

УДК. 621.86

І.Гевко, канд. техн. наук, Іг.Гевко

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ДО ПИТАННЯ СКЛАДАННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ ПРУТКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ МАШИН

Приведено технологічні основи складання і відновлення пруткових полотен транспортно-технологічних систем машин. Розглянуті існуючі конструкції розкатників і дана їх характеристика щодо застосування. Виведені аналітичні залежності для визначення величини деформації, зусилля розкатування в залежності від марки матеріалу, геометричних параметрів об'єкта виробництва та режимів формоутворення.

Умовні позначення

- P_n - оптимальне зусилля деформації;
 h^* - відношенням об'єму пластичної деформації до площі найбільшого поперечного перерізу заготовки;
 F_{max} - площа найбільшого поперечного сечення заготовки;
 h_n - глибина наклепаного шару;
 σ_T - межа текучості матеріалу;
 m - поправочний коефіцієнт, що враховує кривизну контактуючих поверхонь;
 R_{np} - профільний радіус ролика;
 D_p - діаметр ролика;
 R_δ - радіус зміцнюваної поверхні деталі;
 R - радіус профілю деталі в осьовому сеченні;
 k - пластична стала;
 S_δ - подача на один елемент.

В сучасних умовах високомеханізованого і автоматизованого виробництва підвищується значення транспортно-технологічних систем машин (ТТСМ). Вони стали сполучною ланкою в технологічному ланцюгу, забезпечуючи безперервність виробництва. Вони є також основним регулятором потокового процесу, його органічною частиною, що визначає ритм і продуктивність підприємства.

Одним із поширених ТТСМ є пруткові полотна, технологічні схеми їх складання і відновлення зображено на технологічних схемах в таблиці 1.

Технологічний процес розкатування заготовок в торець належить до перспективних методів безвідходної технології обробки металів за допомогою пластичного деформування в холодному стані. Серед переваг даного процесу - можливість концентрації операцій і досягнення великого ступеня деформації за одну операцію $\epsilon = 0,1 \dots 1,5$ [1].

Найбільш ефективно використання цього методу для розкатування широких бортів на високих заготовках. Ефективним є також спосіб для розкатування круглих прутків при складанні пруткових полотен транспортерів ТТСМ.

В таблиці 1 приведено відомі 1–4 схеми формування фасонних симетричних головок деталей при складанні пруткових полотен, складання і склепування різних нероз’ємних з’єднань та інших видів відновлювальних робіт.

Розкатник для формування симетричних фасонних профілів на кінцях деталей 2 пруткових транспортерів зображено на схемі 4 [2]. Він складається з корпуса з приводним хвостовиком, в якому встановлений на втулці, з можливістю кругового обертання, формувальний ролик 1. Останній закріплений болтом і підпружинений із зовнішніх торців тарілчастими пружинами. При цьому ролики формувальних елементів контактують між собою по площині, нахилений під кутом до осі обертання роликів.

Технологічний процес формування фасонних симетричних поверхонь здійснюється обертанням формувальних роликів 1, які дотикаються до обробленої поверхні 2, обертаючись в протилежному напрямку один відносно другого. Внаслідок наявності скосів на кінцях формувальних роликів, що дотикаються, між ними періодично появляється зазор, який сприяє випаданню облою. Рух подачі пристрою здійснюється в осьовому напрямку, в напрямку деталі.

Таблиця 1

Технологічні схеми складання ТТСМ

N n/n	Технологічні схеми складання ТТСМ	
1		
2		A.C.N 54927
3		
4		A.C.N 897337
5		[2]

Загальний вигляд розкатника для формування чотирьох типорозмірів головок зображено на схемі рис. 1, [2].

Він складається з корпуса 1, який виконано у вигляді П-подібної скоби, у

верхній частині якої приварено хвостовик, а в нижніх частинах скоби виконані отвори, в які вставляють стяжний болт 4, на середній частині якого виконані фаски для осьового його переміщення.

