

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ ТА СПЕЦТЕХНОЛОГІЙ**

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА РОБОТИЗАЦІЯ КОВАЛЬСЬКО-
ШТАМПУВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА. Частина 1 Автоматизація
ковальсько-штампувального виробництва**

Методичні рекомендації до лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Прикладна механіка» спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Кропивницький
ЦНТУ
2020

Автоматизація та роботизація ковальсько-штампувального виробництва: Част. 1 Автоматизація ковальсько-штампувального виробництва: метод. рекомендації до виконання лабораторних робіт: для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Прикладна механіка» спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм навчання / [уклад. : В. Шмельов] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. обробки металів тиском та спецтехнологій. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020 – 28 с.

Затверджено на засіданні кафедри
обробки металів тиском та спецтехнологій.
Протокол № 7 від 28.02.2020 р.

Укладачі: Віталій Шмельов канд. техн. наук, доцент, завідувач
кафедри обробки металів тиском та спецтехнологій.

Рецензент: В. Носуленко, доктор техн. наук., професор, професор
кафедри обробки металів тиском та спецтехнологій

Методичні рекомендації до лабораторних робіт здобувачів освіти спеціальності 131 «Прикладна механіка» розроблені у відповідності до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів та робочої програми дисципліни «Автоматизація та роботизація ковальсько-штампувального виробництва» для усіх форм навчання.

Здобувачі освіти денної і заочної форм навчання (дисципліна викладається на 4 курсі у 7 семестрі), у відповідності до даних методичних рекомендацій, виконують лабораторні роботи на лабораторних заняттях.

Зміст лабораторних робіт та засоби контролю, у відповідності до структури викладання дисципліни «Автоматизація та роботизація ковальсько-штампувального виробництва», наведено на сайті дистанційного навчання ЦНТУ <http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=1019>

© Автоматизація та роботизація
ковальсько-штампувального
виробництва: Част. 1 Автоматизація
ковальсько-штампувального
виробництва
Укладач: В. Шмельов, 2020
© ЦНТУ, м. Кропивницький

Лабораторна робота № 1

ВАЛКОВА ПОДАЧА

Мета роботи

Вивчення роботи валкової подачі і її приводу.

Визначення експлуатаційних характеристик подачі :

- пристрою для регулювання подачі
- межі регулювання кроку подачі

Устаткування і інструмент для проведення роботи

Прес з валковою подачею.

Штангенциркуль і сталеві лінійка.

Загальні відомості

Переваги холодного листового штампування перед іншими методами механічної обробки полягає в стабільності отримуваних розмірів і форми штампованої деталі, а також в мінімальній трудомісткості процесу, що отримується за рахунок швидкодії устаткування.

На пресах різної потужності штампуються партії деталей різної величини із стрічкового, смугового матеріалу і листів. Особливо низький коефіцієнт використання числа ходів повзуна на операціях вирубування, гнучкі і витяги. Для автоматизації цих операцій розроблені різні механізми подачі матеріалу в штамп

Як універсальний пристрій застосовують валкову подачу.

Валкові подачі призначені для автоматизації подачі смуг і стрічок в робочу зону штамп. Ці подачі універсальні і надійні в роботі.

Оброблюваний матеріал затискається між розташованими на каретці валяннями і при їх обертанні переміщається на крок подачі. Залежно від числа кареток розрізняють односторонні (з однією кареткою) і двосторонні (з двома каретками) валкові подачі. Односторонні валкові подачі можуть бути двох типів штовхаючі і тягнучі. У двосторонніх валкових подачах синхронне обертання валків обох кареток забезпечується з'єднанням їх спеціальними механізмами важільного, рейкового або конічно-шестерного типу

На рис.1.1 показаний загальний вигляд преса з валковою подачею (схема).

Прес складається з наступних вузлів і механізмів, представлених на кінематичній схемі:

- шатуна (2), ексцентрикового вала (6), маховика (7), приводного електродвигуна (4);

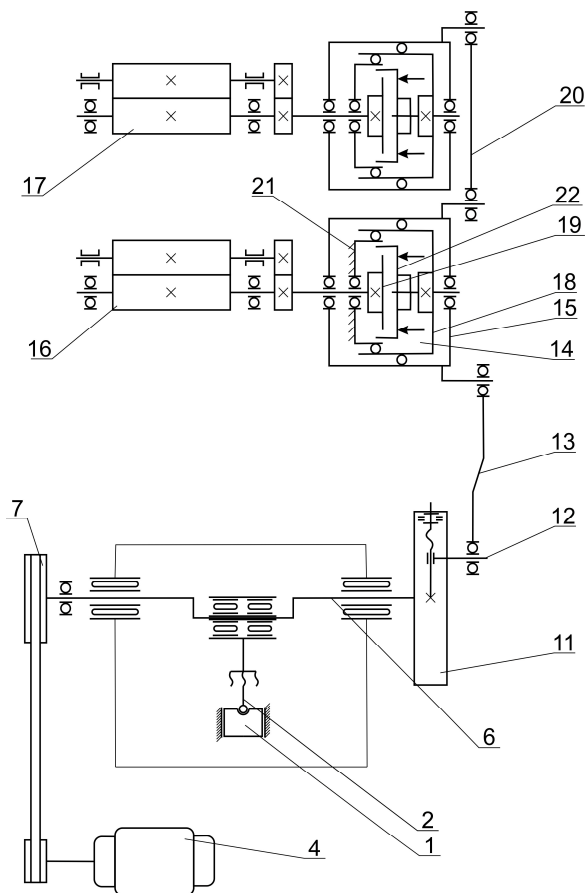


Рис.1.1. Кінематична схема преса-автомата

- механізм подачі, що складається з диска подачі (11) з повзуном (12) і шатуном (13);

- обгінні муфти з фрикційним пристроєм (14), спарником (20), подавальними (16) і тягнучими (17) роликми подачі.

Вал двигуна через клинопасову передачу і маховик передає обертання ексцентриковому валу. Шатун, сполучений з ексцентриковим валом за допомогою кульового гвинта передає зворотно-поступальний рух повзуну (1).

Диск подачі знаходиться на іншому кінці ексцентрикового валу. В диску розміщується повзун, який може переміщатися по тих, що направляють при обертанні регульовального гвинта; уздовж напрямних є пристрій для виміру положення повзуна і фіксувальний пристрій. Повзун

за допомогою шатуна з'єднується з муфтою подачі. Муфти подачі сполучені між собою спарником. Відношення між ексцентриситетом повзуна і провідними роликками складає 3,3.

