

УДК 621.81

**Б.М. Гевко, д.т.н., проф.  
А.В. Матвійчук к.т.н., доц.  
О.Л. Ляшук, к.т.н., доц.  
В.І. Диня, аспір.**

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИВІДНИХ ЗІРОЧОК ТРУБНИХ КОНВЕЄРІВ**

*Приведено технологічні передумови визначення основних конструктивних параметрів привідного диска трубчатого конвеєра. Розроблено технологічний процес виготовлення привідного диска механізму трубчастого конвеєра на верстаті з ЧПК з визначенням режимів оброблення.*

**Вступ.** Одним з перспективних напрямків підвищення продуктивності праці в агропромисловому комплексі (АПК), харчовій переробній промисловості, виробництві абразивних матеріалів та інше є розширення технологічних можливостей транспортуючих пристроїв, які мають широке застосування у технологічних процесах механізованого завантаження сипких матеріалів, мінеральних добрив, насінневого матеріалу та зібраних зернових культур є виготовлення робочих органів транспортуючих і змішувальних пристроїв у вигляді окремих секцій з шарнірно-ланцюговими ланками.

Найбільшого поширення трубчаті конвеєри набули в сільськогосподарському, транспортному і хімічному машинобудуванні, в верстатобудуванні, гірничорудному устаткуванні і підйомно-транспортуючих пристроях. Важливим питанням надійності роботи гнучкого трубчатого конвеєра (ГТК) є забезпечення надійності роботи їх приводів, які є односторонньої дії, які здійснюють передачі крутних моментів в одному напрямку, а в іншому його стопоріння. Ці приводи широко використовують у мотоциклах, велосипедах, насосах, машинах сільськогосподарського та іншого застосування.

Важливим моментом при виробництві цих приводів є розроблення прогресивного технологічного процесу виготовлення привідних дисків, які мають складний профіль.

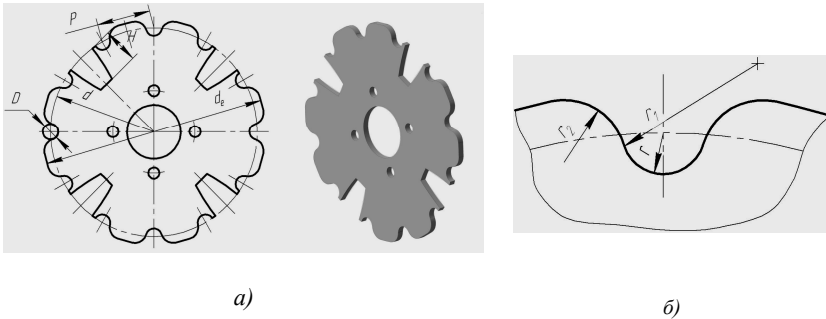
**Аналіз відомих досліджень та публікацій.** Питаннями теорії та практики визначення конструктивних та енергосилових параметрів транспортерів з секційними робочими органами займалося багато

науковців Павлище В.Т. [1], Іванов М.Н. [2], Іванченко Ф.К. [3], Жолобов О.О., Мельничук П.П. [4], Гевко Б.М. [5] та інші.

**Мета роботи.** Метою роботи є розроблення прогресивного технологічного процесу виготовлення приводних дисків ГТК з використанням верстатів з ЧПК.

Робота виконується згідно з постановою Кабінету Міністрів України „Про розвиток сільськогосподарського машинобудування і забезпечення агропромислового комплексу конкурентоздатною технікою” на 2010–2015 роки.

**Реалізація роботи.** На рисунку 1 зображена конструкція спеціального приводного диска. Надійність роботи трубчастих конвеєрів з ланцюговим приводом значною мірою забезпечується надійністю роботи привода і зачеплення ланцюга з приводним диском (рис. 1, а) через виїмки з виступами для зачеплення.