Формувальний ролик 2 виконаний у вигляді багатогранника, наприклад, квадрата, на кожній стороні якого виконано фасонні виїмки. Для прикладу, профілі під головки заклепок 3, причому найбільший і найменший профілі відповідно виконані радіусами r_1 і r_3 на протилежних гранях, а r_2 і r_4 - на інших. В центрі формуючого ролика виконано фасонний отвір, наприклад, еліпсний, в який входить стяжний болт 4 з можливістю осьового переміщення. Стяжний болт вставлено в бокові отвори корпусу 1, причому лівий з боку головки кріпильного елемента більший, правий з боку різі - менший.

З двох сторін формуючого ролика 2 на стяжний болт 4 встановлені пружні шайби, які разом із скобами і формуючим роликом стягуються гайкою. Фіксація стяжного болта від кругового обертання здійснюється фіксатором 5, який приварений до скоби зі сторони головки болта 4.

Робота розкатника здійснюється наступним чином. Обертовий рух від верстата передається хвостовику 1, корпусу і формувальному ролику 2 і одночасно подається в осьовому напрямку в бік формоутворюючої деталі 3. Під час контакту деформуючого елемента з фасонною поверхнею відбувається процес формоутворення, тобто процес утворення фасонної поверхні на деталі.

У випадку зміни величини деталі, здійснюється переналаштування пристрою.

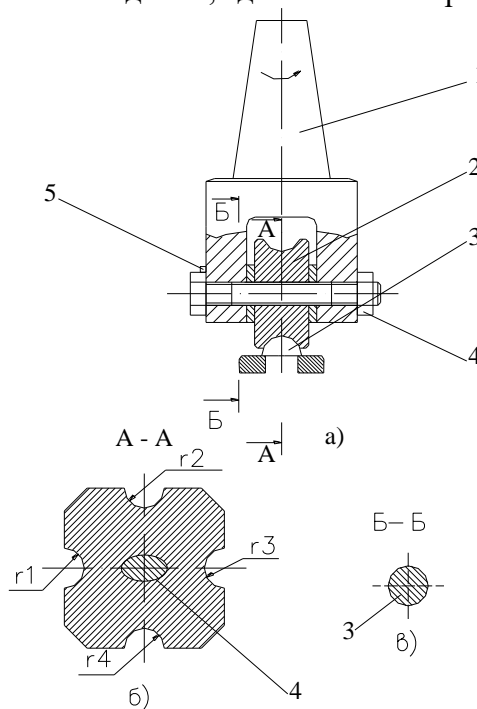


Рис. 1 Загальний вигляд розкатника для формування чотирьох типорозмірів головок

Суть полягає в тому, що відкручуємо гайку на стяжному болті 3 на величину, більшу висоти фіксатора 5, після того провертаємо стяжний болт з формуючим роликом на необхідну величину, щоб в робочому положенні знаходилася формуюча поверхня з відповідним радіусом r_1 ...

Переваги розкатника - простота конструкції, можливість обробки різних профілів при переналадці з мінімальними затратами часу.

Пристрій для складання пруткових полотен транспортно-технологічних систем зображено на рис. 2 [4]. Він складається з рами 1, яка служить основою для розміщення й кріплення всіх робочих органів і систем керування. В нижній частині рами встановлено гідро- або пневмостанцію 2, яка служить для осьового переміщення двох розкатних головок 3, які розміщені на одній осі, а розкатники робочими поверхнями

повернені до середини. Розкатні головки закріплені жорстко на рамі 1 з можливістю осевого переміщення по направляючих типу ластівчиного хвоста.

В нижній частині рами під розкатниками на підшипниках 4 встановлені вали приводних зірочок 5 для переміщення полотна 6 на крок при їх розвальцюванні у зібраному стані разом з пластинами 11.

У верхній частині рами 1, над зірочками 5, встановлено два гідро- або пневмоциліндри 7 для затиску прутків полотна 6 від прогинання при розвальцюванні. По лінії прутка між цими двома гідро- або пневмоциліндрами на одній лінії встановлено додатково ще два гідро- або пневмоциліндри 8 для затиску прутків від прогинання по всій довжині в призмах 9 при розкатуванні кінців зібраних полотен.