Робота муфти подачі

Корпус з кришкою (15) муфти посаджені на підшипниках кочення і вільно обертаються на валу провідних роликків подачі (16) і (17). При обертанні корпусу, наприклад, за годинниковою стрілкою, вступає в роботу перша муфта обгону : роликки заклинюються між корпусом (15) і зірочкою (18) першої муфти обгону і повертають зірочку (пов'язана з валиком шпонкою). Ця зірочка є одночасно корпусом фрикційної муфти, в якому розміщений провідний фрикційний диск (22). Ведений фрикційний диск (19) встановлюється на зірочці, зірочки другої муфти обгону (21), що вільно обертається в секторних лазах. Фрикційна муфта служить в даному випадку гальмом і гасить усі моменти інерції, що виникають при обертанні зірочки першої муфти обгону. Ведений диск фрикційної муфти через шпонку передає рух валу провідного (нижнього) валка (16). При зворотному русі корпусу вступає в роботу друга муфта обгону. Зірочка другої муфти обгону нерухомо закріплена на станині. Роликки другої муфти обгону заклинюють першу і другу зірочки. Відбувається зворотний поворот тільки корпусів муфти подачі. Верхній валок приводиться в рух за допомогою шестерної передачі.

Установка кроку подачі здійснюється зміщенням повзуна відносно осі обертання диска подачі. Крок подачі для виробу, що вирубується, який має жорсткий допуск, перевіряється і налагоджується пробним методом.

Порядок виконання роботи

Ознайомитися з конструкцією пресу і валкової подачі. Визначити вузол регулювання рівня подачі (розташування лінії подачі стрічки по висоті). Визначити, що передбачено в подачі для забезпечення натягнення стрічки в процесі подачі.

Ознайомитися з конструкцією приводу подачі, знайти регулювання і вузли :

- кроку подачі,
- зусилля притиску валків до стрічки,
- вузол, що забезпечує періодичний поворот валків.

Замалювати кінематичну схему валкової подачі з приводом преса, на якому виконується робота.

Заправити стрічку. Вручну повернути маховик, здійснивши по 5-6 циклів при двох-трьох різних величинах подач. Визначити середню величину кожної подачі на один хід. Визначити відносну погрішність подачі і побудувати графік залежності її від величини кроку подачі.

Зміст звіту

Кінематична схема подачі.
Загальний вигляд подачі з основними розмірами.
Технічна характеристика подачі.
Висновки по роботі.

Контрольні питання

Будова валкової подачі?
Принцип дії муфти обгону, встановленої на пресі з валковою подачею, її призначення?
Розповісти роботу преса за кінематичною схемою?
Як змінити величину кроку подачі?

Лабораторна робота № 2

РОЗРАХУНОК ВАЛКОВОЇ ПОДАЧІ

Мета роботи

Вивчення роботи валкової подачі і її приводу.
Навчитись виконувати розрахунок валкової подачі

Устаткування і інструмент для проведення роботи

Прес з валковою подачею.
Штангенциркуль і сталеві лінійка.

Загальні відомості

1. Визначення зусилля протягування матеріалу. Зусилля протягування, а точніше зусилля опору протягуванню матеріалу, є відправною крапкою для розрахунку всіх пристроїв подачі матеріалу.

Зусилля протягування:

$$Q_z = G_n + Q_{тер} + Q_{б.тер} + Q_{ин},$$

де G_n – вага петлі, Н;

$Q_{тер}$ – сила тертя стрічки об дзеркало штампу, Н;

$Q_{б.тер}$ – сила тертя об направляючі в штампі, Н;

$Q_{ин}$ – сила інерції, Н.

Вагу петлі визначають по параметрах стрічки, максимально допустимої для даної подачі, і максимальній довжині петлі:

$$G_n = L_n \cdot B \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-9},$$

де L_n – максимальная довжина петлі, мм;

B – максимальна ширина стрічки для даної подачі, мм;

h – максимальна товщина стрічки для даної подачі, мм;

ρ – щільність матеріалу стрічки, кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

Сила тертя об дзеркало штампу:

$$Q_{тер} = G_1 \cdot \mu_1,$$

де $\mu_1 = 0,084-0,12$ – коефіцієнт тертя ковзання,

G_1 – вага ділянки стрічки між валками, що подають і тягнуть, Н.

Якщо бічні направляючі в штампі плоскі, то силою тертя об них нехтуємо. Для підпружинених направляючих сила тертя

$$Q_{об.тер} = Q_{пр} \cdot \mu_1,$$

де $Q_{пр}$ – сумарне зусилля пружин.

Основна трудність при розрахунку полягає у визначенні сили інерції. Сила інерції обчислюється для стрічки з максимальними параметрами, переміщеної на максимальний крок. По другому закону Ньютона маємо

$$Q_{ин} = m \cdot a,$$

де m – маса ділянки стрічки на ділянці між валками, що подають і тягнуть, та маса петлі;

a – прискорення, з яким переміщається стрічка, м/с².

З урахуванням перекладних коефіцієнтів системи одиниць прискорення:

$$a = 0,144 \cdot H \cdot \left(\frac{n}{\alpha_{нод}} \right)^2,$$

де H – максимальний крок подачі, мм;

n – число ходів преса за 1 хв;

$\alpha_{нод}$ – кут подачі по циклової діаграмі роботи преса, $\alpha_{нод} = 160...180^\circ$.

Прискорення стрічки не повинне перевищувати 15 м/с². При великих значеннях прискорення значно погіршується точність кроку подачі.

2. Визначення зусилля стиснення валків. Зусилля стискування валків:

$$Q_{п.з.} = \frac{\beta_2 \cdot Q_3}{\mu_1 \cdot z_1},$$

де $\beta_2 = 1,5...2,0$ – коефіцієнт надійності зчеплення;

z_1 – число приводних валків.

По знайденому значенню зусилля $Q_{p.z.}$ вибирають пружини для стиснення валків або пневмоциліндри.

3. Визначення діаметрів валків. Для кривошипно-рейкового приводу валкової подачі діаметр валка

$$D_B = \frac{\beta \cdot H}{\frac{4 \cdot e \cdot i}{m \cdot z} - \varphi_0},$$

де $m = \frac{d}{z}$ – модуль зубчатого зачеплення між обоймою муфти обгону і рейкою, мм;

d – ділильне коло шестерні, мм;

z – число зубів шестерні, пов'язаної з рейкою;

i – передавальне число зубчатого зачеплення між нижнім валком і муфтою обгону;

e – максимальний ексцентриситет приводного пальця планшайби, закріпленої на колінчастому валу преса, мм;

$\beta = 1,02 \dots 1,03$ – коефіцієнт, що враховує прослизання матеріалу між валками;

$\varphi_0 = 0,1 \dots 0,25$ – кут заклинювання муфти обгону, рад.

Значення модулів зубів от 1 до 25 мм:

- 1-й ряд (основний): 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25;

- 2-й ряд: 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22.

Для кривошипно-шестеренного приводу валкової подачі діаметр валка

$$D_B = \frac{\beta \cdot 2 \cdot H}{\varphi_3 - \varphi_0},$$

де φ_3 – кут повороту валків, рад.