*Рис. 1. Конструкція спеціальної приводного диска: а) диск; б) параметри впадини*

У гнучкому конвеєрі [6], що являє собою U-подібну трубу, в яку встановлений гнучкий ланцюговий дисковий робочий орган з можливістю осьового переміщення, приводу, бункера, завантажувально-розвантажувальних пристроїв, ємкості для збирання транспортованої сировини застосовують приводні механізми, оснащені спеціальними приводними дисками, що розміщена в площині руху робочого органу і взаємодіє з ланками ланцюга спеціальної конструкції, на якому розміщені круглі диски.

Наявність круглих дисків і застосування спеціальних конструкцій ланцюгів передбачають спеціальну конструкцію приводного диска. На основі проведених пошукових досліджень і для забезпечення нормальних умов роботи зачеплення відповідних конвеєрів

встановлено, що мінімальними параметрами для привідного диска

ланцюга є: крок  $p = 2\frac{2}{3}'' = 67,73$  мм і кількість зубів  $z = 12$ .

Мінімальний діаметр труби доцільно вибирати в межах 80 мм, товщиною 4...6 мм.

Шарніри ланок ланцюга, що знаходяться в зачепленні з диском, розміщуються на ділильному колі диска

діаметром:  $d = p / \sin\left(\frac{\pi}{z}\right) = 261,68$  мм. Діаметр кола вершин зубів

диска визначають за формулою:  $d_e = p \left[ 0,5 + ctg\left(\frac{\pi}{z}\right) \right] = 286,64$  мм.

Профілі зубців (рис. 1, б) складаються із впадини, окресленої радіусом  $r$ :  $r = 0,5025D + 0,5 = 8,5$  мм, де  $D$  – діаметр ролика ланцюга, дуги радіуса  $r_1$ :  $r_1 = 0,8D + r = 21,2$  мм, прямолінійного перехідного відрізка та головки, окресленої радіусом  $r_2$ . Радіус  $r_2$  вибирають таким, щоб ролик ланцюга не котився по всьому профілю зубця, а плавно входив у зачеплення із зубцями до свого робочого положення на дні впадини або дещо вище. У цьому випадку зубці зірочки будуть забезпечувати роботу приводного ланцюга з деякою натяжкою.

Кількість зубів спеціального диска повинна бути кратною 3, тому встановлюється наступний ряд чисел спеціального диска: 12, 15, 18, 21, а її товщину доцільно вибирати в межах 4..6 мм, залежно від навантаження.

Крім цього, спеціальний диск приводного U-подібного конвеєра має трапецієдні вибірки через кожні 3 зубці для входу круглих подаючих дисків ланцюга. У цьому випадку дещо ослабленим є кожний третій зуб диска, але в цілому це не набагато знижує надійність роботи і механізму, тому що інші зубці є підсиленими. Глибина трапецієдної вибірки  $H$  залежить від діаметра диска  $D_d$  і рівна  $H = D_d / 2 + 3..5$  мм.

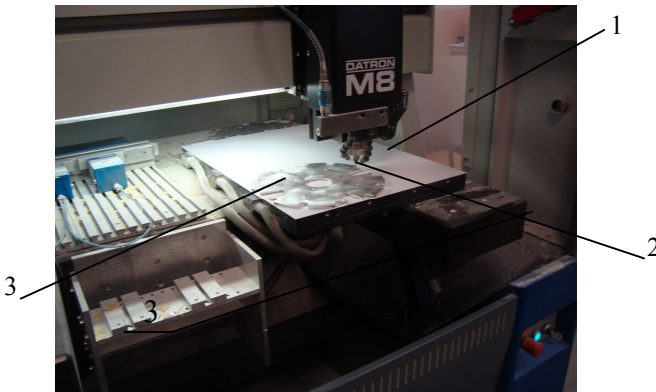
Спеціальні привідні диски U-подібного конвеєра, як правило, є збірними, тобто вони передбачають виконання центрального отвору і кріпильних отворів для базування і закріплення маточини, оскільки це впливає на їх ремонтпридатність і передбачає меншу металоємкість.