Для складання полотна транспортно-технологічної системи з пластинками 11 перед позицією розвальцювання, напроти зірочок 5, розміщені підставки 10 з радіусними виїмками для встановлення 4...8 прутків полотна 6 з кроком, рівним кроку полотна (рис. 2,в).

Конструкція полотна 6 зображена на рис. 2,г. Воно складається з прутків 6, пластин 11, втулок 12 і розвальцьованих головок 13. Втулки служать для зменшення сили тертя при його роботі.

Розкатні головки (рис 2,б) виконані у вигляді плит 14, які жорстко закріплені до рами 1 з можливістю осевого переміщення направляючих, наприклад, ластівчиного хвоста. В середині плити встановлено шпindel 15 розкатної головки, збоку прутків 6 встановлено на ньому розкатник 16, а з протилежного боку - привідні шківви 17. На плиті закріплено електродвигун 18 з привідним шківвом 17, який за допомогою паса з'єднаний зі шківвом 17 шпинделя розкатника. До плити 14, з боку привідних шківвів, приєднано кронштейн 20, який системою кріпильних деталей з'єднаний з штоком 21 гідро- або пневмоциліндра 22 розкатника. Останній жорстко кріпиться до стійки 23, яка, в свою чергу, кріпиться до рами 1.

Робота пристрою здійснюється наступним чином.

Прутки полотна встановлюються в півкруглі виїмки підставки 10 і у верхню впадину зірочок 5, де здійснюється складання прутків з обох боків. На заточені кінці одягаються пластини 11 і втулки 12.

Після цього вмикається гідро- або пневмостанція 2, електродвигун 18, прутки 6 кріпляться силовими елементами 7 і 8, до їх кінців підводяться розкатники 16 і здійснюється процес розкатування головок 13. Після закінчення розкатування одного прутка з двох боків розкатники відводяться врізнобіч, силові елементи відводяться від зірочок 5, полотна за допомогою зірочок 5 повертаються на один крок, і наступний пруток виходить на робочу позицію для розкатування. Так здійснюється весь технологічний процес з'єднання полотна, а замкнута ланка здійснюється на даному пристрої окремо.

Для зменшення зусилля прокручування полотна на крок, підставка 10 відносно зірочки 5 опущена на величину 5...10 мм в залежності від кроку полотна.

Запропонований пристрій забезпечить підвищення продуктивності праці і якість виробу при мінімальній собівартості виготовлення або відновлення.

При складанні пруткових полотен ТТСМ методом розкатування головок прутків накопичена еквівалентна деформація (параметр Одквіста), в загальному випадку вона буде дорівнювати:

$$\varepsilon_e = \int_0^s \frac{q^*}{h^*} dS \quad (1)$$

де q^* - безрозмірне питоме зусилля, що визначається відношенням розмірного питомого зусилля до подвійної величини пластичної сталості [3];

h^* - відношенням об'єму пластичної деформації до площі найбільшого поперечного перерізу заготовки.

