

Знайдене значення $h_3 = 4,799$ мм.

Отже, бачимо, що при завершенні формування ПШК, коли значення величини h_1, h_2 наближаються до R , значення h_3 наближено можна отримати з залежності:

$$h_3 = (h_2 - h_1) + h_2 = t_1 + h_2.$$

Висновки

1. Виведено залежність для визначення висоти розміщення робочого елемента інструменту за умови забезпечення рівномірного режиму його навантаження.
2. Досліджено закономірність розміщення робочих елементів інструменту від величини припусків, що знімаються ними.
3. Встановлено, що на різних етапах формування ПШК для забезпечення рівномірності сприйнятого інструментом навантаження віддаль між кульками в осьовому напрямку повинна бути різною і визначається розв'язком виведеного рівняння.

Література

1. Анилович В.Я., Грінченко А.С., Литвиненко В.Л. Надежность машин в задачах и примерах. – Харьков: ОКО, 2001. – 319 с.
2. Ю.П. Холмогорцев. Оптимизация процессов обработки отверстий. – М.: Машиностроение, 1984. – 184 с.
3. З.Ю. Шагалова, Н.Г. Сиротинко. Конструювання різального інструменту. – К.: Вища школа, 1970. – 267 с.
4. Т. Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1978. – 635 с.

Одержано 05.04.2007 р.

УДК 621.86

Ю. Капаціла, канд. техн. наук; І. Новосад; А. Свідовий

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЗМІРНИЙ АНАЛІЗ СЕКЦІЙ ГНУЧКОГО ГІПЕРБОЛІЧНОГО ШНЕКА І ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ

Наведено розмірний аналіз секцій гнучкого гіперболічного шнека і методику розробки технологічного процесу виготовлення півмуфт секцій гнучкого гіперболічного шнека, що є основою надійності роботи механізмів. Виведені аналітичні залежності для визначення величини замикаючої ланки і допуску секцій гнучкого гвинтового конвеєра. Дано практичні рекомендації виробництву щодо технології виготовлення півмуфт секцій гнучкого шнека.

Y. Kapatsila, I. Novosad, A. Svidoviy

DIMENSION ANALYSIS OF THE SECTION OF THE FLEXIBLE HYPERBOLICAL SCREW AND THE PECULIARITIES OF THE TECHNOLOGY OF ITS PRODUCING

Dimension analysis of the flexible hyperbolic screw and the method of design of the technological process of producing of half muff of the sections of the flexible hyperbolic screw are depicted. Analytical dependences for defining the value of closing until and tolerance of sections of flexible screw conveyer have been made. Practical recommendation manufacturing about the technology of producing of halfmuffs of the sections of the flexible screw are given.

Умовні позначення

A_i – складова i -ї ланки;

ω_{A_n} - поле розсіювання замикаючої ланки;

ω_i - поле розсіювання i -ї складової ланки;

m – загальна кількість ланок розмірного ланцюга;

G – маса наплавленого металу, г;

F – площа поперечного перерізу наплавленого шва, мм²;

V – густина наплавленого металу, кг/м³;

$v=7,85 \cdot 10^3$;

I – сила струму, А;

K – коефіцієнт наплавлення електродів, г/А·год.

$\frac{\partial A_n}{\partial A_i}$ - числові вирази часткових похідних, які показують вплив величини поля розсіювання кожної з складових ланок на величину поля розсіювання замикаючої ланки.

Значне місце в сучасному сільськогосподарському машинобудуванні займають транспортно-технологічні системи, основними робочими органами яких є шнекові механізми різного функціонального призначення. Найбільша тенденція до зростання обсягу та номенклатури машин з гвинтовими робочими органами спостерігається в переробній, фармацевтичній та харчовій промисловості, сільськогосподарських машинах, технологічному обладнанні тощо. Для забезпечення конкурентоздатності цієї продукції необхідно забезпечити її низьку енергоємність і високу надійність та довговічність. Тому розробка прогресивних технологічних процесів виготовлення гнучких гвинтових конвєсєрів (ГК) є актуальним питанням у машинобудуванні.

