

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему: «Конструкторсько-технологічні аспекти виготовлення диска приводного ролика конвеєра за умов великосерійного типу виробництва»

КРБ.133ГМбд_21[1].15.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
спеціальності 133 *«Галузеве*
машинобудування»
ступеня вищої освіти *бакалавр*
групи 133ГМбд_21[1]
ПОПОВ Роман

Керівник: канд. техн. наук, професор
НАУМЕНКО Олександр

Полтава – 2023 року

ВСТУП

Конвеєри на сьогоднішній день є одними із поширених видів обладнання для транспортування у сільському господарстві. Вони використовуються під час транспортування різних штучних, кускових, сипких матеріалів, а також вантажів на певні відстані. Конвеєри здатні транспортувати продукти на любі відстані, що визначаються технологічними процесами. Зокрема, стрічковий транспортер (конвеєр) є незмінним атрибутом елеваторів. Конвеєри застосовуються під час транспортування фруктів, овочів до місць зберігання. Дуже часто вони є основним елементом технологічного процесу, тому що суттєво підвищують продуктивність людської праці.

Саме тому розробка та удосконалення деталей та вузлів транспортуючих засобів сільськогосподарського виробництва є важливою науково-технічною задачею [5-7, 13].

Отже деталь, винесена на розгляд у кваліфікаційній роботі, є складовою частиною приводного ролика, що використовується у складі конвеєра.

Мета роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є ролик приводний конвеєра, а **предметом** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення диску.

Для вирішення поставленої мети необхідно розв'язати наступні **задачі**:

- проаналізувати службове призначення вузла, здійснити аналіз точності, охарактеризувати конструкційний матеріал, що застосовуються для виготовлення, а також визначити тип виробництва на підставі рчної програми запуску виробу;
- здійснити відпрацювання на технологічність вузла та його деталі, запропонувати маршрут обробки поверхонь деталі, а також визначити припуски та операційні розміри розрахунково-аналітичним та довідниковим методами;
- сконструювати затискне пристосування для реалізації процесу механічної обробки, а також здійснити його розрахунок;

- визначити економічну ефективність методу отримання заготовки деталі, а також запропонувати технічні та організаційні заходи із охорони праці та захисту довкілля;

- розробити комплект технічної документації для забезпечення потреб підприємств галузевого машинобудування.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

У даній роботі на розгляд виноситься ролик приводний конвеєра (рисунок 1.1). Даний конвеєр використовується для переміщення поштучних вантажів (ящики, гіддони) на об'єктах сільськогосподарського виробництва.

Рисунок 1.1 – Ролик приводний:

- 1 – коробка шестерень; 2 – вал; 3 – диск; 4 – ролик; 5, 6 – колеса зубчасте;
7, 9 – кільце ущільнювальне; 8 – диск; 10 – плита напрямна; 13-17 – болти;
20 – гвинт; 21 – гайка; 22-26 – шайби; 27, 28 – шпильки; 29 – підшипник;
30 – кільце ущільнювальне; 31 – двигун високомоментний

Конструкція конвеєра має індивідуальний привід роликів.

Технічна характеристика даного вузла представлена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика вузла

Параметр	Значення
Обертний момент на валу ролика, Н×м	360
Частота обертання ролика, об/хв.	96
Габаритні розміри, мм	1200×500×1600
Маса, кг	385

Рोलик витримує великі механічні навантаження, які утворюються вагою продукції, що транспортується. Вузол має ущільнення, що захищають від забруднення працюючі частини ролика від пилу та бруду. Рольганг працює у закритому приміщенні. На нього діє навколишнє середовище складського приміщення: запиленість, вологість, температурні перепади тощо. Ці виробничі фактори дуже впливають на довговічність ролика.

Довговічність ролика можна збільшити, якщо регулярно слідкувати за рівнем змащення та щільністю прилягання кілець ущільнень.

