки 3 згинається під кутом 90° і вводиться в паз 4 де фіксується відомими способами. Після цього формуючий ролик 10 підтискає заготовку 3 до торцевого виступу 2 і вала 8 - здійснюється навивання одного витка. Після цього притискний ролик 5 підводять до заготовки 3, вимикають верстат і здійснюють процес навивання гофрованих заготовок. Після завершення навивання гофрованої гвинтової заготовки 3 верстат зупиняють. Відводять піноль задньої бабки 9 вправо, а притискний 5 і формуючий 10 ролики теж відводять із зони формоутворення, відпускають кінець заготовки і знімають її з оправки. Навивання наступної заготовки здійснюється аналогічно.

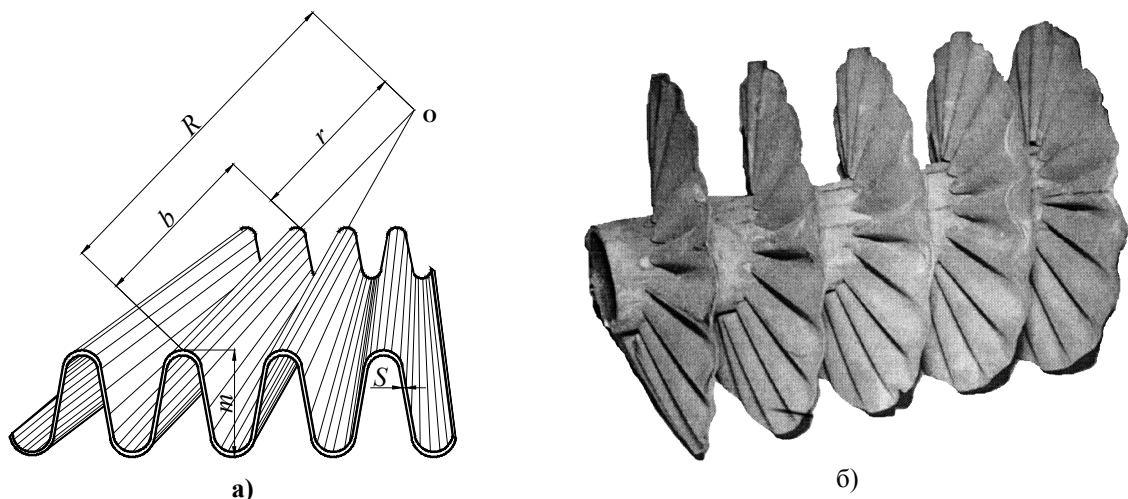


Рисунок 2 - Гвинтова гофрована заготовка: а) параметри гвинтової поверхні; б) шнек з гофрованою гвинтовою спіраллю.

На рис. 3-5 наведено залежності сили навивання гофрованої стрічки від конструктивних параметрів заготовки і обладнання.

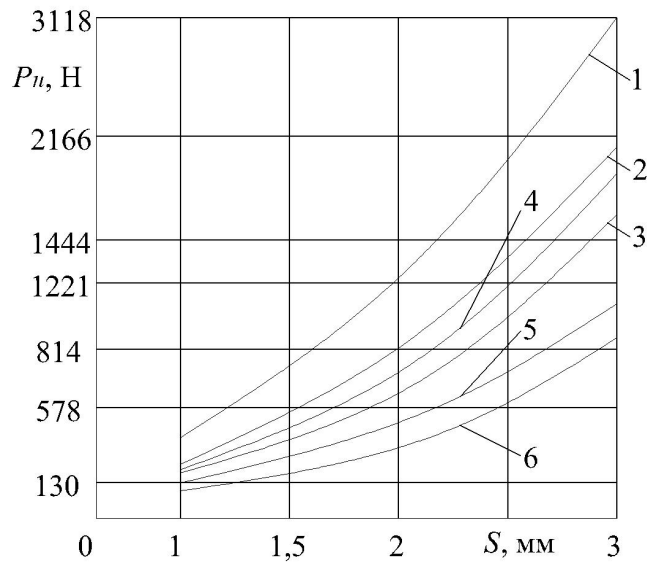


Рисунок 3 - Залежність сили навивання гофрованої стрічки від товщини стрічки, $r=40\text{мм}$; $R=70\text{мм}$: сталь 08кп – 1) $m=10\text{мм}$; 2) $m=15\text{мм}$; 3) $m=20\text{мм}$; алюміній Д16М – 4) $m=10\text{мм}$; 5) $m=15\text{мм}$; 6) $m=20\text{мм}$.

