

плоскої дружної системи з шістьма пружними стрижнями. Зміна жорсткості є небажаною, оскільки це призводить до параметричного впливу жорсткості на вимушені коливання контейнера вібраційної машини об'ємної обробки.

Чим більше пружних стрижнів, що симетрично розміщуються в радіальному напрямку, матиме плоска пружна система, тим більше вона наблизитиметься до шпастини, і тим менше змінюватиметься жорсткість залежно від кута  $\psi$ . Тому використання плоских пружних систем з більшою кількістю пружних стрижнів набагато доцільніше, оскільки забезпечує більшу рівномірність жорсткості.

1. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. *Опір матеріалів / За ред. Г.С. Писаренко.* – К., 1993. 2. *Машиностроение: Энциклопедический справочник. Инженерные расчеты в машиностроении. Т.1. Кн. 2.* – М., 1947. 3. *Справочник машиностроителя / Под ред. Н.С. Ачеркана.* – М., 1963. – Т. 3. 4. *Беляев Н.М. Сопротивление материалов.* – М., 1959. 5. *Феодосьев В.И. Сопротивление материалов.* – М., 1970.

УДК 621.86

М.І. Пилипець, І.Б. Гевко, Р.Я. Лещук

## ДОСЛІДЖЕННЯ НЕПЕРЕРВНОГО ПРОФІЛЮВАННЯ ГВИНТОВИХ СТРІЧОК

© Пилипець М.І., Гевко І.Б., Лещук Р.Я., 2001

**The results of continuous screw belts profiling, which are widely used in mechanical engineering are presented. The effective constructional and technological parameters of the machine tools and devices profiling which are the flesis of the latest technological equipment constructions are determined.**

Гвинтові транспортно-технологічні системи (ТТС) машин і механізмів є невід'ємною частиною автоматизованого технологічного процесу. Він складається з міжопераційних транспортних дільниць транспортування заготовок від одного робочого місця до іншого, створюючи розгалужений потік заготовок через технологічну систему.

Гвинтові стрічки є важливими елементами ТТС різного службового призначення від точної та якісної роботи яких залежить продуктивність і якість роботи машини в цілому. Від технологічності цих елементів залежить якісна робота транспортно-технологічних систем. Технологія виготовлення вала шнекового валка не становить труднощів, його обробляють за типовою технологією виготовлення деталей типу "вал". Спіралі виготовляють різними способами. Найбільш поширеним є виготовлення і профілювання спіралі із листового прокату штампуванням кілець, з подальшим розрізуванням і формуванням у виток, з яких зварюються спіралі. Спосіб трудомісткий з великими затратами матеріалу. Більш продуктивним є прокатування спіралей шнеків. Недоліком цього способу є зниження товщини зовнішнього околу спіралі, що приводить до швидкого спрацювання шнекового валка. Тому є необхідність виготовляти спіралі шнекових валків неперервним навиванням і профілюванням, з використанням спеціальних пристроїв.

Автоматизація і механізація профілювання гвинтових стрічок забезпечують підвищення продуктивності праці і зменшення собівартості виготовлення, що досягається пристроєм

(рис. 1), який складається з оправки 2, закріпленої в патроні 1 установки, на якій посаджена нерухома 8 і плаваюча 16 зі ступінчастим осьовим отвором втулки, що складають розрізну втулку, яка має гвинтову канавку 24, для подачі стрічки 6, що згинається в спіраль під дією ролика 7, встановленого на корпусі пристрою 5. Плаваюча втулка 16 встановлена в отворі корпусу 5 за допомогою байонетного з'єднання 18, що забезпечує можливість обмеженого гвинтового переміщення, а з оправкою 2 зв'язана шпонковим з'єднанням 25. В більшому ступені осьового отвору втулки 16 розміщена привідна втулка 19, що має канавки 20 і зв'язана з оправкою 2 шпонковим з'єднанням 17, а з втулкою – храповим механізмом 4, який розміщений на торці втулки 4 і діє храповиком 26 з канавками 20 втулки 19 і кулачками 27 з профільною канавкою копіра 3, встановленого в корпусі 5. Зі сторони гвинтової канавки 24 в плаваючій втулці 16 виконаний отвір 28, вісь якого паралельна осі втулки і в який встановлений ступінчастий фіксатор 29, підпружинений пружиною 30, закріплений планкою 21 і має ручку 22 відводу, в кінцевому положенні контактує з вимикачем 23. На виході із канавки 24 направляючого механізму полоса контактує з ступінчастими обтискними роликами 9, встановленими на привідних валах 13 водила 14, встановленого з можливістю обертання в підшипниках 15 корпусу. На великих ступенях обтискних роликів 9 виконані гвинтові канавки 12, по яких направляється спіраль, крок якої дорівнює або кратний кроку спіралі і канавки 24, а внутрішній діаметр дорівнює діаметру меншого ступеня.

