

УДК 621.82

Ів.Б. Гевко, докт. техн. наук., доц., А.Б. Гупка, асист., О.В. Катрич, асп.  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ФОРМОУТВОРЕННЯ ГВИНТОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

**Iv.B. Nevko, Dr., Prof., A.B. Gupka, O.V. Katrych**  
**RESEARCH THE FORCE PARAMETERS OF FORMING THE SCREW ELEMENTS**

Г-подібні спіралі шнеків мають значну перспективу застосування у транспортно-технологічних системах у різних галузях промисловості. Виготовлення гвинтових елементів може проходити в такій послідовності:

1. Гнуття полицки на стрічці за допомогою роликів.
  2. Навивання одержаної стрічки з полицкою на оправу.
- Розглянемо такий процес навивання стрічки на оправу (рис. 1).

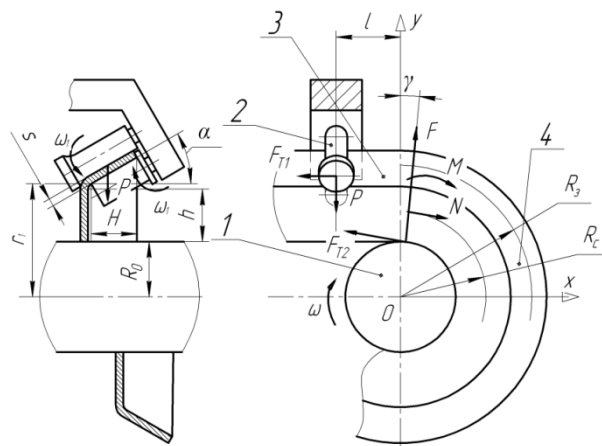


Рисунок 1 - Розрахункова модель навивання профільної стрічки

В процесі навивання відбувається стиснення волокон стрічки на внутрішньому діаметрі і розтяг волокон стрічки на зовнішньому діаметрі гвинтового очисного елемента. Тобто в зоні полицки виникають лише деформації розтягу, а на вертикальній частині заготовки – деформації стиску. Визначимо момент згину стрічки в цих зонах, розглянувши процес деформації в гарячому стані.

Експериментальні дослідження показали, що максимальна сила гнуття  $P$  притисним роликком виникає на початковій стадії деформування, тобто, коли кут  $\gamma$  рівний нулю. Тому, для спрощення розрахунків приймаємо, що  $P = F$ , а  $N = (\mu_1 + \mu_2) \cdot P$ . Тоді сила гнуття притисним роликком визначається за залежністю:

$$P = \frac{M}{l + \mu_1 \cdot (R_3 - 1) + \mu_2 \cdot (R_0 - 1)}$$

Слід зауважити, що тут коефіцієнт тертя  $\mu_1$  між притисним роликком і профільною стрічкою є величиною приведеною і не відповідає безпосередньому значенню коефіцієнта тертя для контактуючих матеріалів. Момент, який необхідно прикласти для обертання оправы, залежить від конструктивних особливостей оправ і в загальному випадку визначається:

$$M_0 = k_M \cdot P \cdot (l + \mu_1 \cdot R_3),$$

де  $k_M$  – коефіцієнт, що враховує конструктивні виконання оправы.

На основі приведених вище формул можна проектувати необхідне технологічне оснащення. При цьому, для зменшення моменту обертання оправи, а отже, і зменшення необхідної потужності навивання гвинтової заготовки, потрібно звести до мінімуму коефіцієнт тертя  $\mu_1$ , наприклад, використовуючи змащувальні речовини.

Якщо процес навивання гвинтового елемента виконувати в холодному стані, в матеріалі заготовки проходить процес зміцнення, в наслідок чого зростає момент гнуття, який можна визначити за формулою:

$$M = \int_0^H \int_{r_1+x \cdot \operatorname{tg} \alpha}^{r_1+\frac{s}{\cos \alpha}+x \cdot \operatorname{tg} \alpha} \beta \left[ \sigma_{T0} \cdot \left( 1 - \ln \frac{r_1+\frac{s}{\cos \alpha}+x \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\rho} \right) + \frac{\Pi}{2} \cdot \left( 2 \ln \frac{\rho}{R_c} - \ln \frac{\rho \left( r_1+\frac{s}{\cos \alpha}+x \cdot \operatorname{tg} \alpha \right)}{R_c^2} - \ln \frac{\left( r_1+\frac{s}{\cos \alpha}+x \cdot \operatorname{tg} \alpha \right)}{\rho} \right) \right] \cdot \rho d\rho dx + s \beta \int_{R_0}^{R_0+h} \left[ \sigma_{T0} \left( 1 + \ln \frac{\rho}{R_0} \right) + \frac{\Pi}{2} \left( 2 \ln \frac{R_0+h}{\rho} + \ln \frac{(R_0+h)^2}{\rho R_0} \ln \frac{\rho}{R_0} \right) \right] \rho d\rho.$$

де  $\sigma_{T0}$  - екстрапольована границя текучості, МПа;  $\Pi$  - лінійний модуль зміцнення, МПа.

Розв'язок рівняння аналітичним методом є досить громіздким, тому визначення конкретного числового значення моменту гнуття доцільно проводити числовим методом, використовуючи відповідні комп'ютерні програми, що значно зменшить час на розрахунок. Приклад такого розрахунку представлено у вигляді графіка на рис. 2.

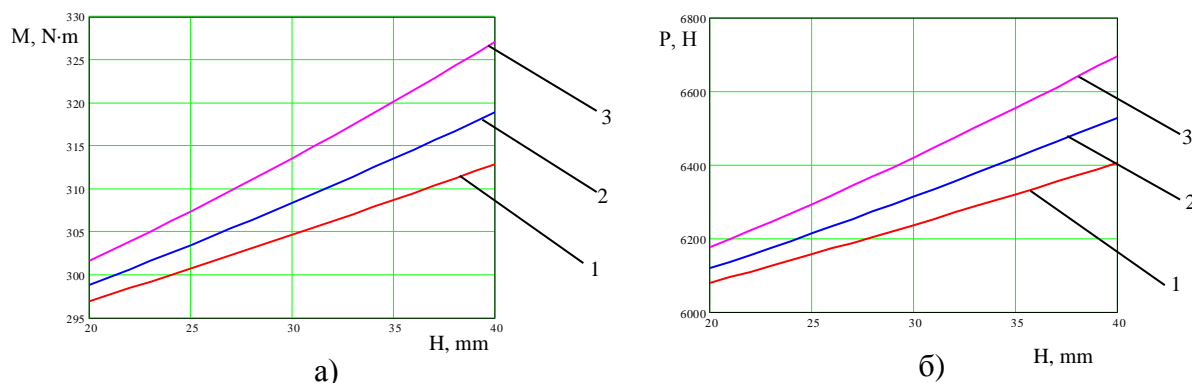


Рисунок 2 - Графік залежності (а) моменту та (б) сили гнуття гнуття стрічки від висоти полицки (сталь 08КП)  $s = 1,5$  мм,  $R_0 = 30$ мм: 1 -  $\alpha=10^0$ , 2 -  $\alpha=20^0$ ; 3 -  $\alpha=30^0$

Результати теоретичних досліджень та аналіз одержаних графіків показали, що більша частина деформації заготовки припадає на її вертикальну частину. При збільшенні висоти полицки і кута її нахилу сила гнуття гвинтового елемента зростає. Оскільки основною робочою поверхнею гвинтового елемента є полицка, то для зменшення моменту гнуття такої стрічки необхідно виконувати вирізи на вертикальній частині стрічки.

#### Література:

1. Investigating the force parameters of forming the screw purifying / International symposium: Agricultural and mechanical engineering// [ Iv.B. Nevko, A.Y. Dychun, A.B. Gupka] // Polytechnic University of Bucharest, 29 October – 31 October, 2015. - P. 191-196.
2. Гевко І.Б. Шнекові очисники дискових копачів коренеплодів з Г-подібними спіралями / Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка: «Механізація сільськогосподарського виробництва» // І.Б. Гевко, В.В. Васильків, А.Б. Гупка – 2015. – Вип. 156 – Ст. 519-525.
3. Технологічні основи формоутворення спеціальних профільних гвинтових деталей / Гевко Б.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Драган А.П., Новосад І.Я. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. – 367 с.