Технологічний процес виготовлення даної конструкції привідної зірочки має свої особливості, які визначаються її конструкцією, наявністю нестандартного кроку, трапецієдних вибірок.

Основними матеріалами для їх виготовлення є середньо вуглецеві або леговані сталі 45, 40Х, 35ХГСА, 50Г2 або цементовані сталі 15, 20Х, 12ХНЗА на глибину 1–1,5 мм і гартовані до 55–60 HRC.

Заготовкою для диска служить листовна штамповка круглої форми, яка передбачає припуски для токарного оброблення як зовнішнього діаметра, так і отвору для маточини. Токарна обробка проводиться традиційними способами з забезпеченням точності зовнішнього діаметра зірочки  $h10$  і зняття радіусних поверхонь зубця в поздовжньому перерізі радіусом  $r3 = 1,7D$  і внутрішнього діаметра для базування маточини Н9 з використанням верстата з ЧПК моделі 16А20Ф3.

Наступною операцією є нарізання впадин зубців. Операція проводиться пакетом заготовок на горизонтально-фрезерному верстаті з застосуванням ділильної головки і спеціальної пальцевої фрези, профіль якої відповідає профілю впадини (рис. 2). Більш прогресивними способами, які можуть застосовуватися і серійному і масовому виробництвах, є нарізання зубців методом обкатування на зубофрезерному верстаті з застосуванням спеціальної черв'ячної фрези або зубонакатуванням на зубонакатних станах з підігрівом, але у цьому випадку необхідним є виготовлення спеціальних накатників.



*Рис. 2. Оброблення диска  
на горизонтально-фрезерному верстаті Datron M8:  
1 – робочий стіл; 2 – спеціальна пальцева фреза;  
3 – заготовка привідного диска*

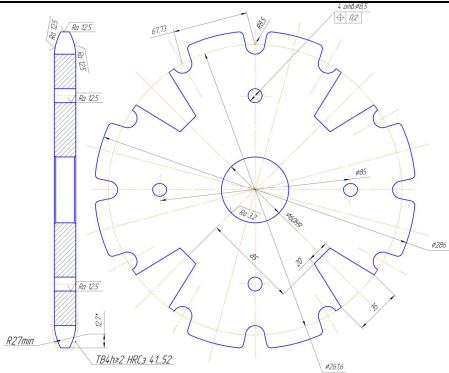
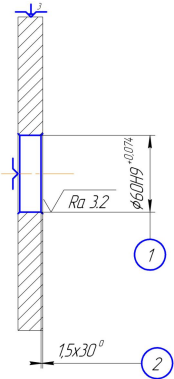
Оброблення отворів для кріплення маточини виконується на вертикально-свердильному верстаті у кондукторі послідовно або з

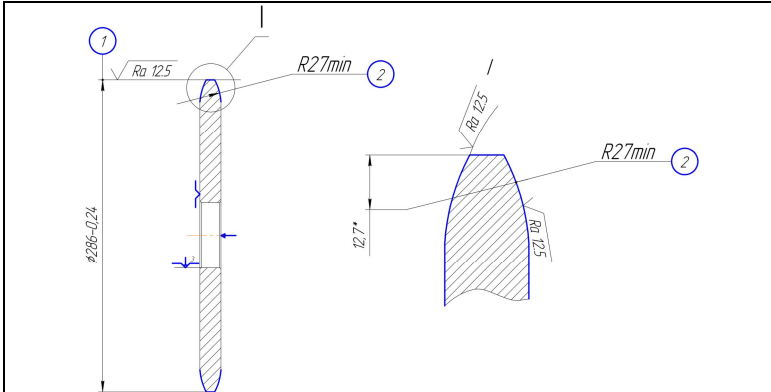
застосуванням багатошпindelної свердильної головки і скальчастого кондуктора.

Після оброблення зубців диски проводиться операція вирубки трапецієдних вибірок через три зубці на кривошипному пресі у спеціальному штампі з базуванням деталі на центральний отвір і двох зубцях.