Деталлю, обраною для проектування, є диск (рисунок 1.2). Диск призначений для закріплення лівої частини вала від прокручування і зміщення відносно осі. Бокові поверхні диска призначаються для закріплення напрямної плити. Внутрішня циліндрична поверхня використовується для входження вала і жорсткого закріплення його болтом відносно торця вала і шпонкового з'єднання. У дискові виконано наскрізний отвір $\varnothing 6$ мм для підводу мастильно-охолоджуючої рідини.

Диск складається із 11 функціональних поверхонь. Поверхня 1 – призначається для закріплення направляючої плити. Поверхня 2 – фаска квадрату. Поверхня 3 – торець квадрату – технологічна поверхня. Поверхня 4 – отвір з різьбою M27, служить для закріплення в диску направляючої плити за допомогою гвинта. Поверхня 5 – канавка циліндрична, служить технологічною поверхнею, яка призначена для вигода довбального різця при обробці шпонкового пазу. Поверхня 6 – циліндричний отвір $\varnothing 80H7$, служить для входження вала.

Поверхня 7 – кільцева поверхня, служить як захисна поверхня від окалини, яка попадає у середину диска. Поверхня 8 – технологічна поверхня. Поверхня 9 – циліндричний отвір, служить для закріплення болтом вала відносно торця. Поверхня 10 – циліндричний отвір, служить для підводу змащення до підшипників. Поверхня 11 – шпоночний паз, служить для закріплення, за допомогою шпоночного з'єднання вала від прокручування відносно осі.

Рисунок 1.2 – Диск

Диск виготовлений зі сталі 25Л ІСТУ 8781:2018 [15, 36].

1.2 Аналіз параметрів точності

При проведенні аналізу точності параметрів диска (рисунок 1.3) заповнюємо таблицю 1.2, у якій наведені дані про точність виготовлення даної деталі, а також вимоги до точності. Під час виконання даного підрозділу використовуємо джерела інформації [17, 22, 47, 48].

Полтавський державний аграрний університет

Рисунок 1.3 – Аналіз точності диска

Таблиця 1.2 - Параметри точності деталі

№ поз.	Назва поверхні	Розміри з відхиленням	Квалітет точності	Точність відносно положення	Точність форми	шорсткість	
						Ra	Rz
1		3	4	5	6	7	8
1	Площина квадрату	150; 160	11	-	-	6,3	40
2	Фаска квадрату	10 x 45°	11	-	-	6,3	40
3	Грань квадрату	160 + 0,5	12	-	-	12,5	80
4	Різьбовий отвір	M27-7H	7	-	-	0,8	1,25
5	Канавка	Ø 96; b=12	11	-	-	80	12,5
6	Циліндричний отвір	Ø 80	17	-	-	0,8	1,25
7	Фаска	10 x 45°	11	-	-	6,3	40
8	Торець кільця	Ø 304	12	-	-	6,3	40
9	Циліндричний отвір	Ø 23	16	-	-	6,3	40
10	Циліндричний отвір	Ø 6	10	-	-	3,2	20
11	Шпоночна канавка	24	Is9	-	-	3,2	20

Проаналізувавши точність параметрів диска, можна зробити висновок, що вимоги до точності розмірів та шорсткості не завищені. Максимальний квалітет

точності 7-ий, а мінімальна шорсткість – $R_a=0,8$ мкм. Вона є цілком досяжною під час обробки на металорізальному обладнанні.

1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник

При виготовленні диска у якості матеріалу застосовується ливарна сталь марки 25Л за ДСТУ 8781:2018 [7, 34, 36]. Літера «Л» означає належність до ливарної сталі, цифри, що знаходяться перед літерою «Л» показують на середній міст вуглецю в сотих долях %. Із сталі 25Л виготовляють: шаботи, подушки, арматуру трубопроводів для температури до 450°C, комбіновані конструкції з великим об'ємом зварювання, станини та деталі для пресатних станів, балансири, важелі арматури. Замінником для 25Л може бути сталь 30Л. Хімічний склад основного матеріалу та замінника, що пропонується, наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад матеріалу деталі та замінника

Марка сталі	Вуглець (С), %	Марганець (Mn), %	Кремній (Si), %
25Л	0,22-0,3	0,5-0,8	0,17-0,37
30Л	0,2-0,52	0,45-0,9	До 0,06