Порядок виконання роботи

Ознайомитися з конструкцією преса і валкової подачі. Визначити вузол регулювання рівня подачі. Визначити, що передбачено в подачі для забезпечення натягнення стрічки в процесі подачі.

Ознайомитися з конструкцією приводу подачі, знайти регулювання і вузли :

- кроку подачі,
- зусилля притиску валків до стрічки,
- вузол, що забезпечує періодичний поворот валків.

Заправити стрічку. Вручну повернути маховик, здійснивши по 5-6 циклів при двох-трьох різних величинах подач. Визначити середню величину кожної подачі на один хід.

Виконати розрахунок валкової подачі.

Зміст звіту

Розрахунок валкової подачі.

Рекомендація по встановленню необхідної величини діаметра валка.

Висновки по роботі.

Контрольні питання

Будова валкової подачі?

Складові при визначенні зусилля протягування стрічки?

Розповісти роботу валкової подачі?

Як впливає зміна ексцентриситету планшайби закріпленої на кривошипному валу преса на зміну величини кроку подачі?

Лабораторна робота № 3

РОЗРАХУНОК РОЛИКОВО-КЛИНОВОЇ ПОДАЧІ

Мета роботи

Вивчення роботи ролико-клинової подачі.

Навчитись виконувати розрахунок ролико-клинової подачі

Загальні відомості

Роликово-клиновий захват складається (рис. 3.1, а) з корпуса 2, що поступально переміщується, в якому розміщують верхню 3 і нижню 8 клинову обойму. Верхній 1 і нижній 7 ролики змонтовані в спеціальній обоймі 6, що піджимається вправо за рахунок пружини 4.

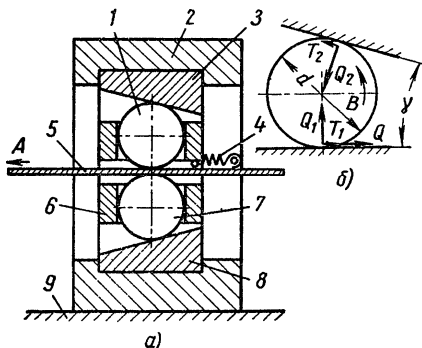


Рис. 3.1. Конструкція (а) і розрахункова (б) схема роликово-клинового захвату

При переміщенні корпуса 2 відносно нерухомої основи 9 вліво

відбувається перекачування роликів 1 і 7 по клиновим обоймам 3 і 8 в напрямку В (рис. 3.1, б). При цьому стрічка 5 заклинюється між роликami і переміщується в напрямку А. При русі корпуса 2 в право дія обойм, що заклинюють (3 і 8) переривається і ролики вільно перекочуються по стрічці, повертаючись у вихідне положення.

Розрахунок роликів-клинового захватного органу зводиться до визначення куту нахилу призми γ і до знаходження діаметра та кількості пар роликів, що заклинюють:

1. Визначення зусилля протягування матеріалу. Зусилля протягування, а точніше зусилля опору протягуванню матеріалу, є відправною крапкою для розрахунку всіх пристроїв подачі матеріалу.

Повне тягнуче зусилля:

$$Q_z = G_n + Q_{тер} + Q_{об.тер} + Q_{ин},$$

де G_n – вага петлі, Н;

$Q_{тер}$ – сила тертя стрічки об дзеркало штампу, Н;

$Q_{об.тер}$ – сила тертя об направляючі в штампі, Н;

$Q_{ин}$ – сила інерції, Н.

Вагу петлі визначають по параметрах стрічки, максимально допустимої для даної подачі, і максимальній довжині петлі:

$$G_n = L_n \cdot B \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-9},$$

де L_n – максимальна довжина петлі, мм;

B – максимальна ширина стрічки для даної подачі, мм;

h – максимальна товщина стрічки для даної подачі, мм;

ρ – щільність матеріалу стрічки, кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

Сила тертя об дзеркало штампу:

$$Q_{тер} = G_1 \cdot \mu_1,$$

де $\mu_1 = 0,084-0,12$ – коефіцієнт тертя ковзання;

G_1 – вага ділянки стрічки між валками, що подають і тягнуть, Н.

Якщо бічні направляючі в штампі плоскі, то силою тертя об них нехтуємо.

Для підпружинених направляючих сила тертя:

$$Q_{об.тер} = Q_{пр} \cdot \mu_1,$$

де $Q_{пр}$ – сумарне зусилля пружин.

Основна трудність при розрахунку полягає у визначенні сили інерції. Сила інерції обчислюється для стрічки з максимальними параметрами, переміщуваної на максимальний крок. По другому закону Ньютона маємо

$$Q_{in} = m \cdot a,$$

де m – маса ділянки стрічки на ділянці між валками, що подають і тягнуть, і маса петлі;

a - прискорення, з яким переміщається стрічка, м/с^2 .

З урахуванням перекладних коефіцієнтів системи одиниць прискорення:

$$a = 0,144 \cdot H \cdot \left(\frac{n}{\alpha_{nod}} \right)^2,$$

де H - максимальний крок подачі, мм;

n - число ходів преса за 1 хв (для преса КД 2122 $n=160$);

α_{nod} – кут подачі по цикловій діаграмі роботи преса, $\alpha_{nod} = 160 \dots 180^\circ$.

Прискорення стрічки не повинне перевищувати 15 м/с^2 . При великих значеннях прискорення значно погіршується точність кроку подачі.

2. Тягнуче робоче зусилля:

$$Q = \frac{\beta \cdot Q_3}{2 \cdot z_p},$$

де $\beta = 1, 2 \dots 1, 3$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження між роликками;

z_p – число пар роликків в одному корпусі.

3. Сила тертя, що виникає від кочення роликків по поверхні стрічки і обойми:

$$T_{1(2)} = Q_{1(2)} \cdot \frac{2 \cdot k}{d},$$

де $k = 0,005$ – коефіцієнт тертя кочення для м'яких сталей, см;

d – діаметр ролика, см;

z – число зубів шестерні, пов'язаної з рейкою;

$Q_1 = \frac{Q}{\text{tg } \gamma}$ – нормальний тиск.

4. Максимальний кут γ нахилу обойми обмежений умовою заклинювання ролика

$$\text{tg } \frac{\gamma}{2} \leq \text{tg } \rho = \mu$$

де ρ – найменший кут тертя між роликом і спряженою поверхнею при коефіцієнт тертя μ , за умов тертя сталі по сталі приймемо $\mu = 0,1$.