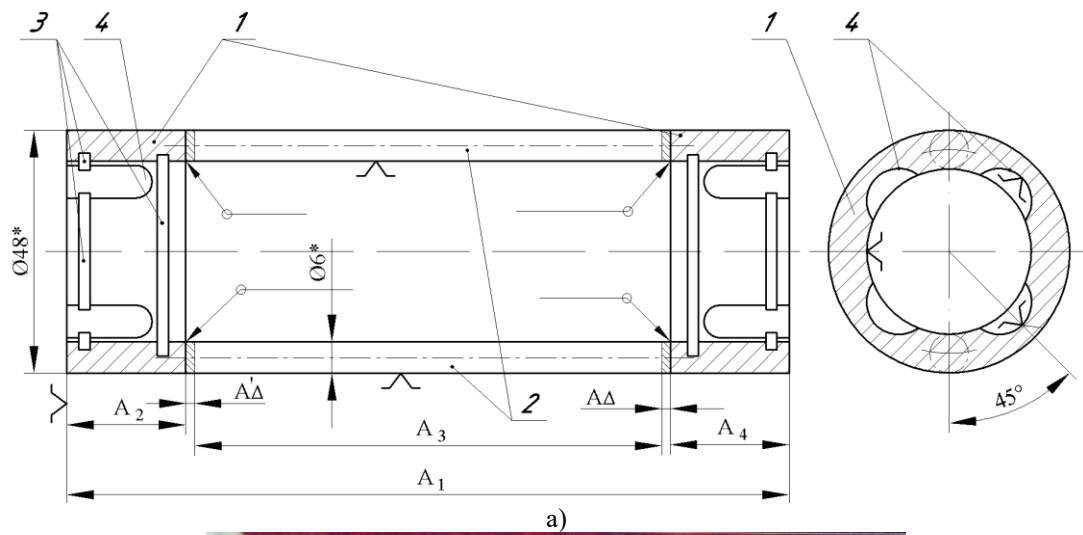
Дослідження виконувалися в рамках пріоритетного напрямку науки і техніки “Новітні та ресурсозберігаючі технології в промисловості, енергетиці та агропромисловому комплексі на 2002-2007 роки”, а також згідно з тематикою науково-дослідної роботи ТДТУ ім. І.Пулюя “Розробка та дослідження технологій формоутворення профільних гвинтових елементів технічного обладнання” (номер державної реєстрації 0104U000640).

Розробці фундаментальної теорії виготовлення навивних заготовок із стрічкових профілів присвячені дослідження [1,2,3,4] та інших, однак цілий ряд питань залишається невирішеним.

У зв'язку із розробленням і впровадженням нового, більш прогресивного технологічного спорядження (ТС) виникає необхідність у проведенні додаткових теоретичних і експериментальних досліджень, спрямованих на уточнення існуючих залежностей для розрахунку енергосилових параметрів технологічних процесів і проектування ТС з врахуванням їх конструктивних особливостей та налагодження на виконання тих чи інших операцій.

Метою роботи є розробка технологічного процесу виготовлення півмуфт секцій гнучкого гіперболічного шнека [5] з визначенням параметрів розмірного ланцюга, величини замикаючої ланки і її допуску, а також конструкцій ТС, для забезпечення надійності роботи механізму.

На рис. 1 зображено операційний ескіз однієї секції гнучкого гіперболічного шнека і розрахункова схема розмірного ланцюга.



б)

Рисунок 1 – Загальний вигляд і розрахункова схема розмірного ланцюга: 1 – втулки; 2 – розпорні стержні; 3 – канавки під стопорні кільця; 4 – півкруглі шліцові пази у втулках 1.

Рівняння номінальних розмірів секцій гіперболічного гнучкого гвинтового конвеєра для визначення максимальної і мінімальної величини допуску (рис. 1) має вигляд:

$$\begin{cases} A_{\Delta \max} = A_{1 \max} - A_{2 \min} - A_{4 \min} \\ A_{\Delta \min} = A_{1 \min} - A_{2 \max} - A_{4 \max} \end{cases} \quad (1)$$

З технологічної точки зору і уніфікації розмірів, приймаємо значення конструктивних параметрів з таким співстановленням:

$$\begin{cases} A_{2 \max} = A_{4 \max} \\ A_{2 \min} = A_{4 \min} \end{cases} \quad (2)$$

З врахуванням уніфікації розмірів приймаємо мінімальне і максимальне значення замикаючої ланки розмірного ланцюга, згідно з (1):

$$\begin{cases} A_{\Delta \max} = A_{1 \max} - A_{3 \min} - 2A_{2/4 \min} \\ A_{\Delta \min} = A_{1 \min} - A_{3 \max} - 2A_{2/4 \max} \end{cases} \quad (3)$$

Для розглядуваних розмірних ланцюгів номінальними розмірами втулок та розпорних стержнів є їх максимальні значення із розміщенням поля допуску в мінус (в тіло), тобто за схемою поля допуску вала.