Для пристроїв, призначених для навивання профільних спіралей, вільна частина оправки 2, що виступає із втулки 8, виконано у вигляді перехідної ділянки 10 зі зміною від круглого до профільного перерізу, наприклад, еліпсного.

Відповідно обтискні ролики 9 мають формоутворюючу ділянку 11 зі змінним перерізом роликів від круглого до еліпсного і калібруючу ділянку з постійним профільним перерізом. Різниця максимального і мінімального діаметрів відповідно оправки і обтискного ролика, враховуючи умову притиску полоси до оправки, повинна бути однаковою.

Для навивання і профілювання спіралей великого діаметра з широких полос обтискні ролики виконуються складеними з частин, що містять циліндричний привідний ролик 31 і, охоплюючи його співвісно розміщену розрізну втулку 32 з гвинтовою канавкою, що має незалежний привід 33, кінематично зв'язаний з оправкою 2 (рис. 2).

Пристрій працює так.

У вихідному положенні плаваюча втулка 16 знаходиться в крайньому лівому положенні (зі сторони патрона 1) і за допомогою храпового механізму 4 з'єднана з привідною втулкою 19, а разом втулки 16 і 19 зв'язані відповідно шпонковим з'єднанням 25 і 17 з оправкою 2. Кінець полоси вводиться в зазор (канавку) між втулками 8 і 16 і фіксується з допомогою ручки 22 фіксатором 29 за попередньо виготовленим отвором. В подальшому ніяких підготовчих операцій не потрібно і після увімкнення пристрою починається неперервне навивання спіралі на крок, в якому можна виділити етап подачі полоси в обтискні ролики. При цьому під час обертання оправки 2 плаваюча втулка 16 під дією з'єднання 25 повертається в корпусі 5 і під дією байонета 18 зміщується в осьовому напрямку до нерухокої втулки 8. В початковий період втулка 16 сприймає момент згину полоси 6. При прокручуванні оправки 2, полоса навивається на неї і зусилля захвату (і, відповідно, момент згину) від оправки 2 до полоси 6 передається вже за рахунок фрикційного контакту. При наступному обертанні оправки 2 і втулки 16 остання виходить з шпонкового з'єднання 25 і кінематичний зв'язок з оправкою 2 здійснюється за допомогою храпового зачеплення 4 через привідну втулку 19, а спіраль по зовнішньому діаметру входить в контакт з обтискними роликами 9.

Г.С. Писаренко. –  
Основные расчеты в  
под ред. Н.С. Ачер-  
5. Феодосьев В.И.

евко, Р.Я. Лешук  
ННЯ

widely used in  
and technological  
flesis of the latest

ів є невід'ємною  
міжопераційних  
місця до іншого,

призначення від  
машини в цілому.  
но-технологічних  
ців, його обробля-  
говляють різними  
ралі із листового  
м у виток, з яких  
ту. Больш продук-  
ниження товщини  
ового валка. Тому  
анням і профілю-  
ують підвищення  
ається пристроєм