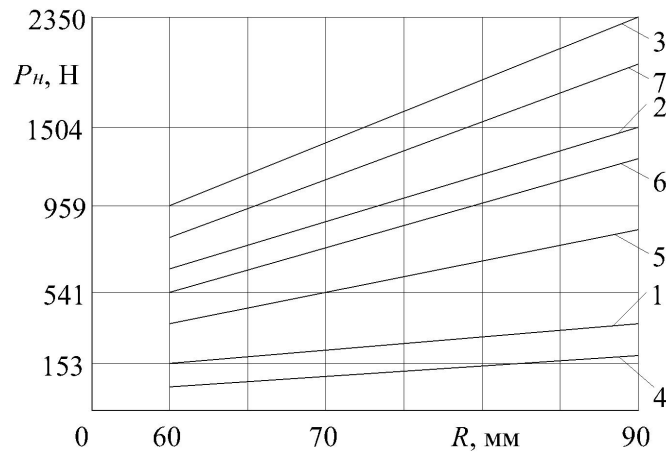


Рисунок 4 - Залежність сили навивання гофрованої стрічки від зовнішнього радіуса спіралі, $r=40\text{мм}$; $m=15\text{мм}$: сталь 08кп – 1) $H=1\text{мм}$; 2) $H=2\text{мм}$; 3) $H=2,5\text{мм}$; алюміній Д16М – 4) $H=1\text{мм}$; 5) $H=2\text{мм}$; 6) $H=2,5\text{мм}$; 7) $H=3\text{мм}$.

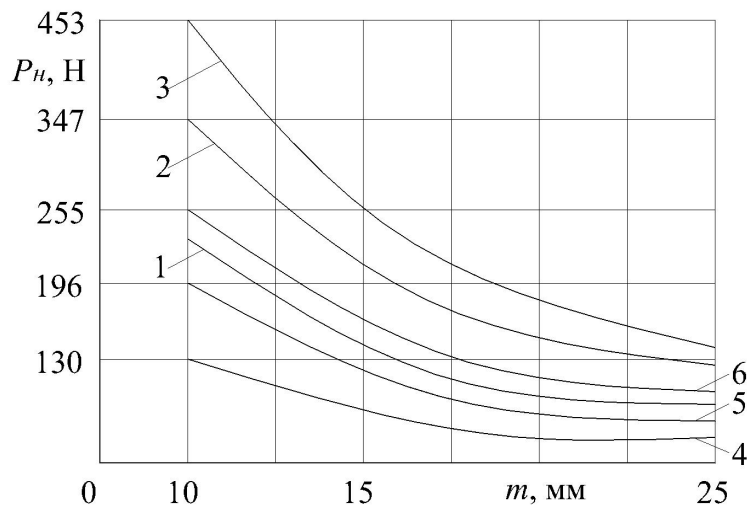


Рисунок 5 - Залежність сили навивання гофрованої стрічки від висоти гофра $r=40\text{мм}$; $S=1\text{мм}$: сталь 08кп – 1) $R=60\text{мм}$; 2) $R=70\text{мм}$; 3) $R=80\text{мм}$; алюміній Д16М – 4) $R=60\text{мм}$; 5) $R=70\text{мм}$; 6) $R=80\text{мм}$.

На рис. 6-8 наведено залежності сили гофроутворення від конструктивних параметрів заготовки і обладнання.

Результати експериментальних досліджень підтвердили теоретичні дослідження [4] процесу гофроутворення прямими і конічними зубчастими колесами.

Зусилля гофроутворення прямими зубчастими колесами можна визначити з залежності:

$$P = \frac{1,3 \cdot 4 \cdot b \cdot S^2 (1,5 + \varepsilon_b) \sigma_b}{6(t/2 - 2r \sin \alpha)}. \quad (1)$$

Зусилля гофроутворення конічними зубчастими колесами відповідно:

$$P = 1,3(P_3 + P_6)/2; \quad (2)$$

$$P_3 = \frac{4 \cdot b \cdot S^2 (1,5 + \varepsilon_b) \sigma_b}{6(t_3/2 - 2r_3 \sin \alpha)}; \quad (3)$$

$$P_6 = \frac{4 \cdot b \cdot S^2 (1,5 + \varepsilon_b) \sigma_b}{6(t_6/2 - 2r_6 \sin \alpha)}. \quad (4)$$