5. Максимальне контактне напруження зминання в місці дотику ролика з плоскою поверхнею

$$\sigma_{\max} = 0,798 \sqrt{\frac{Q_1}{d \cdot B \cdot \left(\frac{1-\nu_1^2}{E_1} - \frac{1-\nu_2^2}{E_2} \right)}} \leq [\sigma_{\text{зм}}]$$

де d і B – діаметр і ширина ролик в см; ν_1 і ν_2 коефіцієнти Пуассона для матеріалу ролика і стрічки, приймають 0,3;

E_1 і E_2 – модуль пружності для матеріалу ролика і стрічки: для сталі $E = (2...2,2) \cdot 10^8$ кН/м²;

$[\sigma_{\text{зм}}]$ – граничне напруження змінання $[\sigma_{\text{зм}}] \approx 2 \cdot \sigma_S$;

σ_S – межа текучості матеріалу для стрічки зі сталі 2 $\sigma_S = 2,8 \cdot 10^5$ кН/м².

6. Граничне напруження в місці контакту заготовки з роликом, що викликає змінання заготовки

$$q_c = 6,28 \cdot \sigma_S^2 \cdot \left(\frac{1-\nu_1^2}{E_1} + \frac{1-\nu_2^2}{E_2} \right)$$

7. Число пар роликів

$$z_p > \frac{\beta \cdot Q_3}{2 \cdot q_c \cdot B \cdot d \cdot \text{tg} \gamma}$$

Порядок виконання роботи

Ознайомитися з конструкцією клино-роликової подачі.

Виконати розрахунок клино-роликової подачі.

Зміст звіту

Розрахунок клино-роликової подачі.

Рекомендація по встановленню необхідної величини діаметра ролика, кута нахилу обойми, кількості пар роликів.

Висновки по роботі.

Контрольні питання

Будова клино-роликової подачі?

Складові при визначенні зусилля протягування стрічки?

Розповісти роботу клино-роликової подачі?

Як впливає зміна ексцентриситету планшайби закріпленої на кривошипному валу преса на зміну величини кроку подачі?

Лабораторна робота № 4

АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС НА БАЗІ ОДНОКРИВОШИПНОГО ВІДКРИТОГО ПРЕСА КД 2122

Мета роботи

Вивчення конструкції автоматичного комплексу.

Порядок виконання роботи

Ознайомитися з конструкцією автоматичного комплексу.
Розробити ескіз комплексу з описом його складових.

Зміст звіту

Ескіз автоматичного комплексу (дві проєкції) із габаритними розмірами.

Опис складових комплексу та їх застосування.

Висновки по роботі.

Контрольні питання

З яких складових складається комплекс?

Для якого виду вихідного матеріалу застосовується даний комплекс?

В яких режимах може працювати даний комплекс?

Яким чином виконати налаштування комплексу на штампування деталей різних розмірів?

Які основні характеристики комплексу?

Які операції обробки тиском можуть бути виконані на даному комплексі?

Лабораторна робота № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІ РОЗМОТУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Мета роботи

Вивчення конструкції розмотувального пристрою.

Навчитись виконувати розрахунок розмотувального пристрою.

Розрахунок розмотувального пристрою

Визначення тягнучого зусилля розмотування матеріалу:

$$Q_{роз} = Q_p + Q_{in},$$

де Q_p – тягнуче зусилля, необхідне для розпрямлення вихідного матеріалу, Н;

Q_{in} - зусилля на подолання сил інерції, Н.

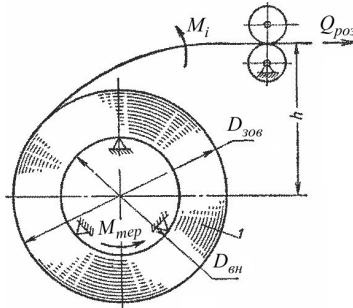


Рис. 5.1. Розрахункова схема розмотувального пристрою

$$Q_p = \frac{M_з + M_{тер}}{h},$$

де $M_з$ – момент згину, для забезпечення пластичного згину без врахування зміцнення, Н·мм;

$M_{тер}$ – момент тертя, Н·мм;

h – відстань від рулону до лінії видачі, мм.

$$M_з = 1,1 \cdot \sigma_s \cdot \frac{S^2 \cdot b}{4},$$

де σ_s – істинне напруження, для сталі 08кп $\sigma_s = 180$ МПа;

S – товщина матеріалу, мм;

b – ширина матеріалу, мм.

$$M_{тер} = F_{тер} \cdot \frac{D_{306}}{2},$$

де $F_{тер}$ – сила тертя, Н;

D_{306} – зовнішній діаметри рулону, мм.

$$F_{тер} = k \cdot G,$$

де k – коефіцієнт тертя кочення, для радіального підшипника $k = 0,002$, для сферичного підшипника $k = 0,0015$, для радіально-упорного і упорного підшипника $k = 0,003$;

G – сила тяжіння рулону.

$$G = V \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-9},$$

де V – об'єм рулону, мм³;
 ρ – щільність матеріалу стрічки, кг/м³;
 g – прискорення вільного падіння, м/с².

Сила інерції, що виникає в наслідок періодичної зупинки і розгону рулону.

$$Q_{in} = \frac{J_p \cdot \varepsilon_{max}}{h},$$

де J_p – момент інерції рулону, що розмотується;

ε_{max} – максимальне прискорення, що виникає при обертанні рулонна;

$$\varepsilon_{max} = \frac{2 \cdot a}{D_{зов}},$$

де a – прискорення, з яким переміщається стрічка.

$$J_p = \frac{G}{8 \cdot g} \cdot (D_{зов}^2 + D_{вн}^2),$$

де $D_{зов}$, $D_{вн}$ – зовнішній і внутрішній діаметр рулону, мм.

З урахуванням перекладних коефіцієнтів системи одиниць прискорення, м/с²:

$$a = 0,144 \cdot H \cdot \left(\frac{n}{\alpha_{nod}} \right)^2,$$

де H – максимальний крок подачі, мм;

n – число ходів преса за 1 хв (для преса КД 2122 $n=160$);

α_{nod} – кут подачі по цикловій діаграмі роботи преса, $\alpha_{nod} = 160 \dots 180^\circ$.

Порядок виконання роботи

Ознайомитися з конструкцією розмотувального пристрою.

Виконати розрахунок розмотувального пристрою.

Зміст звіту

Розрахунок розмотувального пристрою. Ескіз розмотувального пристрою з основними розмірами. Висновки по роботі.

Контрольні питання

Які існують типи розмотувальних пристроїв?

Складові при визначенні зусилля розмотування стрічки?

За яким принципом вибирають тип розмотувального пристрою?

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРАВИЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Мета роботи

Вивчення конструкції правильного пристрою.
Навчитись виконувати розрахунок правильного пристрою.