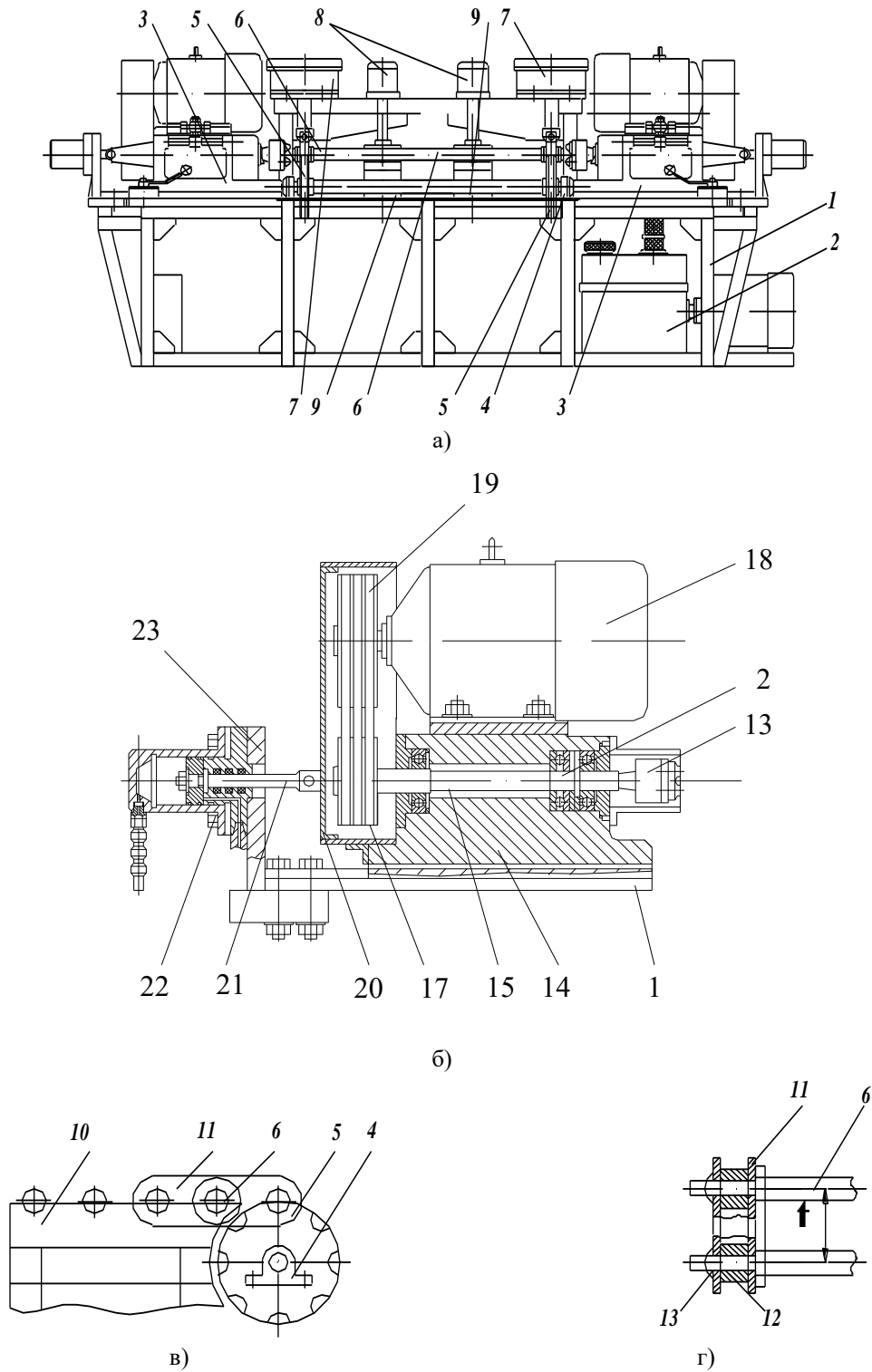


Рис. 2 Пристрій для складання пруткових полотен ТТСМ
 а – загальний вигляд, б – конструкція лівого і правого розкатника з базуючими і подаючими елементами, в – конструкція підставки для складання пруткових полотен, г – конструкція елемента полотна.

$$q^* = \frac{q}{2k} \quad (2)$$

В свою чергу, розмірне питоме зусилля визначається відношенням:

$$q = \frac{P_H}{F_{\max}} \quad (3)$$

Згідно рекомендацій [3], оптимальне зусилля можна приймати таким:

$$P_n = 2h_n^2 \sigma_T m^2, \quad (4)$$

$$m = 1 + 0,07 \left(\frac{1}{\frac{1}{R_{np}} + \frac{2}{D_p} + \frac{1}{R_\delta} + \frac{1}{R}} \right), \quad (5)$$

Величина пластичної сталості для критерію Треска – Сен-Венана дорівнює половині величини еквівалентного напруження матеріалу оброблюваної поверхні.