Одною з найбільш відповідальних операцій є заключна – гартування. Оскільки деталь тонкостінна і плоска, з метою недопущення її скривлення гартування проводять в гартувальних пресах, як цементованих так і середньовуглецевих матеріалів заготовки диска. Даний технологічний процес представлено в таблиці 1.

*Таблиця 1 Технологічний процес виготовлення привідної зірочки трубчатого конвеєра*

Назва операції	найменування
	<p>Число зубів – 12                  Крок – 67,73                  Діаметр ролика – 55                  Профіль зуба – 12                  Допуск різниці – 0,2                  Матеріал – Сталь 45                  1. Допускається різниця в розмірі зубів.                  2. * Розмір для д</p>
<p><b>005 Токарно-гвинторізна з ЧПК 16A20Ф3</b></p> 	<p>1. Розточити отвір діаметром 6 мм/об  <math>L = 10</math> мм, <math>i = 3</math>,                  8 об/хв, <math>V = 65,9</math> м/хв,                  0,88.                  2. Розточити 2 фланці  <math>L = 3</math> мм, <math>i = 2</math>,                  8 об/хв, <math>V = 65,9</math> м/хв,                  0,34.                  Патрон трохкутний                  Різець розточний                  Калібр-пробка 6</p>
<p><b>010 Токарно-гвинторізна з ЧПК 16A20Ф3</b></p>	<p>Тп.з = 28 хв,                  Тшт = 6,62 хв.                  1. Точити зовнішню поверхню в розмірі 1.  <math>L = 10</math> мм, <math>i = 2</math>,                  80 об/хв, <math>V = 71,8</math> м/хв,                  0,44.                  2. Точити послідовно внутрішню поверхню в розмірі 1.  <math>L = 16</math> мм, <math>i = 4</math>,                  80 об/хв, <math>V = 71,8</math> м/хв,                  0,44.                  Патрон трохкутний</p>

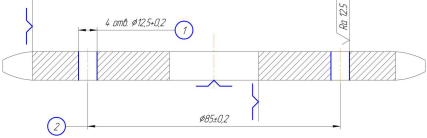
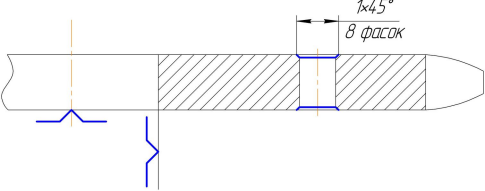


Різець розточний  
Різець підрізний  
Штангельцирку  
ГОСТ 166-80.

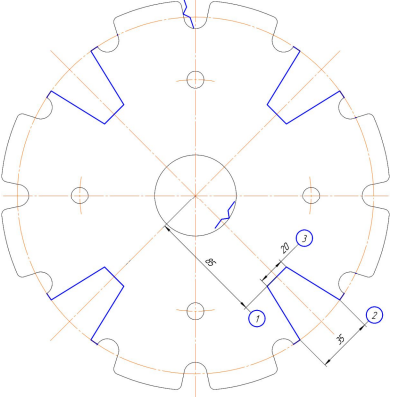
015 Фрезерна 53A50



Тшт = 7,8 хв.  
1. Врезерувати п  
зірочок (5 шт) в  
 $L = 80$  мм,  $i = 1$ ,  
 $V = 30$  м/хв,  $T_0$   
2. Зачистити за  
Оправка,  
Фреза чер'ячна  
Штангельцирку  
ГОСТ 166-80.  
 $Z = 12 - 2$ ,  
 $Z = 67.73 - 3$ .  
– розміри для п