Тоді $\dot{A}_2 = \dot{A}_4 = \dot{A}_{2,4\max}$.

При назначені поля допуску розміру A_1 , який безпосередньо пов'язаний із віддаллю між втулками в плюс, номінальне значення зазору буде

$\dot{A}_\Delta = \dot{A}_{\Delta\min} = 0$, а розміщення поля допуску (в мінус) буде визначатись величиною зазору та характером поля допуску розміру A_1 .

Аналіз забезпечення зазначених зазорів у секціях гіперболічного шнека показує, що визначальним є забезпечення належної точності виконання їх деталей, оскільки допуске взаємне розміщення втулок і розпорних стержнів, і відповідно допуск на розмір A_1 , суттєво перевищує допуск на інші ланки конструктивного розмірного ланцюга.

Величина замикаючої ланки розмірного ланцюга є функцією декількох незалежних змінних величин, які представляють складові ланки.

Тому поле допуску являє собою допустиму величину поля розсіювання замикаючої ланки розмірного ланцюга, величину його можна визначити з залежності:

$$\omega_{A_\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} \left| \frac{\partial A_\Delta}{\partial A_i} \right| \cdot \omega_i. \quad (5)$$

Все це ставить вищезгадані вимоги до розробки технологічного оснащення для точного та ефективного виготовлення деталей секцій.

Технологічний процес виготовлення півмуфт секцій гнучкого гвинтового конвеєра [5] складається з операцій виготовлення окремих деталей. Розглянемо технологічні процеси виготовлення втулки.

Перша операція 05 – токарна. Заготовка-прокат трубний круглий $\varnothing 50$ мм, сталь 3 Верстат-автомат 1Б 265 6.

Базова поверхня – зовнішній діаметр.

Основні переходи: підрізка торця, обточування по зовнішньому діаметрі $\varnothing 48 - 025$ на довжину 30^{+1} мм. Режими різання: швидкість $V = 43, 2$ м/хв, подача $S = 0,21$ мм/об, глибина різання $t = 1,5$ мм, розточування канавок. Наступні переходи це зенкування отвору в розмір $\varnothing 36^{+0,25}$, розточування канавок під стопорні кільця, відрізання деталі зі зняттям фаски. Різець 2103 – 1005 МН 3899-62. Вимірвальний інструмент – штангенциркуль ШЦ – 1 125- 0,1 ГОСТ 66-86.

Наступна операція 010 – фрезерна з ЧПК, верстат 6Р13Ф3. Фрезерувати 4 пази $R 6$ мм, ріжучий інструмент – фреза кінцева сферична $\varnothing 12$ м/хв, $n = 630$ об/хв, $S = 40$ м/хв. $t=6$ мм; $L=24$ мм; $i=4$. Вимірвальний інструмент – калібр комплексний.

Відрізка розпорних стержнів у розмір 71,4 здійснюється на абразивно відрізнаму верстаті або пресножицях.

Після фрезерної операції здійснюють зачистку заусенців – операція 015 – слюсарна.

На рис.2 зображено пристрій для зварювання секцій гіперболічного шнека.

Приспосіблення виконано у вигляді плити 1, до якої по краях жорстко приварені вертикальні стійки права 2 і ліва 3, які паралельні між собою. У співвісних отворах 4 і 5 встановлені: у лівій вертикальній стійці 3 установчий елемент 6 з фігурними виступами 7, які розміщені рівномірно по колу, аналогічні до виїмок 8 лівої втулки 9 секції гіперболічного шнека.