$$k = \sigma_e / 2 \quad (6)$$

В даному випадку заготовка зазнає одночасної дії напружень згину та стиску. Отже, еквівалентне напруження матеріалу таке:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + \sigma_p^2} \quad (7)$$

Згідно залежностей (3), (4), (6) безрозмірне питоме зусилля буде рівне

$$q^* = \frac{2h_n^2 \sigma_T m^2}{\sigma_e F_{\max}} \quad (8)$$

Слід відзначити, що h^* є відношенням об'єму пластичної деформації до площі найбільшого поперечного перерізу заготовки.

$$h^* = \frac{V_n}{F_{\max}} \quad (9)$$

Об'єм частини заготовки, що зазнає пластичної деформації, згідно з розрахунковою схемою (рис.3):

$$V_n = \pi d_o^2 l_{b,r} \left(R - \frac{l_{b,r}}{3} \right) \quad (10)$$

З врахуванням рівнянь (8), (9), (10), формула для визначення накопиченої еквівалентної деформації набуде вигляду

$$\varepsilon_e = \int_0^s \frac{2h_n^2 \sigma_T m^2}{\sigma_e \pi d_o^2 l_{b,r} \left(R - \frac{l_{b,r}}{3} \right)} dS \quad (11)$$

З умови постійності об'ємів та геометричних співвідношень, з урахуванням рекомендацій [1] та згідно розрахункової схеми, наведеної на рис.3, можна визначити відповідні конструктивні співвідношення між лінійними параметрами заготовки і виробу:

$$\begin{cases} \pi d_o l_o - 2\pi l_{k2}^2 \left(R - \frac{l_{k2}}{3} \right) - \pi d_o^2 l_{k1} = 0 \\ \frac{l}{d_o} - \frac{l_{k2}}{D} = 0 \end{cases} \quad (12)$$

Величина подачі, згідно з [3] приймається:

$$S = k S_\delta, \quad (13)$$

Відповідно до геометричного співвідношення конструктивних параметрів, загальна величина переміщення інструменту обчислюється:

$$S_n = l_{b,p} - (l_{k1} - l_{k2}) \quad (14)$$

Початкові величини деформацій заготовки, згідно з розрахунковою схемою:

$$l_{b.p} = l_o - \frac{4\pi d_{b.r}^2 (3R - l_{b.r})}{3\pi d_o^2} + l_{b.r} \quad (15)$$

$$l_{b.r} = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{d_o}{2}\right)^2} \quad (16)$$

Співвідношення геометричних розмірів в процесі пластичної деформації:

$$\frac{l_{b.p}}{R} = \frac{6\pi l_{k2}^2 (l_{k2} + 4\pi l_{b.r}^2 (3R - l_{b.r}) + l_{b.r})}{\pi d_o^2 (l - l_{k1}) + l} \quad (17)$$

$$\frac{l_{b.r}}{R} = \frac{6\pi l_{k2}^2 \left(R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{d_o}{2}\right)^2} \right)}{\pi d_o^2 (l - l_{k1}) + 1,5d_o} \quad (18)$$

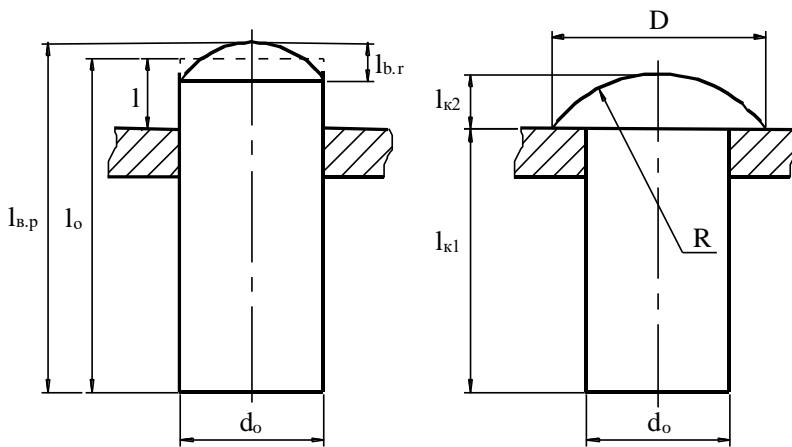


Рис.3 Розрахункова схема для визначення конструктивних співвідношень заготовки і виробу

Згідно з попередньо отриманими аналітичними залежностями були обчислені теоретичні значення основних параметрів деформації, за якими були побудовані графічні залежності величини накопиченої еквівалентної деформації та зусилля розкатування в залежності від марки матеріалу, геометричних параметрів та режиму обробки заготовки. Отримані графічні залежності наведені на рис.4.