Механічні властивості матеріалів подано у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Механічні властивості

Межа текучості, МПа	Межа міцності при розтягуванні, МПа	Відноське збільшення, %	Відноське звужування поперечного перерізу, %	Ударна в'язкість, Дж/м ²
1	2	3	4	5
Сталь 25Л				
240	450	19	30	40

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5
Сталь 30Л				
255	471	17	30	34

1.4 Визначення типу виробництва

Маркетингове дослідження показало попит ринку в приводних роликах у кількості 1750 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою [28, 30, 35]:

$$N_{зан} = (N_{вип} + N_{зч}) \cdot (1 + k_{бр}), \quad (1.1)$$

де $N_{вип}$ – річна програма випуску виробів, шт.;

$N_{зч}$ – кількість виробів, що йдуть на запчастини, приймаємо рівно 3-5% від програми випуску, тис. од;

$k_{бр}$ – коефіцієнт, що враховує технологічні витрати, які неможливо уникнути. Приймаємо рівним 2-3% від сумарної кількості виробів, що формують програму випуску та йдуть на запчастини.

$$N_{зан} = (1750 + 0,04 \cdot 1750) \cdot (1 + 0,025) = 1866 \text{ (шт.)}$$

Максимальна маса оброблених заготовок деталей вузла не перевищує 300 кг, тому за [35] визначаємо тип виробництва – великосерійне.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

Аналіз технологічності деталі „диск” проводимо з урахуванням особливостей технологічних методів обробки, конкретних умов експлуатації і типу виробництва (таблиця 2.1) [2].

Вузол „Ролик пригінний” має у своєму складі стандартні та уніфіковані деталі, що значно спрощує його виготовлення. Наочно це можна представити у вигляді коефіцієнтів стандартизації та уніфікації.

Коефіцієнт уніфікації:

$$Y = \frac{N_{yn}}{n}, \quad (2.1)$$

де n – загальна кількість деталей;

N_{yn} – кількість уніфікованих деталей.

$$Y = \frac{8}{40} = 0,2$$

Коефіцієнт стандартизації:

$$Cm = \frac{N_{cm}}{n}, \quad (2.2)$$

де n – загальна кількість деталей,

N_{cm} – кількість стандартних деталей.

$$Cm = \frac{30}{40} = 0,75$$

Таблиця 2.1 – Аналіз технологічності деталі

№ з. п.	Показники технологічності	Висновки по показниках технологічності	Дії по поліпшенню технологічності
1	2	3	4
1	Наявність зручних баз, що забезпечують необхідну орієнтацію та надійне закріплення деталі?	Деталь має зручні технологічні бази	-
2	Отвори в деталі повинні бути такими, щоб їх можливо було обробити на цехід	Деталь має глухі отвори, використання яких передбачає функціонал виробу	-
3	Глухі отвори з різьбою повинні мати канавки для виходу інструмента, або в них повинен бути передбачений збіг різьби.	Так, технологічно.	-
4	У деталях по можливості не треба використовувати малі різьбові отвори, менші М6	Дрібні різьбові отвори відсутні.	-

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
5	При свердлінні отворів треба забезпечити можливість нормального входу та виходу інструмента.	Найвн. ствір 6 мм із глибиною 225 мм. Нетехнологічно.	Закладено конструктором.
6	Припуски на заготовці повинні бути мінімальними.	Заготовка має мінімально допустимі припуски.	-
7	Отвори на одній осі корпусних деталей бажано виконувати одного діаметра.	Отвори $\varnothing 23$ та $\varnothing 80H7$, а також $\varnothing 6$ та G1/4 розташовані на одній осі, вони мають різні діаметри.	Виконати ці отвори одного \varnothing не можливо, так як цього потребує конструкція.

2.2 Аналіз діючих технологічних процесів виготовлення

Принципову схему базового (заводського) маршруту обробки деталі представимо у вигляді таблиці 2.2.