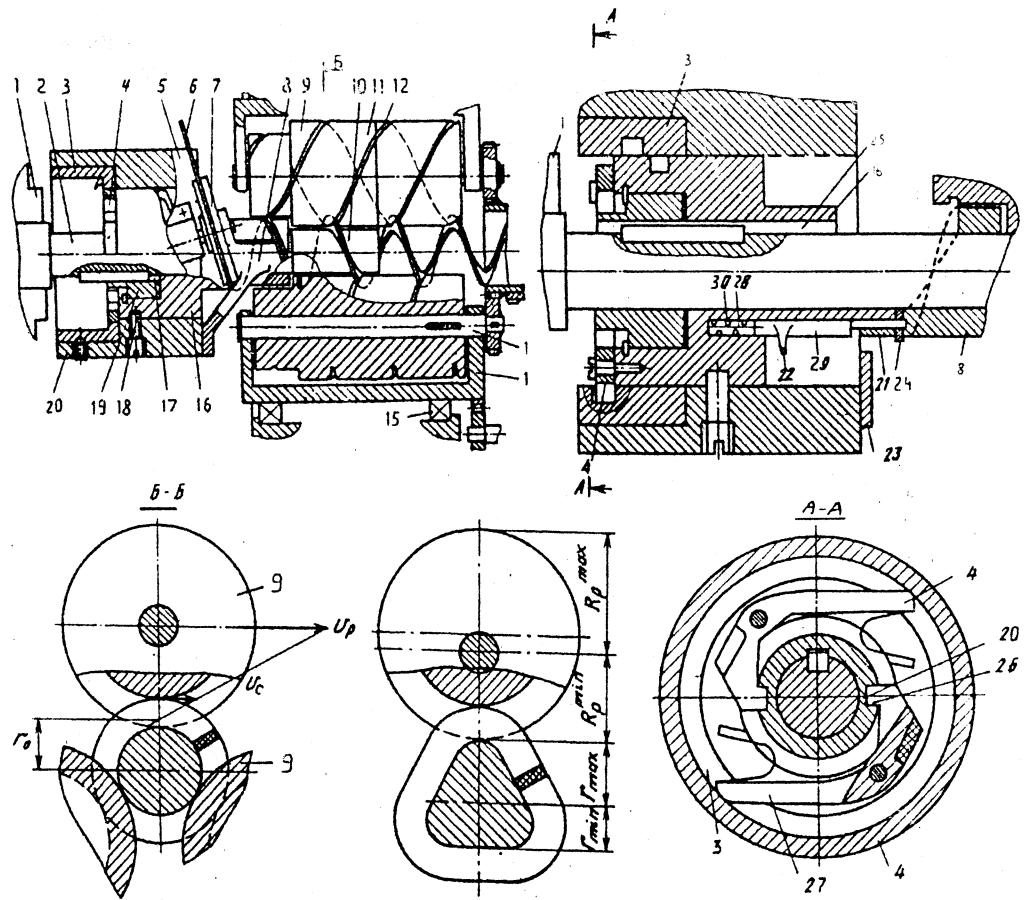


Рис. 1. Пристрій для неперервного навивання гвинтових стрічок

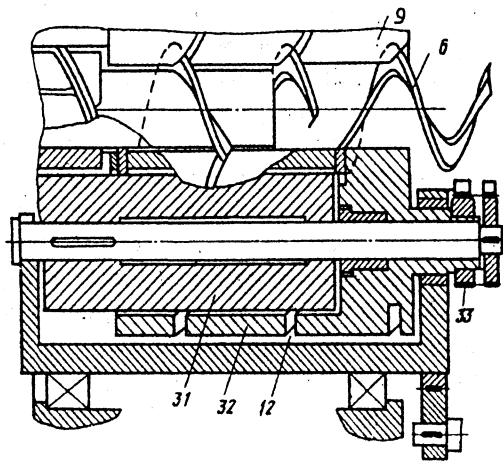


Рис. 2. Конструктивне виконання пристрою з обтискними роликками

При з'єднанні плаваючої 16 і нерухомої 8 втулок від дії обмежувача 23 фіксатор 29 звільняє кінець волоси 6, а від дії коніру 3 кулачки 27 відводять храповики 26 від канавок втулки 20 і кінематичний зв'язок оправки 2 з плаваючою втулкою 16 розривається, а остання стопориться притиском кулачків 27, наприклад, до поверхні отвору корпусу 5. Оскільки полоса 6 (спіраль) по зовнішньому діаметру ввійшла в контакт з меншим ступенем обтискних роликів 9, якими вона притискається до оправки, то під дією сил тертя оправки 2 і роликів 9 полоса подається в формоутворюючі гвинтові канавки 12, які забезпечують стійкість навівання, зсув спіралі з оправки 2 і точність спіралі.

При навіванні і профілюванні гвинтових спіралей зміна форми профілю спіралі в перерізі нормальної площини до осі здійснюється поза зоною згину на перехідній ділянці оправки і роликів із зміною від круглого до профільного перерізу. При цьому кінематичний зв'язок обтискних роликів 9 і водила 14 забезпечує точність взаємного розміщення гвинтових канавок 12 обтискних роликів 9 і спіралі при обкатуванні, а також розміщення виступаючих частин профільної оправки 2 проти відповідних частин обтискних роликів з мінімальним діаметром.