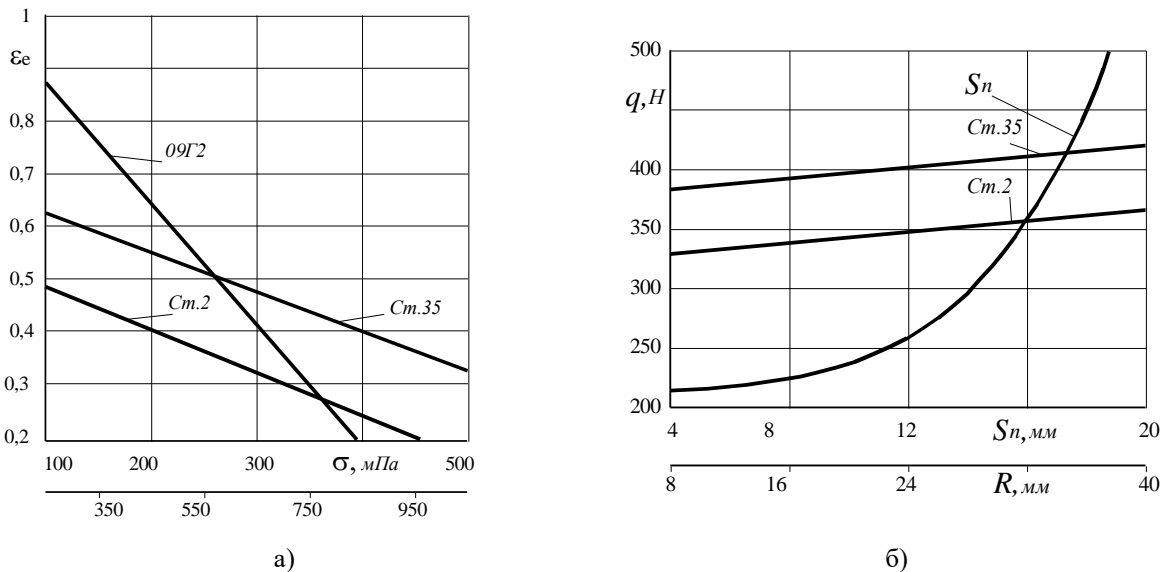


Рис.4 Графічні залежності: а – величини накопиченої еквівалентної деформації; б – зусилля розкатування в залежності від марки матеріалу, геометричних параметрів та подачі інструмента

Приведені результати досліджень можуть мати практичну цінність для вибору величини деформації, зусилля розкатування при виготовленні і відновленні пруткових транспортерів та інших типових з'єднань в машинобудуванні і ремонтних службах.

It is adduced technological fundamentals of assembly and recovery of rod cloths of carrier-technological systems of machines. It is considered existing designs of appliances for expanding and their characteristic is given for use. Analytical relations for definition of value of deformation, an effort expanding are deduced depending on the mark of a material, geometrical parameters of object of manufacture and modes morph genesis.

Література

1. Розкатник, Патент України №38439, Бюл. 10, 2001 р., Гевко Іг.Б.
2. Справочник технолога-машиностроителя, Т.1//Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – с.210;
3. В.А. Огородников Оценка деформированности металлов при обработке давлением. – К.: Вища школа, 1983. – с.157;
4. Пристрій для складання пруткових полотен транспортно-технологічних систем машин. Патент України №43562А, кл. 7В21D39/06, Бюл. 11, 2001 р., Гевко І.Б., Гевко Іг.Б.

Одержано 05.04.2002 р.