Приведений базовий технологічний процес являється процесом для обробки деталі на універсальному обладнанні і є пристосованим саме до одиночного типу виробництва.

Таблиця 2.2 – Принципова схема базового (заводського) маршруту обробки

деталі

Номер	Найменування операції	Зміст операції по переходам
1	2	3
005	Заготівельна	Заготовка – литво в піщану форму 440x372x235 з обробленими литниками, очищена від формувальної землі.
010	Термічна	Нормалізація, $t=870-880^{\circ}\text{C}$. Охолодження із піччю.
015	Піскоструменева	Счистити заготовку від окалини і залишків формувальної землі.
020	Фрезерна	Фрезерувати торець прямокутника 150×165 попередньо.
025	Токарна	Підрізати торці $\varnothing 125$, $\varnothing 304$, $\varnothing 408$. Свердли отвір $\varnothing 23^{+0,0}$. Розточити поверхню $\varnothing 80$ попередньо. Переустановити, підрізати зворотний торець диска $\varnothing 408$ до кутів прямокутника.
030	Фрезерна	Фрезерувати торець прямокутника в розмір 195 мм по висоті.
035	Фрезерна	Фрезерувати площину прямокутника в розмір 150×165.
040	Термічна	Відпускання $t=550-560^{\circ}\text{C}$. Охолодження із піччю.

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
050	Токарна	Підрізати торець в розмір 208 _{-0,5} і 195 _{-0,5} . Точити Ø304, Ø280 з підрізуванням торця у розмір 28. Точити заниження Ø230/Ø125 в розмір 24. Точити конус 45°. Розточити канавку Ø96 шириною 12 і отвір Ø23 технологічно.
055	Фрезерна	Фрезерувати послідовно чотири грані прямокутника в розмір 150×165. Фрезерувати чотири фаски прямокутника 10×45°.
060	Довбальна	Довбати шпоноковий паз 24±0,026.
065	Свердлильна	Свердлити отвір Ø23,85. Нарізати різьбу M27-7H. Свердлити отвір Ø6. Розсвердлити отвір Ø6 до Ø11,4 на глибину 20 мм. Нарізати різьбу G 1/2"
070	Контрольна	Контроль ВТК.

2.3 Маршрути обробки поверхонь

Різні поверхні деталі виконують різні функції, тому вимоги до них найрізноманітніші: за точністю, шорсткістю та ін. [48]. Кількість ступенів обробки визначається за формулою:

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_D} = \frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{T_3}{T_2} \dots \frac{T_{i-1}}{T_i} \dots \frac{T_{n-1}}{T_D} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n = \prod_i^n \varepsilon_i, \quad (2.3)$$

де ε – загальне значення;

ε_i – окремі ступені уточнення;

P – число ступенів обробки;

T_3, T_D, T_i – відповідно допуски для заготовки, деталі, окремого ступеня обробки.

Розкладаючи загальне значення на співмножники, потрібно враховувати типові рекомендації: для першого ступеня чорнової обробки досяжними є величини уточнення $\varepsilon < 6$; для проміжних ступенів напівчистої обробки $\varepsilon = 3 \dots 4$; для ступенів чистої обробки $\varepsilon = 1,5 \dots 2$.

Для найбільш спрямованого вибору числа ступенів обробки необхідно застосувати формулу:

$$r_p = \lg(\varepsilon) / 0,46. \quad (2.4)$$

Можливі методи обробки поверхонь деталі подані у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Методи обробки деталі

Позначення поверхонь	Квалітет точності	Допуск по кресленню, δ_d	Шорсткість кресленню, R_a	Допуск заготовки по кресленню	Припустимий квалітет	Загальні уточнення, ε	Номер маршруту	Можливі варіанти обробки	Квалітет після обробки	Допуск, що досягаємо, δ_i	Приватний коеф. уточнення	Загальне уточнення	
1	2	3	4	5	6	7	8	перехід МОП	9	10	11	12	13
1	11	270	6,3	1,3	14	5,8	1	Фрезерування	11	0,27	5,18	5,18	