Вказаний пристрій замість храпового механізму може мати самовимикаючу муфту (або муфту зчеплення), а байонетне з'єднання втулка-корпус обладнано замком.

Передаточне відношення кінематичного ланцюга, що зв'язує оправку з роликem  $i_0$  і водило з роликem  $i_b$ , визначаються такими залежностями:

$$i_0 = \frac{d_o + 2H}{d_o + 2H - 2c(z+1)}; \quad (1)$$

$$i_b = \frac{z+1}{z}; \quad (2)$$

де  $i_0$  – передаточне відношення кінематичного ланцюга, що зв'язує оправку з роликem;  $i_b$  – передаточне відношення кінематичного ланцюга, що зв'язує водило з роликem;  $d_o$  – діаметр оправки;  $H$  – висота калібру між оправкою і поверхнями гвинтової канавки обтискних роликів;  $c$  – відстань між осями оправки і роликів;  $z$  – кількість заходів гвинтових канавок на обтискних роликem;  $a$  – діаметр більшої ступені обтискних роликів – за залежністю:

$$D_p = d_o \frac{i_b - i_0}{i_0(i_b - 1)} + (0,9 \dots 0,95)H. \quad (3)$$

Для реалізації навівання спіралей шнеків рухи всіх складових частин даного пристрою повинні бути однозначно визначені і задовольняти такі умови:

– умова відповідності кроків спіралі  $T_c$  і гвинтових канавок  $T_p$  обтискного ролика

$$T_p = -T_c - z; \quad (4)$$

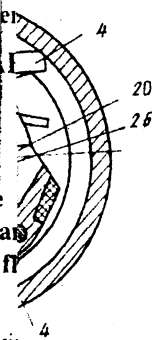
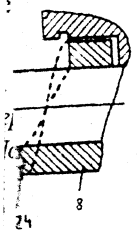
тут знак (–) вказує протилежний напрям підйому гвинтової лінії.

– умова незміщення гвинтових канавок відносно спіралі при обкатуванні:

$$\frac{(\omega_p - \omega_b)}{T_p} = -\omega_b \cdot T_c; \quad (5)$$

– умова відповідності (рівність) лінійних швидкостей зовнішньої кромки спіралі і контактуючих ділянок обтискних роликів:

$$\frac{\omega_0 \cdot D_c}{2} = \omega_b \cdot c - \frac{\omega_p \cdot D_{kp}}{2} = \omega_p \left( \frac{D_c}{2} - r_o \right); \quad (6)$$



– умова відповідності кутів відйому спіралі і гвинтових канавок, враховуючи, що ролики зсувають спіраль по оправці, вказана умова має вигляд:

$$\frac{T_p}{T_c} \equiv \frac{2 \cdot A - d_o}{d_o} \left( 1 - \frac{4 \cdot \varepsilon \cdot H}{d_o} \right), \quad (7)$$

тут  $\varepsilon = 0.1 \dots 0.25$ .

З урахуванням того, що  $D_c = d_o + 2H$ , основні кінематичні і конструктивні параметри пристрою повинні визначатися за такими залежностями:

кутові швидкості водила і роликів повинні бути зв'язані співвідношенням:

$$\omega_b = \frac{\omega_p \cdot z}{z + 1}, \quad (8)$$

а ролика і оправки

$$\omega_p = \frac{d_o + 2 \cdot H}{d_o + 2 \cdot H - 2r_o} \omega_o, \quad (9)$$

де радіус миттєвого центра кочення ролика визначається за залежністю:

$$r_o = \frac{C}{z + 1}. \quad (10)$$

Відповідно діаметр основи канавок обтискних роликів  $D_{кр}$  і зовнішній діаметр роликів  $d_o$  повинні відповідати співвідношенням:

$$D_{кр} = d_o (\omega_o - \omega_a) / (\omega_p - \omega_a); \quad (11)$$

$$D_p = D_{кр} + (0.9 \dots 0.95)H. \quad (12)$$

При навиванні профільних спіралей до умов (4)–(7) додається умова:

$$\omega_o = \omega_p / z. \quad (13)$$

а кількість профільних виступів оправки  $n_o$  і роликів  $n_p$  повинно відповідати співвідношенню:

$$n_o / n_p = z. \quad (14)$$

Тому, якщо для деяких типорозмірів спіралей (5), (6), (12) будуть несумісними, то для їх виготовлення необхідно конструктивне виконання роликів за рис. 4, тобто складеними, при якому гвинтова розрізна втулка буде мати незалежний привід.