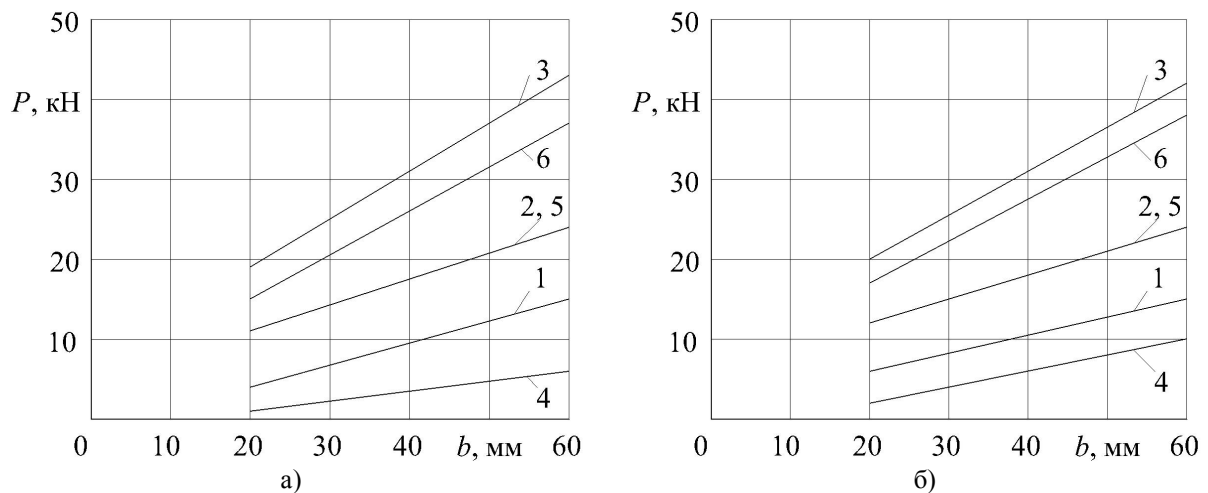


Рисунок 6 - Залежність сили гофроутворення від ширини стрічки $t=20$ мм; $\alpha=70^\circ$: сталь 08кп – 1) $S=1$ мм; 2) $S=1,5$ мм; 3) $S=2$ мм; алюміній Д16М – 4) $S=1$ мм; 5) $S=2$ мм; 6) $S=2,5$ мм; а) конічні колеса; б) прямі колеса.

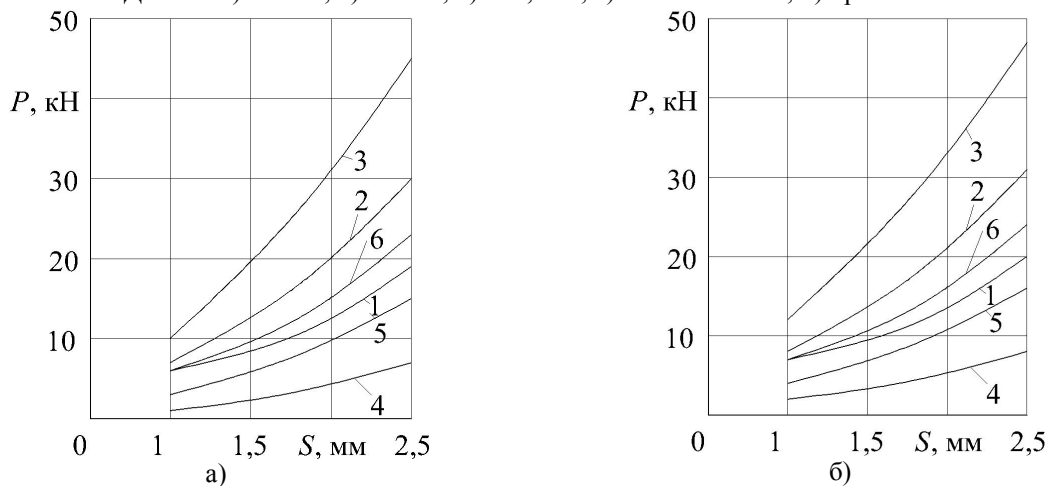


Рисунок 7 - Залежність сили гофроутворення від товщини стрічки $t=40$ мм; $\alpha=80^\circ$: сталь 08кп – 1) $b=20$ мм; 2) $b=40$ мм; 3) $b=60$ мм; алюміній Д16М – 4) $b=30$ мм; 5) $b=40$ мм; 6) $b=60$ мм; а) конічні колеса; б) прямі колеса.