Продовження таблиці 2.3

2	11	270	6,3	1,3	14	5,8	1	Фрезерування	11	0,27	5,18	5,18
3	12	500	12,5	1,3	14	2,8	1	Фрезерування	11	0,5	2,8	2,8
							2	Шліфування	11	0,5	2,8	2,8
6	7	30	1,25	0,9	14	3,0	1	Розточування чорнове	11	0,19	4,7	30
								Розточування чистове	9	0,074	2,5	
								Розточування тонке	7	0,03	1,9	
							2	Розточування чорнове	11	0,3	4,7	30
								Шліфування напівчистове	9	0,074	2,5	
								Шліфування чистове	7	0,03	1,9	
8	12	340	6,3	1,4	14	5,8	1	Фрезерування	11	0,34	4,11	4,11
							2	Шліфування	11	0,34	4,11	4,11

2.4 Розробка схем базування

Вибір схем базування проводимо відповідно до маршруту обробки, що виконується, притримуючись принципів єдності та постійності баз.

За умов проектування в умовах автоматизованого виробництва необхідно вибрати обмежене число установок. Аналіз робочого креслення деталі показує, що обробити поверхні деталі типу «Диск» потрібно при базуванні двома установками.

Схеми базування наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця схем базування

Операція	Базова поверхня	Ескіз базування заготовки
1	2	3
Свердильно-фрезерно-розточна	<p>Центрування по подвійній направляючій поверхні А</p> <p>Установочна база поверхня Б.</p> <p>Упорна база поверхня В</p>	
Свердильно-фрезерно-розточна	<p>Базування по трьом поверхням А, Б, В</p> <p>А – установочна поверхня</p> <p>Б – направляюча поверхня</p> <p>В – упорна поверхня</p>	

2.5 Розробка маршруту обробки деталі

Маршрут обробки деталі будуємо на основі етапів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва та схем базування (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 – Маршрут обробки деталі

Номер та назва операції	Номер та зміст переходу
1	2
Операція 005. Заготівельна	Заготовка – литво в кожлї з обрубленими литниками.
Операція 010. Термічна	Нормалізація, $t=870-880^{\circ}\text{C}$. Охолодження з піччю.
Операція 015. Піскоструменева	Очистити заготовку від окислини.
Операція 020. Свердлильно-фрезерна-розточувальна	1. Фрезерувати чотири площини прямокутника з розмір $150_{-0,40}^{-0,13}$, $165_{-0,40}^{-0,13}$ 2. Фрезерувати чотири фаски $10\times 45^{\circ}$. 3. Фрезерувати торець прямокутника начорно. 4. Свердлиги $\text{Ø}24_{-0,1}$ на відстані $90\pm 0,5$. 5. Нарізати різьбу M27-7H.

Продовження таблиці 2.5

1	2
Операція 025. Свердлильно-фрезерно-розточна	1. Розточити канавку $\varnothing 96^{+0,5}$ шириною $12 \pm 0,15$. 2. Розточити поверхню $\varnothing 80H7$ попередньо $\varnothing 76^{+0,5}$ підрізати торець в розмір $195_{-0,5}$. 3. Фрезерувати поверхню шириною 12 на $\varnothing 304$ в розмір $208_{-0,5}$. 4. Розточити $\varnothing 80H7$ начисто $\varnothing 78,5^{+0,25}$ підрізати фаску $2 \times 45^\circ$. 5. Розточити поверхню $\varnothing 80H7$ до кінця. 6. Довбати шпонковий паз $e = 24_{+0,30}^{+0,26}$ у розмір $87,5_{+0,30}$.
Операція 030. Свердлильно-фрезерна	1. Фрезерувати торець прямокутника в розмір $160_{-0,25}$. 2. Свердлити отвір $\varnothing 23$ на глибину 40 . 3. Свердлити отвір $\varnothing 11,4$ на глибину 19 . 4. Свердлити отвір $\varnothing 6$ на глибину 120 . 5. Нарізати різьбу $G 1/4$.
Операція 035. Контрольна	Контролювання точності виготовлення.

2.6 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

Як відомо, застосовуються два методи для визначення припусків на обробку: розрахунково-аналітичний та табличний [37-39].