У результаті проведених досліджень встановлення величини крутного моменту при профілюванні гвинтових стрічок встановлено, що його величина є більшою за визначену із залежності (2) на 20–40 %. Таким чином його можна визначити згідно з залежністю

$$M_{проф} = k_{пр} k_m P [l + (\mu_p + tg \gamma_p) R], \quad (15)$$

де  $k_{пр} = 1.2 \dots 1.4$  – коефіцієнт профілювання гвинтових стрічок по діаметрах і кроку;  $k_m$  – коефіцієнт, що враховує конструкцію оправок;  $P$  – сила згину стрічки на ребро;  $R$  – зовнішній діаметр витка;  $l$  – плече прикладання сили  $P$ ;  $\mu_p$  – коефіцієнт тертя в зоні прикладання поперечної сили;  $\gamma_p$  – кут, який визначає значення горизонтальної складової сили згину  $P$ .

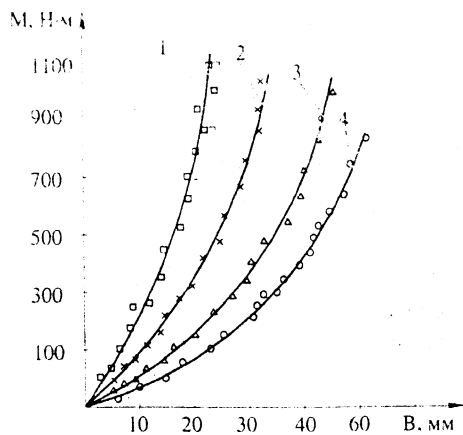


Рис. 3. Залежність моменту навивання від ширини смуги при виготовленні спіралей на оправці з перпендикулярним розміщенням осей оправки і ролика:

1 -  $H_0 = 5$  мм; 2 -  $H_0 = 4$  мм;  
3 -  $H_0 = 3$  мм; 4 -  $H_0 = 2$  мм

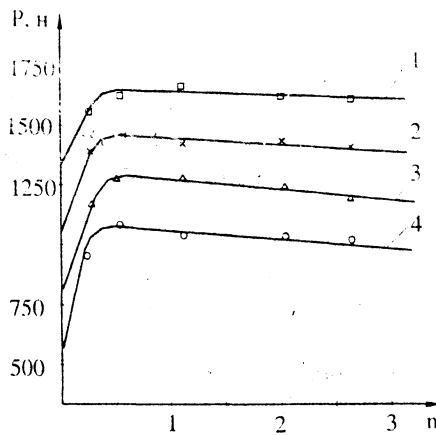


Рис. 4. Зміна сили згину під час неперервного навивання смуги перерізом  $30 \times 2$  мм на оправку діаметром  $d = 50$  мм при різному попередньому притиску:

1 -  $P_{пр} = 1320$  Н; 2 -  $P_{пр} = 990$  Н;  
3 -  $P_{пр} = 660$  Н; 4 -  $P_{пр} = 330$  Н

Для визначення залежностей моменту навивання від ширини полоси при виготовленні спіралей та зміни сили згину при навиванні були проведені експериментальні дослідження. Результати зміни моменту навивання при різній товщині полоси зображені на рис. 3, а результати зміни сили згину під час неперервного навивання при різному попередньому притиску – на рис. 4.

Використання такої технології для виготовлення спіралей сипаруючих пристроїв дає можливість зменшити час їх виготовлення і одержувати спіралі високої точності за зовнішнім та внутрішнім діаметрами і кроком, крім того, потрібно відмітити і те, що обтискний планетарний механізм забезпечує надійний контакт смуги з оправкою, що дає змогу повністю використовувати смугу і виключити відходи від обрізки кінців, а це при забезпечує економію матеріалів.

1. Гевко Б.М., Данильченко М.Г., Рогатинський Р.М., Пилипець М.І., Матвійчук А.В. Механізми з гвинтовими пристроями. – Львів, 1993. – 208 с. 2. Гевко Б.М. Технологія виготовлення спіралей шнеков. – Львов, 1986. – 128 с. 3. А. с. 1563807 СССР. Устройство для непрерывной навивки спиралей шнеков / Б.М.Гевко, М.И.Пилипец, Р.М.Рогатинский, О.И.Дубик // Открытия. Изобрет. – 1990. – № 18.