<p>020 Вертикально-свердлильна 2Н150</p> 	<p>Тп.з = 28 хв, Тшт = 0,8 хв. 1. Свердлити 4 отвори в розмір 1, 2. <math>L = 14</math>, <math>i = 1</math>, <math>t = 6,25</math>, <math>S = 0,12</math> мм/об, <math>n = 500</math> об/хв, <math>V = 19,6</math> м/хв, <math>T_o = 0,25</math>, <math>T_y = 0,48</math>. Кондуктор, Головка чотирьохшпindelна, Калібр на розміщення отворів, Штангельциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-80.</p>
<p>025 Вертикально-свердлильна 2Н135</p> 	<p>Тп.з = 12 хв, Тшт = 1,56 хв. 1. Свердлити фаску в 4 отвори Ø 12,5 з двох мторін в розмір 1. <math>L = 1,5</math>, <math>i = 8</math>, <math>t = 1,0</math>, <math>S =</math> ручна, <math>n = 500</math> об/хв, <math>V = 20</math> м/хв, <math>T_o = 0,8</math>, <math>T_y = 0,64</math>. Підставка для свердління, Свердло Ø 16 ГОСТ 10903-78</p>
<p>030 Пресова, Прес кривошипний 500 тон</p>	<p>1. Штампувати 4 трапецієдні пази в розмір 1, 2, 3. <math>T_o = 0,2</math>, <math>T_y = 0,54</math>.  Штамп вирубний, Шаблон на паз, Окуляри захисні</p>



	
<p>035 Чеканочна Прес чеканочний 800 тон.</p>	<p>Тп.з = 32 хв, Тшт = 1,5 хв. 1. Чеканити деталь, витримавши площинність деталі, 0,1 мм.</p>
<p>040 Промивочна М2А</p>	
<p>045 Гартування, Прес гартувальний</p>	<p>Тп.з = 40 хв, Тшт = 6,8 хв. Гартувати деталь з відпуском за програмою преса НРСэ 41...52. Тп.з = 8 хв, Тшт = 1,2 хв</p>
<p>050 Дробеструйна, Стенд дробеструйний</p>	<p>1. Дробеструвати деталь з двох сторін.</p>
<p>055 Промивочна</p>	
<p>060 Приймальний контроль</p>	

**Висновки:**

1. Запропонована конструкція спеціальної привідного диска ланцюгового конвеєра з обґрунтуванням конструктивних параметрів, яке може мати практичне використання під час проектування подібних механізмів, які можуть використовуватись у сільському господарстві та промисловості.

2. Розроблено технологічний процес виготовлення механізму привідного диска трубчастого конвеєра та визначені режими оброблення на верстаті з ЧПК.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. *Павлице В.Т.* Основи конструювання та розрахунок деталей машин. – К. : Вища школа, 1993. – 556 с.
2. *Іванов М.Н.* Детали машин. – М. : Вища школа, 1976. – 399 с.
3. *Іванченко Ф.К.* Піднімально-транспортні машини. – К. : Вища школа, 1993. – 414 с.
4. *Жолобов О.О., Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А.* Технологія автоматизованого виробництва Житомир. – 2008. – 1045 с.
5. *Гевко Б.М., Матвійчук А.В.* Технологія обробки на верстатах з ЧПК. – Тернопіль, 2011. – 131 с.
6. Пат. № 52568 Україна, МПК В65G 33/00. Гнучкий ланцюговий конвеєр / *Гевко Б.М.; Ляшук О.Л.; Стефанів В.М.; Диня В.І.; Олексішин О.В.; Дячун А.Є.; Гевко І.Б.; Гевко І.Б.*; заявник і патентовласник Тернопільський національний технічний університет. – u201004000 ; заявл. 06.04.2010 ; опубл. 25.08.2010, Бюл. № 16.

ГЕВКО Богдан Матвійович – доктор технічних наук, професор, заслужений винахідник України, завідувач кафедри технології машинобудування і автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

МАТВІЙЧУК Анатолій Васильович – кандидат технічних наук, доцент Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

ЛЯШУК Олег Леонтієвич – кандидат технічних наук, доцент Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

ДИНЯ Володимир Іванович – аспірант Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

Подано 23.08.2001