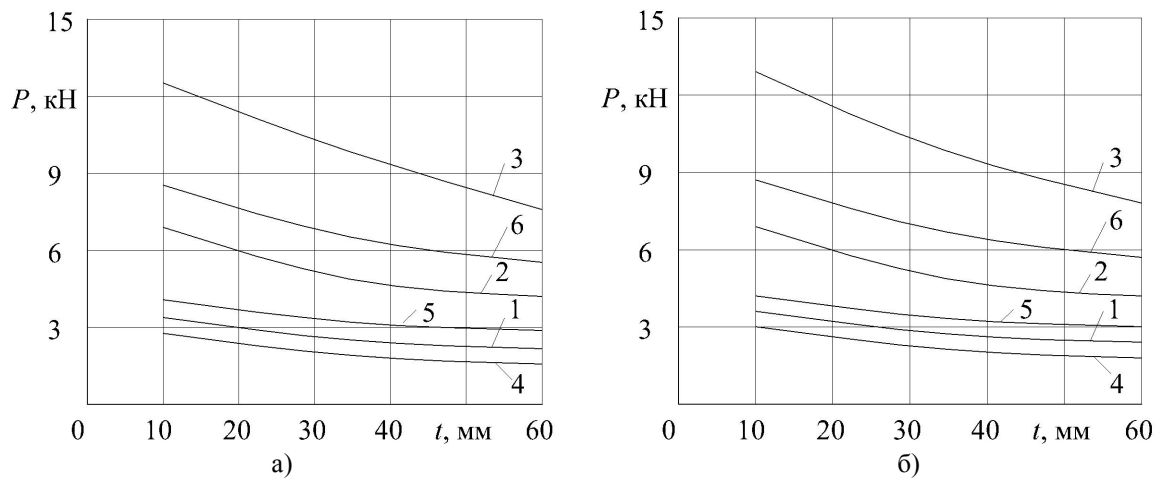


Рисунок 8 - Залежність сили гофрування від кроку гофр $S=1,5$ мм; $\alpha=60^\circ$:

сталь 08кп – 1) $b=20$ мм; 2) $b=30$ мм; 3) $b=50$ мм;

алюміній Д16М – 4) $b=30$ мм; 5) $b=40$ мм; 6) $b=60$ мм; а) конічні колеса; б) прямі колеса.

Висновки:

- зусилля навивання при збільшенні товщини і ширини стрічки збільшується, а при збільшенні висоти гофр зменшується (рис. 3-5);
- зусилля гофрування в залежності від ширини стрічки змінюється за лінійними залежностями, при збільшенні ширини стрічки зусилля зростає (рис. 6);
- зусилля гофрування в залежності від товщини стрічки змінюється за квадратичними залежностями, при збільшенні товщини стрічки зусилля зростає (рис. 7);
- зусилля гофрування при збільшенні кроку гофр зменшується (рис. 8).

Література

1. Пилипець М.І. Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин Автореф. дис. д.т.н. 05.02.08. Технологія машинобудування. - Тернопіль 2002. - 40 с.
2. Гевко Б.М. Технологические основы выбора конструктивных параметров шнеков // Изв. вузов. Машиностроение, 1982. - № 5. - С. 148 – 151.
3. Ляшук О.Л. Технологічне забезпечення виготовлення деталей типу “тіл обертання” з профільного прокату. Автореф. дис. к.т.н. 05.02.08. Технологія машинобудування, Тернопіль 2006.- 20 с.
4. Драган А.П., Дячун А.Є. Обґрунтування параметрів технологічного процесу виготовлення гвинтових гофрованих заготовок // Збірник наукових праць ВДАУ. - Вип.. 25. – Вінниця: Видавництво ВДАУ, 2006. – С. 187-194.
5. Пат. 65124А Україна МВК В21D11/06. Пристрій для виготовлення гофрованих гвинтових заготовок / Драган А.П., -№2003065190; Заявл. 05.06.2003; Опубл.15.03.2004; Бюл. №3. –3 с.

Одержано 20.06.2006 р.