Загальні відомості

Стабільна робота подаючи пристроїв, а також отримання якісних деталей з безперервного матеріалу в значній мірі залежить від правлення матеріалу. В засобах автоматизації для правлення матеріалу застосовують спеціальні пристрої з обертальними роликками. На рис. 1 показано типову конструкцію правильного пристрою. Нижні ролики 1 встановлені в корпусі 2 на нерухомих осях і можуть тільки обертатися, верхні ролики 3, окрім обертання, можуть переміщуватися по вертикалі з допомогою спеціальних гвинтів 4. Заправлення матеріалу відбувається у ручну.

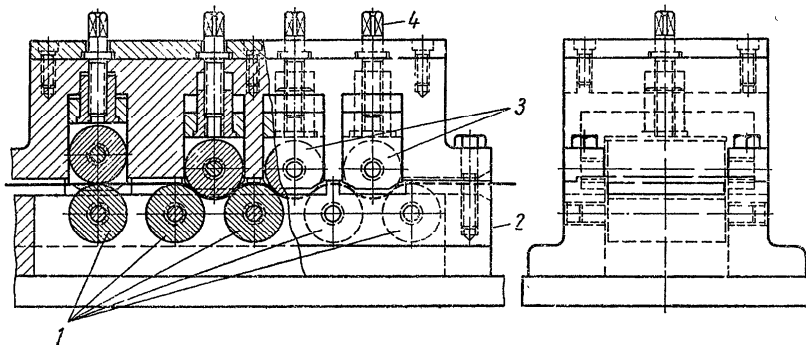


Рис. 6.1 . Типова конструкція правильного пристрою

Число правильних роликів залежить від товщини стрічки або діаметру проволочи.

Товщина (діаметр) матеріалу в мм	0,4...1, 5	0,6...2, 5	1...4
Число правильних роликів z_{np}	7...11	7...9	5...7

Для безперервного матеріалу правка бажана у всіх випадках; при використанні стрічки товщиною понад 2мм і проволочи діаметром понад 1мм правлення обов'язкове. Для цього правильні ролики розташовують у шаховому порядку, налагоджування їх (переміщення верхніх роликів 3 по

вертикалі) виконується виходячи з того, що кожна ділянка матеріалу повинна отримати знакозмінні згинальні напруження, що перевищують межу текучості матеріалу. В результаті чого нерівності матеріалу усуваються.

Розрахунок розмотувального пристрою

Визначення крутного моменту правильного пристрою:

$$M_{p.n} = 2M_3 z_{np},$$

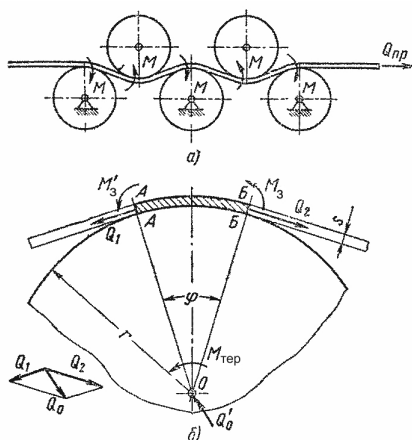


Рис. 6.2. Розрахункова схема правильного пристрою

де M_3 – момент згину, для забезпечення пластичного згину без врахування зміцнення, Н·мм;

z_{np} – відстань від рулону до лінії видачі, мм.

$$M_3 = 1,1 \cdot \sigma_s \cdot \frac{S^2 \cdot b}{4},$$

де σ_s – істинне напруження, для сталі 08кп $\sigma_s = 180$ МПа;

S – товщина матеріалу, мм;

b – ширина матеріалу, мм.

Визначення тягнучого зусилля правильного пристрою

$$Q_m = Q_{np} + Q_{роз},$$

де Q_{np} – зусилля правлення матеріалу, Н;

$Q_{роз}$ – зусилля розмотування стрічки, при застосуванні приводного розмотувального пристрою $Q_{роз} = 0$, Н.

Визначення зусилля правлення матеріалу

$$Q_{np} = \frac{1,1 \cdot \sigma_s \cdot S^2 \cdot b \cdot z_{np}}{2 \cdot \left(r + \frac{S}{2} \right)} + \frac{M_{мер}}{\left(r + \frac{S}{2} \right)},$$

де $M_{мер}$ – момент тертя, Н·мм;

z_{np} – кількість правильних валків;

r – радіус правильних валків, мм.

$$M_{мер} = F_{мер} \cdot r \cdot z_{np},$$

де $F_{мер}$ – сила тертя в опорах валків, Н.

$$F_{мер} = k \cdot G,$$

де k – коефіцієнт тертя кочення, для радіального підшипника $k = 0,002$, для сферичного підшипника $k = 0,0015$, для радіально-упорного і упорного підшипника $k = 0,003$; G – сила тяжіння валків.

$$G = V \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-9},$$

де V – об'єм валків, мм³, ρ – щільність матеріалу валків, кг/м³;
 g – прискорення вільного падіння, м/с².

Розрахунок числа обертів валків

$$n_g = \frac{30 \cdot V_{max}}{\pi \cdot r},$$

де V_{max} – максимальна швидкість переміщення стрічки, мм/с.

$$V_{max} = 0,144 \cdot H^2 \cdot \left(\frac{n}{\alpha_{nod}} \right)^2,$$

де H – максимальний крок подачі, мм; n – число ходів преса за 1 хв (для преса КД 2122 $n = 160$);

α_{nod} – кут подачі по цикловій діаграмі роботи преса, $\alpha_{nod} = 160 \dots 180^\circ$.

Порядок виконання роботи

Ознайомитися з конструкцією правильного пристрою.

Виконати розрахунок правильного пристрою.

Зміст звіту

Розрахунок правильного пристрою.

Ескіз правильного пристрою з основними розмірами.

Висновки по роботі.

Контрольні питання

Яким чином відбувається правлення матеріалу?
Принцип роботи правильного пристрою?
Складові при розрахунку зусилля правлення?
За яких умов правлення матеріалу обов'язкове?
Які типи матеріалу підлягають правленню в правильних пристроях?

Лабораторна робота № 7

ВИВЧЕННЯ РОБОТИ І ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АВТОМАТИЧНОГО БУНКЕРНОГО ЗАХВАТНО-ОРІЄНТУЮЧОГО ПРИСТРОЇ (АБЗОП)

Мета роботи

Вивчення конструкції і взаємодії елементів АБЗОП.
Визначення експлуатаційних характеристик АБЗОП.
Дослідження впливу частоти і амплітуди вібрації на продуктивність пристрою.

Обладнання та інструмент для проведення роботи

Вібробункер в складі комплексу листоштампувальні на базі преса однокривошипний відкритого простого дії АККД 2118А.
Віброметр моделі.
Секундомір.
Деталі або заготовки деталей.

Конструкція і робота АБЗОП

Особливість автоматизації процесів штампування з штучних заготовок полягає в надзвичайному різноманітті просторової конфігурації заготовок і значній відмінності їх за габаритними розмірами.

