

УДК 621.7

М. Пилипець, д.т.н., проф., І. Кучвара, аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК ТІЛ ОБЕРТАННЯ

У машинобудуванні завжди були і сьогодні є актуальними питання щодо розроблення нових прогресивних, ресурсощадних, відносно недорогих способів виготовлення деталей машин. Вони повинні забезпечувати, якщо не безвідходне виробництво, то хоч би наблизитись до нього. До таких способів належить навивання на оправи заготовок різних типів, з яких можна виготовляти деталі машин, що мають найрізноманітніше застосування в промисловості та народному господарстві. Це, зокрема, еліпсні навивні заготовки, які широко використовуються в сучасному машинобудуванні для виконання багатофункціональних завдань, а також у ремонтній справі.

Для формоутворення таких заготовок запропоновано пристрій, виконаний у вигляді станини, ступінчастої оправи, торцева поверхня якої виконана у вигляді гвинтової поверхні з кроком рівним товщині смуги, еліпсної форми. Посередині ступінчастої оправи жорстко закріплено торцевий копір-кулачок, з правого торця якого виконана виточка, яка відповідає еквідистанті еліпсної оправи. В торцевій частині копір-кулачка виконано осьовий паз, що взаємодіє з зігнутим кінцем смуги. Параметри (радіуси) еліпсної оправи виконані з врахуванням відпружинення навивної еліпсної заготовки. Крім цього еліпсна оправа виконана конусної форми в сторону сходження навивної заготовки під кутом $1...3^\circ$ для зручності знімання заготовки з оправи. Радіальне притискання смуги здійснюється притискним роликом, встановленим на осі в осьовий паз штока, а з лівої сторони притискного ролика на цій же осі встановлено копірувальний ролик, який зовнішнім діаметром взаємодіє з внутрішнім діаметром виточки еліпсної оправи в направляючих станини, з можливістю осьового переміщення разом з направляючим штоком і притискним роликом при формуванні еліпсної гвинтової заготовки.

Розглянемо процес формоутворення еліпсної навивної заготовки на оправу, розрахункова схема якого представлена на рис. 1.

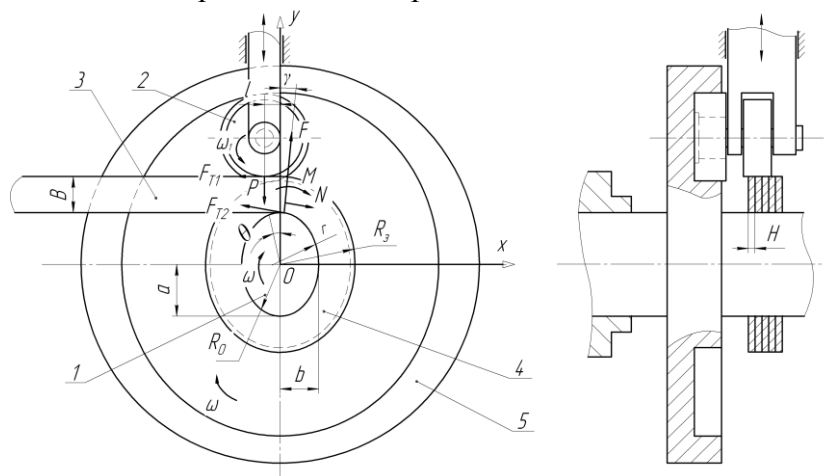


Рис. 1 Розрахункова схема процесу формоутворення еліпсної навивної заготовки на оправу: 1 – еліпсна оправа; 2 – притискний ролик; 3 – стрічка; 4 – гвинтовий еліпсний елемент заготовки; 5 – торцевий кулачок, форма якого відповідає еквідистанті еліпсної оправи 1

Особливістю навивання еліпсних гвинтових елементів є те, що радіуси кривизни, а відповідно і радіуси гнуття стрічки є змінними протягом одного оберту еліпсної оправи, що видно з виразу для визначення радіусу гнуття R :

$$R = a^2 b^2 \left(\frac{\cos^2 \theta}{a^2} + \frac{\sin^2 \theta}{b^2} \right)^{\frac{3}{2}} + \beta_y B$$

В процесі навивання відбувається стиснення волокон стрічки на внутрішньому діаметрі і розтяг волокон стрічки на зовнішньому діаметрі гвинтового еліпсного елемента. Визначити момент M згину стрічки в цих зонах, розглянувши процес деформації в гарячому стані можна з виразу:

$$M = \beta \sigma_s \frac{H \beta_y B^2}{4}.$$

Проаналізувавши цей вираз робимо висновок, що момент гнуття стрічки в гарячому стані не залежить від радіуса кривизни еліпсної оправи, а отже він буде постійним протягом одного оберту оправи.

У випадку навивання стрічки на еліпсну оправу в холодному стані відбувається зміцнення матеріалу стрічки, і відповідно зміна тангенціальних напружень в зоні розтягу і в зоні стиску, а тому відбувається зміна моменту гнуття стрічки залежно від кута повороту еліпсної оправи. При чому найбільший момент гнуття виникає при куті повороту $\theta = 0, \pi$ радіан, найменший момент гнуття виникає при кутах повороту $\theta = 1/2\pi, 3/4\pi$ радіан.

При відомому моменті гнуття M можна знайти усі сили, що виникають в процесі навивання, розв'язавши систему рівнянь.

Експериментальні дослідження показали, що максимальна сила гнуття P притискним роликком виникає на початковій стадії деформування, тобто, коли кут γ рівний нулю. Визначається сила гнуття з виразу:

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

а поздовжня сила $N = (\mu_1 + \mu_2) \cdot P$;

де μ_1 - коефіцієнт тертя між притискним роликком та стрічкою; μ_2 - коефіцієнт тертя між оправою та гвинтовим елементом; R_0 - відстань від центра обертання оправи до її поверхні, визначаємо за формулою: $R_0 = \sqrt{a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta}$; R_3 - зовнішній радіус взаємодії гвинтового елемента відносно центра обертання оправи визначаємо за формулою: $R_3 = \sqrt{(a+B)^2 \cos^2 \theta + (b+B)^2 \sin^2 \theta}$.

Слід зауважити, що тут коефіцієнт тертя μ_1 між притискним роликком і профільною стрічкою є величиною приведеною і не відповідає безпосередньому значенню коефіцієнта тертя для контактуючих матеріалів. Момент, який необхідно прикласти для обертання оправи, залежить від конструктивних особливостей оправ і в загальному випадку визначається згідно рис. 1 за залежністю: $M_o = k_m \cdot P \cdot (l + \mu_1 \cdot R_3)$

де k_m - коефіцієнт, що враховує конструктивні виконання оправи.

На основі приведених вище формул можна проектувати необхідне технологічне оснащення. При цьому, для зменшення моменту обертання оправи, а отже, і зменшення необхідної потужності навивання ПГЗ, потрібно звести до мінімуму коефіцієнт тертя μ_1 , наприклад, використовуючи змащувальні речовини.