

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГВИНТОВИХ СПІРАЛЕЙ

Шнекові механізми і їх елементи широко використовуються в технологічному обладнанні, металорізальних верстатах для закріплення деталей, транспортування стружки та подачі заготовок, автоматичних ліній і багатьох інших випадках транспортно-технологічних систем.

Особливості технології виготовлення спіралей шнеків перш за все обумовлюється їх складною геометричною формою. В залежності від конструктивних параметрів гвинтових стрічок або їх окремих секцій, умов роботи і програми випуску вибирають спосіб їх виготовлення, який визначає економічність, довговічність і точність виробу.

Важливим фактором, який визначає надійність і довговічність шнеків є різниця в товщині внутрішньої і зовнішньої кромки. До недоліків шнекових механізмів, які виготовляється навиванням або прокатуванням відноситься те, що вони швидко зношуються по зовнішній кромці, так як її товщина в порівнянні з товщиною по внутрішній кромці менша в 1,5...2,6 рази.

При проектуванні гнучких гвинтових робочих органів, які складаються з окремих секцій шарнірно з'єднаних між собою і призначених для виконання спеціальних операцій, здійснюється профілювання цих секцій. Технологічний процес їх виготовлення складається як мінімум з трьох операцій. Це вирубування або гнуття кільця, його розрізання з заданими параметрами, штампування та калібрування заданого профілю і кроку.

На рисунку 1 зображено розвертку профільного витка гвинтового конвеєра, яку доцільно виготовляти на спеціальному обладнанні з послідовним виконанням технологічних операцій.

Для якісного виконання технологічного процесу і забезпечення точності виготовлення профільних секцій необхідно забезпечити стійкість і надійність ріжучих і формуючих поверхонь штампів. Одним із можливих шляхів досягнення цього є якісне і надійне змащування пар різання і направляючих елементів.

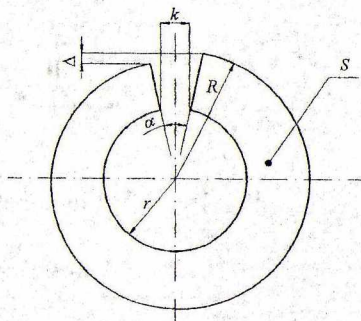


Рисунок 1 – Розгортка профільного витка гвинтового конвеєра

*Матеріал: Сталь 3, 08кп,  $R=48\text{мм}$ ;  $r=26\text{мм}$ ;  $k=6\dots 7\text{мм}$ ;  
 $S=1,5\dots 3\text{мм}$ ;  $\Delta=3\dots 45\text{мм}$ ;  $\alpha=40^\circ$ .*

Для забезпечення надійного виконання технологічного процесу нами досліджено конструкцію штампую з системою змащення (АС №546414).

На рисунку 2 подана верхня частина запропонованого штампую з пуансоном в повздовжньому розрізі.

Штамп містить плиту 1 в отворі якої розміщений пуансон 2. На плиті за допомогою болтів 3 кріпиться хвостовик 4, який має наскрізний циліндричний отвір *a*. В пуансоні виконаний осьовий отвір *b*, який з'єднаний з радіальними отворами *в*, а в осьовому отворі *b* пуансона 2 розміщений підпружинений плунжер 5, отвір *б* зі сторони неробочого торця *б* пуансона 2 виконано глухим, а отвір *a* в хвостовику 4 з'єднується з атмосферою через отвір *г* в пробці 7. Штамп обладнаний вузлом регулювання осьового переміщення плунжера 5, виконаного у вигляді гвинта 8 вкрученого в тіло пуансона 2.

Змащування пуансона під час роботи здійснюється наступним чином. В отвір *a*, який з'єднаний з отвором *б* пуансона заливається мастило, плунжер 5 займає крайнє верхнє положення, при якому мастило змащує ріжучу кромку пуансона 2 по всій його периферії під час роботи. Для перекриття подачі мастила використовують гвинт 8, який закручують до упора, при цьому плунжер піднімається ввєрх і перекриває радіальний отвір *в* та подачу мастила.