Засоби автоматизації для завантаження преса штучними заготовками являють собою комплекс механізмів і пристроїв, що забезпечують поштучний автоматичну подачу заготовок на робочу позицію із заданим темпом і необхідною точністю.

Одним з таких засобів є автоматичний бункерний захватно-орієнтуєчий пристрій (АБЗОП).

АБЗОП прості за конструкцією і в порівнянні з іншими типами завантажувальних пристроїв вимагають малої потужності для свого

приводу. На рис. 7.1 показано автоматичний бункерний захватно-орієнтуючий пристрій вібраційного типу. Деталі засипаються в бункер, що складається з чаші 1 зі спіральним лотком 16 і конусоподібного дна 2. Чаша центрується колонкою 9, установленою на підставі 7. Дно спирається на три багатозарові підвіски-пружини 12, які біля дна прикріплені до тримачам 3 якорів електромагніта постійного струму, а біля основи - до тримача 13. Три зварних кронштейна 6, прикріплені до основи 7, утримують електромагніти 5.

Останні живляться від селенових випрямлячів 11. Вібробункер встановлений на гумові ніжки-амортизатори 10, а його середня частина закрита кожухом, що охоплює 8. Для прийому заготовок служить предбункер 17.

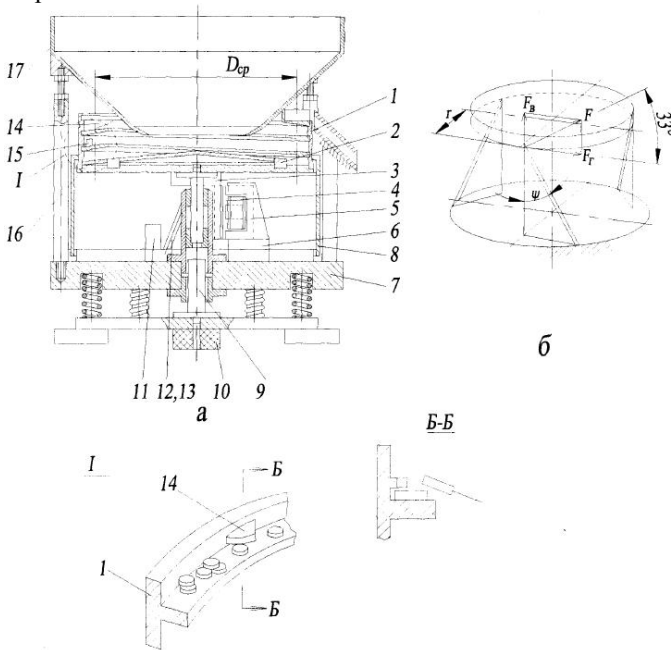


Рис. 7.1. Автоматичний бункерний захватно-орієнтуючий пристрій; а - розріз загального вигляду; б - схема діючих сил при вібрації

При живленні однополуперіодним випрямленим струмом чаша бункера отримує змінно-зворотні коливання по гвинтовій лінії. Завдяки цьому, заготовки 15, що знаходяться на дні бункера, починають переміщатися по спіральному лотку вгору. На своєму шляху заготовки зустрічають спеціальний пристрій 14, яке скидає неправильно орієнтовані або здвоєні заготовки.

Розглядається пристрій має наступні основні вузли і механізми: захватний орган - лоток по внутрішній поверхні чаші; привод -

електромагніт постійного струму з багат шаровими пружинами; засоби орієнтації - скидачі.

Коливальна система бункера працює в резонансі з вібратором, при цьому заготовки будуть рухатися вгору по лотку, що має просте гармонійне коливальний рух. При цьому лотку, нахиленому під кутом α до горизонту, повідомляється гармонійне коливальний рух під кутом β , град ($\beta > \alpha$).

Для представлення процесу руху по такому лотку необхідно розглянути графік швидкості заготовки. Графік швидкості лотка (складової v_a , спрямованої уздовж лотка) наведено на рис. 7.2 і виражається синусоїдою $opgn$, що має рівняння

$$v_a = \omega \cdot A \cdot \sin \omega t$$

де A - амплітуда коливань в напрямку лотка; ω - кутова частота коливань; t - час.

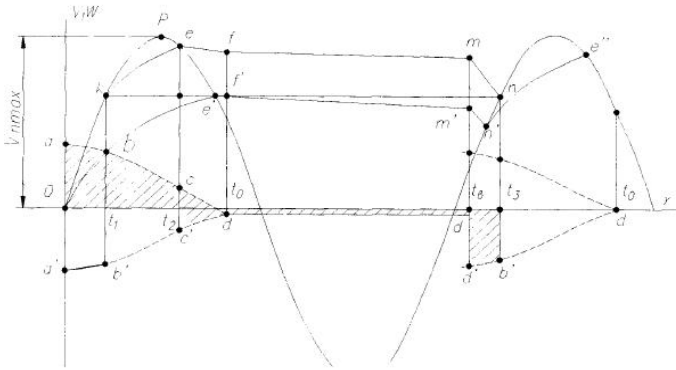


Рис. 7.2. Графік швидкості руху лотка і розгону заготовки

Для переміщення заготовки по лотку йому повідомляється рух, при якому заготовка повинна проковзувати щодо лотка і рухатися з прискоренням, яке виражається формулою

$$W = g(f \cdot \cos \alpha - \sin \alpha) + f \cdot \sin(\beta - \alpha) \cdot A \omega^2 \cdot \cos \omega t$$

де g - прискорення сили тяжіння (криві прискорення показані на графіку пунктирними лініями $abcd$ і $a'b'c'd'$ - негативні); f - коефіцієнт тертя заготовки на поверхні лотка.

Для забезпечення проковзування заготовки прискорення лотка на початку руху для практично застосовуваних самих малих амплітуд коливань має бути більше критичного, тобто, більше максимального прискорення лотка, при якому заготовка буде рухатися разом з лотком без проковзування.

Швидкість руху заготовки вздовж лотка зростатиме по кривій oe поки в точці e' швидкості лотка і заготовки не зрівняються. Так як

швидкість лотка в цей час падає, то, починаючи з деякого моменту часу t_0 , заготовка під дією сили інерції відривається від лотка. Момент відриву заготовки від лотка визначається по формулі

$$t_0 = \frac{1}{\omega} \arccos \frac{g \cdot \cos \alpha}{A \omega^2 \sin(\beta - \alpha)}$$

Надалі заготовка летітиме по повітрю зі швидкістю, яка визначається прямий $f'm'$ уповільнення цієї швидкості $W = g \sin \alpha$ на графіку виражено прямою dd' .

У точці m' , яка визначається періодом часу t_0 , заготовка знову зустрінеться з лотком. Якщо швидкість заготовки в цей момент більше швидкості лотка, то надалі вона буде рухатися з уповільненням, вираженим формулою

$$W = -g(f \cos \alpha + \sin \alpha) - f \sin(\beta - \alpha) \cdot A \omega^2 \cos \omega t$$

поки в точці n' швидкості заготовки та лотка не зрівняються (графік негативного прискорення - крива $a'b'd'$).