Визначення припусків на механічну обробку розрахунково-аналітичним методом проводимо для однієї найбільш точної поверхні. У нашому випадку це поверхня $\varnothing 80H7^{(+0,03)}$ мм.

Розрахункова формула для визначення припуску на обробку зовнішньої чи внутрішньої поверхонь обертання

$$Z_{i-1, \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.5)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей, мкм;

T_{i-1} – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

ρ_{i-1} – сумарні відхилення розташування поверхні (відхилення від паралельності, перпендикулярності, співвісності, симетричності, перетину осей, позиційні) і у деяких випадках відхилення форми поверхні (відхилення від площинності, прямолінійності) на попередньому переході;

ε_i – похибка встановлення заготовки на переході, що виконується.

Правильність розрахунку перевіряється за формулою

$$Z_{0 \max} - Z_{0 \min} = \delta_{\text{заг}} - \delta_{\text{дет.}}, \quad (2.6)$$

де $\delta_{\text{заг}}$, $\delta_{\text{дет.}}$ – допуск заготовки та деталі відповідно.

Карта розрахунку припусків на обробку та граничні розміри по технологічних переходах наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахункова карта припусків і граничних розмірів за технологічними переходами при обробці $\varnothing 80H7^{+0,03}$ мм

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, Z_{\min} , мкм	Розрахунковий розмір, d_p , мкм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ	E				d_{\min}	d_{\max}	$Z_{\min}^{\text{пр}}$	$Z_{\max}^{\text{пр}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка	200	300	290	-	-	73,034	740 14кв	77,29	78,93		

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розточування дуже	50	50	14,5	168	2×835	79,704	190 11кв	79,51	79,7	1670	2220
Чистота	20	25	2	8,4	2×116	79,936	74 9кв	79,866	79,940	240	356
Тонке	5	10	-	-	7×47	80,03	30 7кв.	80,00	80,03	90	134
									Σ	2000	2710

Проводимо перевірку правильності розрахунку:

$$2 \cdot z_{\max} - 2 \cdot z_{\min} = \delta_3 - \delta_4 \quad (2.7)$$

$$2710 - 2000 = 740 - 30$$

$$710 = 710.$$

На рисунку 2.1 наведено розташування припусків та допусків.

На релієу поверхонь деталі припуски визначаються за довідниками. Отримані результати занесемо до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Припуски та допуски на поверхні деталі

Поверхня	Розмір	Допуск	Припуск
1	2	3	4
1	165	1,6 ± 0,8	2x2,4
2	160	1,6 ± 0,8	2x2,4
3	160	1,6 ± 0,8	2,4
4	Свердління різьби в суцільному металі		

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
5	Розточування канавки в суцільному металі		
6	Ø80	1,4 ± 0,7	2×2,3 (розрахунковий 2×1,2)
7	100	1,4 ± 0,7	2,3
8	Ø304	2,0 ± 1,0	2,8
9	Свердління в суцільному металі		
10	Свердління в суцільному металі		
11	Шпонкова канавка в суцільному металі		

Рисунок 2.1 – Графічне розташування припусків та допусків на розмір $\text{Ø}80\text{H}7^{(+0,03)}$ мм

Аналізуючи отримані результати для поверхні 6 (рисунок 1.3) – обробка отвору Ø80H7 бачимо, що розрахунковий метод більш точний $2 \times 1,2 < 2 \times 2,3$.

Полтавський державний аграрний університет

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

У загальному випадку послідовність розрахунку пристосування можна представити в наступному вигляді: 1. Вибір типу та розмірів установочних елементів, їх кількості, виходячи із схеми базування оброблюваної заготовки, точності та шорсткості базових поверхонь. 2. Вибір типу пристосування (одно- чи багатомісне). 3. Складання схеми сил, діючих на заготовку. 4. Вибір типу затискного механізму та розрахунок його основних конструктивно-розмірних параметрів. 5. Вибір типу силового приводу, виходячи із сили тяги та регламентованого часу на закріплення-відкріплення деталі. Розрахунок та уточнення розмірів силового приводу. 6. Розробка загального вигляду пристрою та призначення точності його виконавчих розмірів. 7. Розрахунок на міцність та зносостійкість навантажених, рухомих елементів.

