

Матеріали XIX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 2016

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

Ів.В. 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).

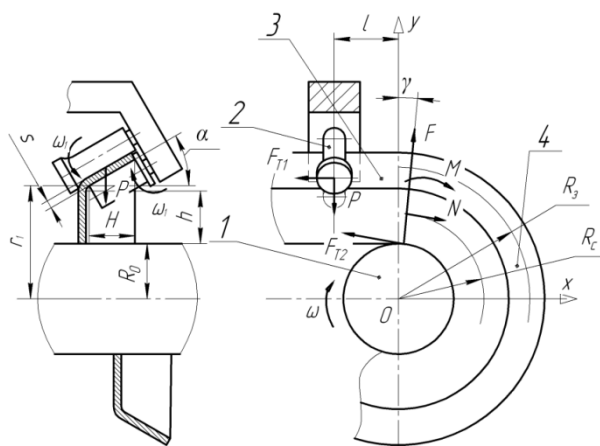


Рисунок 1 - Розрахункова модель навивання профільної стрічки

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 γ 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 μ_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 μ_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:

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

де σ_{T0} - екстрапольована границя текучості, МПа; Π - 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.

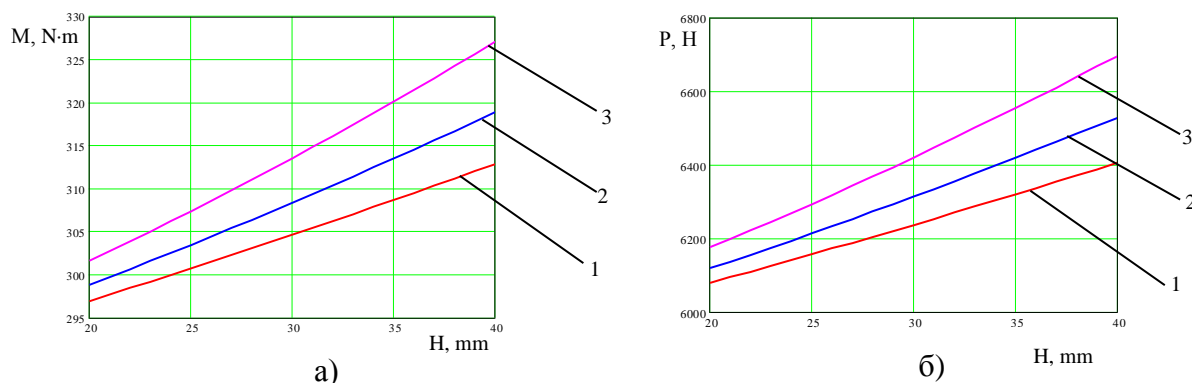


Рисунок 2 - Графік залежності (а) моменту та (б) сили гнуття гнуття стрічки від висоти полицки (сталь 08КП) $s = 1,5$ мм, $R_0 = 30$ мм: 1 - $\alpha=10^0$, 2 - $\alpha=20^0$; 3 - $\alpha=30^0$

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.