Починаючи з точки n' , цикл повторюється, заготовка рухатиметься з проковзуванням щодо лотка, і швидкість її буде рости по кривій $n'e'$. У точці e'' швидкості заготовки та лотка зрівняються, після чого піде деяке уповільнення; в процесі першого коливання заготовка розганяється до швидкості, яка визначається точкою m' , в результаті чого під час руху разом з лотком у другому циклі її швидкість підвищується ще більше (швидкість в точці e'' вище, ніж в точці e').

Протягом наступних декількох циклів розгін заготовки буде продовжуватися, поки не наступить режим усталеного руху (крива $kefmn$); він настає тоді, коли прирощення швидкості на ділянці розгону дорівнюватиме сумі падінь швидкості на ділянках уповільнення, тобто, коли

$$n_{\alpha} t_1 b c t_2 = n_{\alpha} t_2 c' d t_0 + n_{\alpha} t_0 d d' t_e + n_{\alpha} t_e a' b' t_3$$

В цьому випадку ордината точки початку розгону в одному циклі (точка k) дорівнюватиме ординаті точки початку розгону в іншому циклі (точка n) буде змінюватися по кривій $kefmn$, коливатися від v_{\max} в точці e до v_{\min} у точці n .

Дослідженнями встановлено, що середня швидкість заготовки v_3 прямо пропорційна максимальній швидкості лотка v_{\max} і залежно від правильності обраних кутів α і β для даної частоти і амплітуди коливаний наблизатиметься до $v_{\alpha \max}$, залишаючись завжди менше її. Тому швидкість руху заготовки по лотку можна виразити формулою:

$$v_3 = v_{\alpha \max} \cdot k_c$$

де k_c – коефіцієнт швидкості, що характеризує величину розгону заготовки.

З графіка (рис. 7.2) випливає, що на величину середньої швидкості заготовки в сталому циклі руху впливає фаза відриву t_0 і фаза зустрічі заготовки з лотком після польоту t_e . Ці величини залежать від амплітуда коливань лотка і кута β . Кожній певної амплітуді відповідає оптимальний кут β , що визначає раціональні величини t_0 і t_e , при яких виходить найбільший розгін заготовки, а отже, і максимальна величина коефіцієнта швидкості.

На рис. 7.1 показана конструкція вібробункера. Кут підйому спіралі коливального процесу (руху) β біля точок, розташованих на середньому діаметрі лотка D_{cp} , визначається по формулі

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \psi \cdot \frac{r}{R}$$

де ψ – кут нахилу пружин-стрижнів; r – радіус кріплення стрижнів до чаші; $R \sim D_{cp}$ – середній радіус лотка.

Завантажені в бункер заготовки сповзають по конусу (2) до лотка (16), піднімаються під дією вібрації по лотку вгору і потрапляють в приймальню частина магазину (14).

Визначення основних параметрів АБЗОП

Продуктивність, споживана потужність і надійність роботи вібробункера значною мірою залежать від правильного вибору його основних конструктивних параметрів.

Продуктивність вібробункера визначається формулою

$$Q = \frac{60v_3}{l_3} K \text{ (шт/хв)},$$

де v_3 – швидкість руху заготовки по лотку в мм/с;

l_3 - розмір сторони заготовки, якій вона розташовується уздовж лотка;

K - коефіцієнт заповнення, що враховує розриви в потоці заготовок, рухомих по лотку бункера.

Максимальна швидкість лотка при коливальному русі його по гармонійному закону визначається по формулі

$$v_{\alpha \max} = \pi \cdot v \cdot A \text{ [мм / с]},$$

де v – частота коливань в Гц;

A - амплітуда коливань лотка в мм.

Підставляючи значення з формули (4.4) в формулу (4-1), отримаємо швидкість руху заготовки

$$v_3 = \pi \cdot v \cdot A \cdot k_c.$$

Враховуючі зазначене, отримаємо продуктивність бункера

$$Q = \frac{60\pi \cdot v \cdot A \cdot k_c \cdot K}{l_3}$$

Основними параметрами, що впливають на роботу АБЗОП, є наступні: частота коливань; кут нахилу пружин; кут нахилу, форма і крок спірального лотка; коефіцієнт швидкості; коефіцієнт заповнення; діаметр чаші бункера; жорсткість пружинних стержнів; спосіб здійснення вібрації.

Частота коливань. Зі зменшенням частоти коливань при одній і тій же швидкості заготовок зменшуються інерційні зусилля АБЗОП. Оптимальна частота - 50 і 100 Гц.

Кут нахилу пружин приймається в залежності від кута руху лотка по формулі

$$\operatorname{tg} \psi = \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{R}{r}$$

де r – радіус кріплення пружин до днища бункера;

R – середній радіус спірального лотка.

Оптимальний кут руху лотка β , який би найбільшу величину коефіцієнта швидкості k_c , залежить від амплітуди і частоти коливань чаші бункера. Оптимальні кути для необхідних швидкостей руху заготовок і обраної частоти коливань бункера можна визначити за графіком (рис. 7.3).

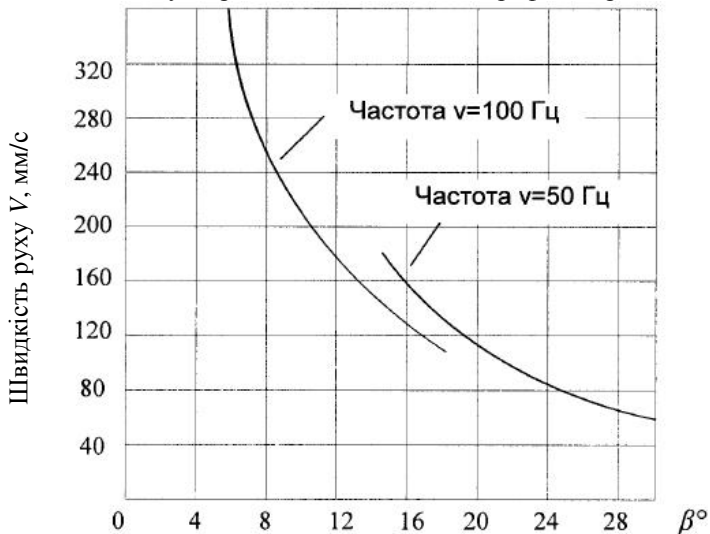


Рис. 7.3. Графік залежності швидкості руху заготовки від частоти коливань бункера і кута руху лотка

Кут підйому, форма і крок спірального лотка. Дослідження встановило, що зі збільшенням кута підйому спіралі швидкість руху заготовки зменшується і при певному куті $\alpha_{гран}$ рух припиняється.