У центральному отворі 5 правої вертикальної стійки 2 встановлено встановлювальний і прижимний елемент 10 з можливістю осьового переміщення на шліцах, які виконані на зовнішній поверхні правого кінця 11 встановлювальний і притискного елемента 10. Ці шліци взаємодіють з відповідними шліцами правої крайньої стійки, які виконані в центральному отворі 13. Причому ця стійка є паралельною до правої стійки 2, а центральні отвори 4, 5 і 13 є співвісними між собою.

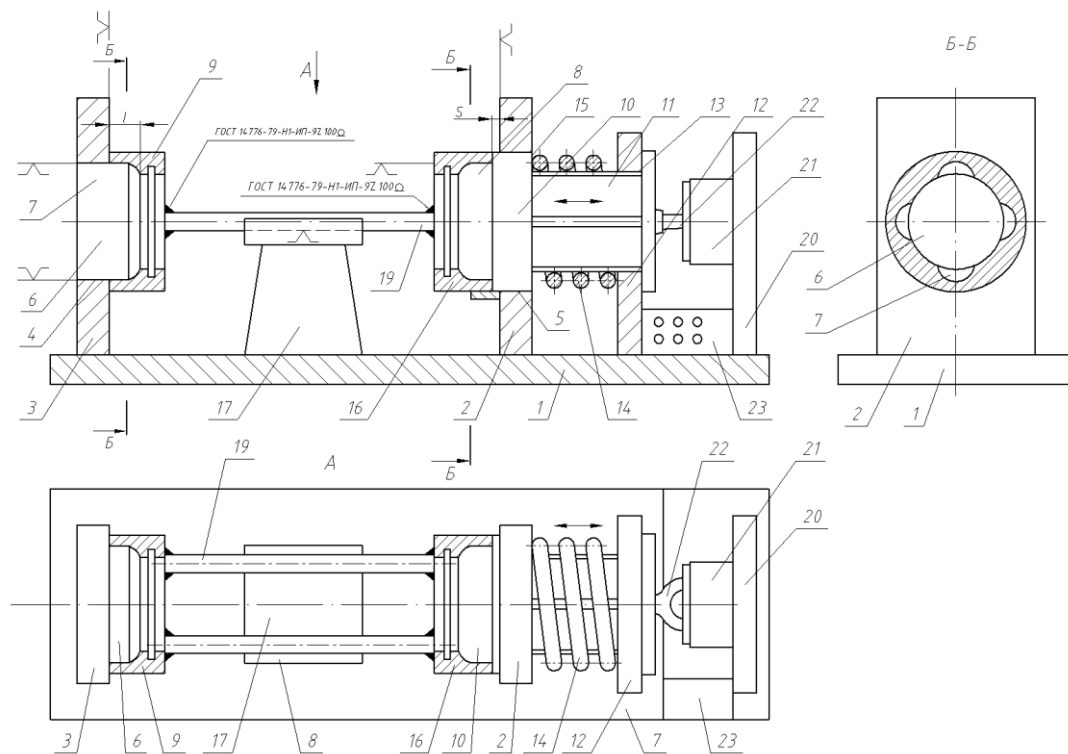


Рисунок 2 – Пристрій для зварювання секцій гіперболічного шнека.

На зовнішній поверхні шліців 11 встановлено пружину стискування 14, яка правим кінцем взаємодіє з площиною правої крайньої стійки 12, а лівим кінцем взаємодіє з торцевою поверхнею 15 більшого діаметра правого встановлювально-прижимного елемента 10.

На правий встановлювально-прижимний елемент, який встановлений в центральний отвір 5 правої вертикальної стійки 2, з лівого кінця встановлено праву втулку 16 секції гіперболічного шнека.

Шліцеве з'єднання правого встановлювально-притискного елемента 10 виконано таким чином, щоб втулки 7 лівого встановлювального елемента 6 і правого встановлювально-прижимного елемента були співвісні в межах допуску, згідно з технічними вимогами.

В правому встановлювально-притискному елементі 10 з лівого його торця 15 більшого діаметра і лівою торцевою площиною правої вертикальної стійки 2 утворено торцевий зазор S , величина якого повинна бути менша від величини його осевого ходу для можливого знімання зварної секції гіперболічного шнека з пристрою.