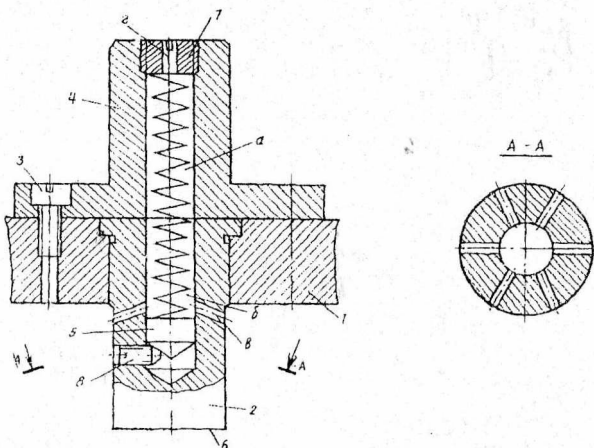


Рисунок 2 – Штамп для холодного штампування

Для визначення основних параметрів системи змащування і забезпечення надійності її роботи необхідно встановити залежність витрати мастила від величини сил тяжіння і інерції, часу, поперечних розмірів отворів, об'єму масляної камери та інших.

Для нашого випадку розхід мастила визначається за формулою

$$Q = \frac{\pi d^4 \Delta p n}{8 \mu l}, \quad (1)$$

де  $Q$  – розхід мастила;  $d$  і  $n$  – діаметр і кількість вихідних отворів;  $\Delta p$  – різниця тисків на вході і виході вихідних отворів;  $\mu$  – коефіцієнт витрат;  $l$  – довжина вихідних отворів.

Різницю тисків  $\Delta p$  виразимо через висоту масляної камери, величину прискорення повзуна пресу і питому вагу мастила. В цьому випадку вона буде мати вигляд:

$$\Delta p = \gamma H (1 + a/g), \quad (2)$$

де  $\gamma$  – питома вага мастила;  $H$  – висота масляної камери від вісі вихідних отворів до вільної поверхні залитого мастила;  $a$  – прискорення повзуна при його русі;  $g$  – прискорення сили тяжіння.

Підставивши значення залежності (2) в формулу (1), отримаємо

$$Q = \frac{\pi d^4 n H \gamma (1 + a/g)}{8 \mu l} \quad (3)$$

Із формули (3) видно, що розхід  $Q$  залежить від двох змінних факторів – висоти стовпа мастила  $H$  і прискорення повзуна пресу  $a$ , які в свою чергу залежать від часу  $t$ , тобто  $Q = f(t)$

Для визначення цієї функції розглянемо диференціальне рівняння

$$Q = dV / dt \text{ або } dV = Q dt, \quad (4)$$

де  $V$  – об'єм мастила яке знаходиться в камері.

Підставивши в рівняння (4) значення  $V$ , яке виражене через параметри мастильної камери, значення  $Q$ , взятє з формули (3) і зробивши деякі перетворення, отримаємо

$$\frac{dH}{H} = \frac{d^4 n (g + a) dt}{2 \nu D^2}, \quad (5)$$

де  $\nu = \mu / \rho$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості мастила;

$D$  – діаметр мастильної камери.

Проінтегрувавши рівняння (5) від  $H$  до  $H_1$ , отримаємо

$$H(t) = \frac{H_1}{e^{d^4 n g t / 2 \nu D^2}} \quad (6)$$

де  $H_1$  – текуча координата рівня мастила в масляній камері.

Підставивши в формулу (3) значення із формули (6) отримаємо рівняння для визначення витрат мастила в залежності від часу роботи пресу:

$$Q = \frac{\pi d^4 n g H_1}{8 \nu l e^{d^4 n g t / 2 \nu D^2}} \quad (7)$$

В випадку застосування круглих пуансонів довжину вихідних отворів зручно виразити через відомі величини  $D_3$  і  $D$ , тобто

$$l = \frac{D_3 - D}{2}, \quad (8)$$

де  $D_3$  – зовнішній діаметр пуансона.

В цьому випадку формула (7) запишеться наступним чином:

$$Q = \frac{\pi d^4 n g H_1}{8 \nu (D_3 - D) e^{d^4 n g t / 2 \nu D^2}} \quad (9)$$

Вирази (7) і (9) встановлюють взаємозв'язок між необхідною

витратою мастила для змащування робочих поверхонь пуансонів при листовому холодному штампуванні і конструктивними параметрами описаної системи змащування, фізико-механічними властивостями мастила і кінематичними параметрами пресу.