Граничний кут визначається по формулі

$$tg \alpha_{гран} = f^2 tg \delta$$

де f – коефіцієнт тертя заготовки по поверхні лотка;

δ – кут між площиною лотка і напрямком його руху, $\delta = \beta - \alpha$ орієнтовно для визначення кута δ можна прийняти кут $\alpha = 1,5 \dots 2^\circ$

Для надійності роботи бункера і отримання максимальної швидкості заготовок кут підйому спіралі слід робити мінімальним, не перевищуючи $(0,7-0,8)\alpha_{гран}$.

Форма і крок спірального лотка вибираються в залежності від геометричної форми і розмірів заготовки. Для великих, нескладної форми плоских і циліндричних заготовок з співвідношенням розмірів $l/d > 2$ і $l/d < 0,5$, (l – довжина, d – діаметр заготовки) при роботі з предбункером рекомендується плоский лоток, верхня площина лотка нахилена в сторону стінки бункера під кутом 3-4 °.

В цьому випадку крок спіралі лотка не повинен допускати попадання на лоток двох заготовок одночасно і визначається за формулою

$$t = 1,6h - s,$$

де h – розмір заготовки (діаметр або товщина), вимірюваної перпендикулярно до площини лотка;

s – товщина лотка.

Для тонких плоских заготовок і заготовок малих розмірів більш складної форми крок спіралі слід робити виходячи з кута підйому $\alpha = (0,7-0,8)\alpha_{гран}$ і вибраного діаметра чаші бункера.

Для поштучної подачі деталей профіль робочої частини спірального лотка підбирається так, щоб заготовка на лотку утримувалася тільки в одному певному положенні, для чого також встановлюються скидачі і т. інше.

Коефіцієнт швидкості k_c – залежить від правильності обраного кута для даної частоти і амплітуди, а також від кута α і коефіцієнта тертя f заготовки по лотку.

Для кута $\alpha = 1,5^\circ$ при оптимальних кутах передачі руху β і різних коефіцієнтах тертя заготовки по лотку коефіцієнт швидкості знаходиться в межах $k_c = 0,6-0,7$.

У разі неправильного вибору кута β на величину коефіцієнта швидкості значний вплив чинить коефіцієнт тертя заготовки по лотку. Коефіцієнт швидкості в цьому випадку буде менше наведених величин. Більш значне його зниження буде у заготовок з малим коефіцієнтом f .

Спосіб здійснення вібрації. Застосовуються два способи повідомлення необхідного коливального руху бункеру:

- За допомогою трьох тангенціальних вібраторів, як у бункера на рис. 7.1;

- За допомогою одного вертикального вібратора, якір якого кріпиться в центрі днища бункера і робить коливання у вертикальному напрямку. Коливання тангенціально розташованими похилими стержнями перетворюються в коливання чаші бункера по спіралі.

У завантажувальних пристроях, розрахованих на високу швидкість заготовок і тому мають невеликі кути нахилу пружин, перевагу слід віддавати приводу за допомогою трьох вібраторів, що споживає меншу потужність.

Для завантажувальних пристроїв з малою швидкістю руху заготовок по спіральному лотку і, отже, мають великі кути нахилу пружин, а також для бункерів малих розмірів, конструктивно більш зручним може виявитися один вертикальний вібратор.

Порядок виконання роботи

Розрахувати продуктивність АБЗОП для наявних заготовок і порівняти її з фактичною продуктивністю комплексу. Для цього за допомогою віброметра визначити частоту і амплітуду коливань вібробункера, визначити експериментально коефіцієнт заповнення лотка, як відношення сумарної довжини всіх заготовок, розташованих на лотку, до довжини середньої лінії спірального лотка.

Змінити 3-4 рази частоту коливань бункера. Визначити продуктивність і побудувати залежність продуктивності від частоти коливань бункера.

Зробити висновки по роботі.

Зміст звіту

Ескіз АБЗОП з основними розмірами. Опис складових АБЗОП. Опис роботи АБЗОП. Розрахунки. Висновки.

Контрольні питання

Для якого типу вихідного матеріалу застосовують АБЗОП?

За рахунок чого відбувається переміщення заготовки?

Складові АБЗОП?

До якого типу, за принципом дії, відноситься даний АБЗОП?

Розповісти принцип роботи АБЗОП?

Пояснити процес прискорення заготовки на вібрлотку.

Розповісти влаштування АБЗОП.

Вказати фактори, що впливають на продуктивність АБЗОП.

Охарактеризувати переваги і недоліки вібраційного АБЗОП.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. И.А. Норицын, В.И. Власов Автоматизация и механизация технологических процессовковки и штамповки. – М.: Машиностроение 1967. – 400с.
2. Ю. М. Руднев Механизация и автоматизация листовой штамповки. Координатно-револьверные прессы М. : Машиностроение, 1975. - 136 с.
3. Е. А. Попов, В. Г. Ковалев, И. Н. Шубин Технология и автоматизация листовой штамповки М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 480 с. - ISBN 5-7038-1394-8
4. А. П. Владзиевский, А. П. Белоусов Основы автоматизации производства в машиностроении М. : Высш. шк., 1974. - 352 с.
5. С. Д. Бушуев, В. С. Михайлов Автоматика и автоматизация производственных процессов М. : Высш. шк., 1990. - 256 с.
6. І. І. Павленко Промислові роботи: Основи розрахунку та проектування Кіровоград : КНТУ, 2007. - 420 с.
7. І. І. Павленко, М. О. Годунко Захватні пристрої роботів Кіровоград : Лисенко В. Ф., 2015. - 367 с.
8. А. Е. Максименко, О. Н. Герасина, И. А. Гусев Проектирование цехов листовой и объемной штамповки М. : МГИУ, 2006. - 200 с. - ISBN 5-276-00922-8.

Зміст

1. Лабораторна робота № 1 ВАЛКОВА ПОДАЧА.....	3
2. Лабораторна робота № 2 РОЗРАХУНОК ВАЛКОВОЇ ПОДАЧІ.....	6
3. Лабораторна робота № 3 РОЗРАХУНОК РОЛИКОВО-КЛИНОВОЇ ПОДАЧІ.....	9
4. Лабораторна робота № 4 АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС НА БАЗІ ОДНОКРИВОШИПНОГО ВІДКРИТОГО ПРЕСА КД 2122.....	13
5. Лабораторна робота № 5 ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗМОТУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ.....	13
6. Лабораторна робота № 6 ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРАВИЛЬНОГО ПРИСТРОЮ.....	16
7. Лабораторна робота № 7 ВИВЧЕННЯ РОБОТИ І ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АВТОМАТИЧНОГО БУНКЕРНОГО ЗАХВАТНО- ОРІЄНТУЮЧОГО ПРИСТРОЇ (АБЗОП).....	19
8. ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	27