На плиті 1 між вертикальними лівою і правою стійками 2 і 3 встановлено опору 17, зовнішня поверхня 18 якої має форму розпорних стержнів 19, які між собою є у взаємодії, ці стержні жорстко з'єднують ліву 9 і праву 16 втулки секції гіперболічного шнека. В разі потреби розпорних стержнів може бути більше двох.

З правого крайнього кінця плити 1 жорстко встановлено упорну плиту 20, до якої жорстко закріплений силовий циліндр 21, який за допомогою тяги 22 з'єднаний з встановлювально-притискним елементом 10 з можливістю осевого переміщення.

Пристрій оснащений пультом керування 23, який подає масло або стиснуте повітря в силовий циліндр (на кресленні не показана).

Робота пристрою здійснюється наступним чином.

Втулки 9 і 16 встановлюють на відповідні встановлювальні елементи 6 і 10 пристрою. На опорну поверхню 18 встановлюють розпорні стержні 19 з використанням силового циліндра 21 через пульт керування 23, який відводить встановлювальний притискний елемент 10 в праве крайнє положення.

Після встановлення розпорних стержнів силовий циліндр переміщує упорно-прижимний елемент 10 в ліве крайнє положення. В разі великого зазору між одним кінцем опорних стержнів 19 і втулкою його розбивають на дві рівні величини і після цього здійснюється зварювання конструкцій півавтоматом проволочним у середовищі захисних газів.

Норму штучного часу при електродуговому зварюванні секцій конвеєра визначають за формулою (5):

$$t_{\phi\delta} = ((t_i + t_{\text{air}1}) \cdot l + t_{\text{air}2}) \cdot k_1, \quad (5)$$

де t_o - основний час на 1 м довжини шва за хвилину, хв.; $t_{\text{don}1}$ - допоміжний час, пов'язаний з утворенням шва, хв.; $t_{\text{don}2}$ - допоміжний час, пов'язаний із зварюванням виробом і управлінням обладнання, хв.; l - довжина шва, м; k_1 - коефіцієнт, що враховує час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби.

Допоміжний час $t_{\text{don}1}$, пов'язаний з утворенням шва, включає час на зачистку і огляд кромки, заміну електродів, збір флюсу, промірювання, огляд і зачищення зварного шва від шлаку. Допоміжний час $t_{\text{don}2}$ включає час встановлення, повороти і зняття виробу, підготовку, встановлення автомата на початку шва і відключення в кінці шва.

Основний час при електродуговому зварюванні визначають із залежності [6]:

$$t_o = \frac{G}{(I + K)} = \frac{60F \cdot v \cdot l}{(I \cdot K)}. \quad (6)$$

На основі наведених досліджень можна зробити наступні **висновки**:

1. Наведено методику розрахунку розмірного ланцюга складання секції гнучкого гіперболічного шнека з визначенням величини замикаючої ланки і її допуску.

2. Розроблено технологічний процес виготовлення деталей секції гнучкого гіперболічного шнека згідно з технічними вимогами і спроектовано технологічне спорядження, що є основою надійної його роботи.

3. Наведено методику проектування ТП складання секцій гнучкого гіперболічного шнека з розробленням технологічного спорядження і методику нормування зварювальної операції.

Література

1. Данилович В.Я., Грінченко А.С., Литвиненко В.Л. Надежность машин в задачах и примерах. Харьков, ОКО, 2001, 319с.
2. Гевко Б. М. Технология изготовления спиралей шнеков. - Львов, 1986. - 186 с.
3. Пилипець М. І. Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин Автореферат докторської дисертації спеціальності 05.02.08 «Технологія машинобудування».- Львів, 2002. - 36 с.
4. Лещук О.Я. Технологічне забезпечення виготовлення деталей типу тьл обертання з продільного прокату, Автореферат кандидатської дисертації к.т.н., спеціальності 05.02.08 «Технологія машинобудування». – Тернопіль, 2006. – 21с.
5. Декларативний патент України №15685. Гнучний гвинтовий робочий орган соковитискача. Гевко І.Б., Комар Р.В., Лещук Р.Я., Новосад І.Я. Бюл.№7, 2005.
6. Косилова А. Г., Сухов М. Ф. Технология производства подъёмных транспортных машин. - М.: Машиностроение, 1982. - 301 с.

Одержано 28.12.2006 р.