На рисунку 3, а показана конструкція верхньої частини штампу, яка складається із верхньої плити 7 з внутрішнім резервуаром 10, проміжної плити 5, пуансонотримача 4, розподільної плити 2, пуансонів 1. В проміжній плиті і пуансонотримачі зроблений отвір 14, який є продовженням резервуару 10.

Відповідно в нижній частині пуансонотримача профрезеровані канавки 12 прямокутного сечення, які з'єднують камери-проточки 13 з центральним отвором 14, а в розподільній плиті зроблені отвори, які утворюють з поверхнями пуансонів щілини 11 для витікання мастила із проточки 13 на робочі поверхні пуансона.

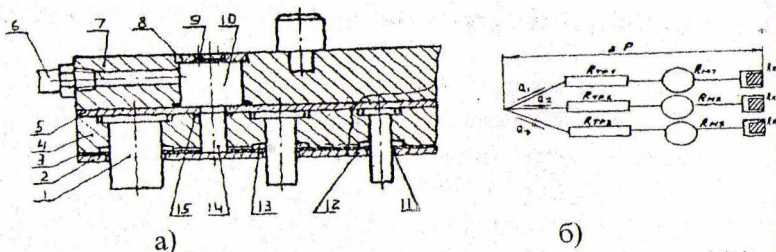


Рисунок 3 – Вирубний штамп з внутрішнім резервуаром (а) і схема маслопроводу штампу (б)

Резервуар 10 закритий кришкою 8, яка має пробку 9 з отворами змінного сечення для з'єднання резервуара з атмосферою. Для поповнення системи мастилом ззовні в процесі роботи в верхній плиті є отвір, який з'єднує резервуар 10 з зовнішнім маслопроводом 6. Для запобігання витікання мастила через щілини передбачені прокладки 3, 15.

Необхідна витрата мастила встановлюється із умови якісного змащування пуансона. Нехай на одиницю контуру, який штампується потрібний розхід, який рівний  $q$ . Тоді витрати мастила повинні розподілятися по пуансонах пропорційно їх параметрам.

$$Q_i = qP_i, \quad (10)$$

де  $Q_i$  – розхід мастила на  $i$ -й пуансон;  
 $P_i$  – периметр  $i$ -го пуансона.

Повна витрата мастила буде рівна.

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i = q \sum_{i=1}^n P_i, \quad (11)$$

де  $n$  – кількість пуансонів.

Пропорційність розподілення досягається шляхом правильного підбору величини зазору в кільцевій щілині з врахування втрат в'язкого тертя в каналах підводу.

Схема маслопроводу змащування (рисунок 3, б) має розгалужену структуру від загального джерела до кожного пуансона.

Для штампування, коли пуансонів декілька і вони невеликого поперечного січення, доцільно застосовувати підвід мастила до пуансонів по периметру через кільцеву канавку.

В результаті випробовувань на Тернопільському комбайновому заводі дослідних штамів з запропонованою системою автоматичного змащування, встановлено, що останнє забезпечує достатньо надійне змащування робочих поверхонь пуансонів. Експериментальна перевірка показала, що отримані залежності дозволяють з достатньою точністю вести розрахунок систем для автоматичного змащування пуансонів. Фактичне коливання кількості мастила, яке подається в зону різання, складає 70–85% від розрахункового, що пояснюється втратами швидкості виходу мастила по отворах та іншими неврахованими факторами.

Крім цього при якісному неперервному процесі змащення пуансонів зусилля вирубування секторів гвинтових спіралей зменшується на 4...8%, при цьому підвищується якість поверхонь різання і надійність та довговічність штампа.

1. Гевко Б.М. Технологія виготовлення спіралей шнеков. - Львів: Вища школа, 1986.
2. А.с. №546414 ССРСР, МКИ А 01 D 33/08, 19/12. Штмп для холодного штампування / Б.М. Гевко, Р.М.Рогатынский и др. (СССР). - 1980.
3. Р. Лещук. Перспективні технології виготовлення секційних спіралей шнеків гнучких гвинтових конвєсерів. - Луцьк, Наукові нотатки, 2000, №7: - с. 133-138.