Для операції механічної обробки деталі диска приводного ролика конвеєра проектуємо і розробляємо конструкцію затискного пристосування для операції 020 (Свердлильно-фрезерно-розточувальна), керуючись рекомендаціями [3, 11, 14, 25, 26, 41]. Складальне креслення пристосування представлено у графічній частині роботи та на рисунку 3.1.

Заготовка деталі встановлюється на установочну базу – три упори із одночасним centruванням на підружиненому кільці по поверхні $\varnothing 80H7$. Заготовка повертається за годинниковою стрілкою до упору в базу, що виконана у вигляді упорного штифта. Для запобігання зміщення – заготовка затискається прихватами. Прихвати упрямлюються конічними кулачками, що змінюють свій осьовий розмір в залежності від кутового положення. Кутове положення кулачка змінюється шляхом розвороту рукоятки, поз.11.

Рисунок 3.1 – Пристосування затискне для обробки диска:
1 – палець центральний; 4 – супутник; 5 – коромисло; 6 – кронштейн,
7 – вісь; 8 – палець; 9 – сухар; 10 – втулка; 11 – рукоятка; 12 – упор;
15, 16, 17 – болт; 18, 19 – шайба

Розміщення прихвату вибрано таким чином, що зусилля затиску було спрямовано чітко над упором – це перешкоджає перекосу заготовки при закріпленні. Важільна система прихвату має співвідношення плеч важелів 1:1, таким чином зусилля, що розвивається на конічному кулачкові, передається у співвідношенні 1:1 на заготовку, що закріплюється.

3.2 Розрахунок необхідного зусилля затиску деталі

Спочатку підберемо параметри пружини пальця, що центрується. На рисунку 3.2. показана розрахункова схема підбору геометричних розмірів пружини стиску.

Рисунок 3.2 - Розрахункова схема підбору геометричних розмірів пружини

Пружина підбирається таким чином, щоб стискатися під масою заготовки на 90%, подальше дотискання виконується завдяки ексцентриковим циліндричним прихватам. Така умова забезпечує найкращі умови центрування заготовки по внутрішньому діаметру. Маса заготовки 72,3кг, отже сила ваги:

$$F = m \cdot g, \quad (3.1)$$

$$F = 72,3 \cdot 9,8 = 708,5 \text{ (H)}.$$

Зусилля повного стиснення пружини:

$$F_{\text{зт}} = M_{\text{заг}} \cdot 1,1 \cdot g, \quad (3.2)$$

де $M_{\text{заг}}$ – маса заготовки;

1,1 – коефіцієнт, що враховує 10% збільшення навантаження;

g – прискорення вільного падіння;

$$F_{\text{зт}} = 72,3 \cdot 1,1 \cdot 9,8 = 779,4 \text{ (H)}.$$

Відповідно, зусилля, що додатково навантажене ексцентриковим циліндричним прихватом:

$$Q_{\text{пр}} = 1/n \cdot m_3 \cdot 0,1 \cdot g, \quad (3.3)$$

де n – число прихватів, $n=3$;

m_3 – маса заготовки, $m_3=72,3$ кг.

0,1 – коефіцієнт, який враховує 10% залишковий натяг пружини;

g – прискорення вільного падіння.

$$Q_{\text{пр}} = 1/3 \cdot 72,3 \cdot 0,1 \cdot 9,8 = 23,6 \text{ (H)}.$$

З формули для максимального напруження в пружині знаходимо необхідний діаметр дроту:

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot F \cdot D_{\text{сп}}}{\pi \cdot [\tau]}} \cdot K. \quad (3.4)$$

Межа міцності пружинної проволочи для класу П та ПА не менше, чим 1800 МПа; приймаємо допустиме напруження

$$[\tau_k] = 0,3\delta_B, \quad (3.5)$$

$$[\tau_k] = 0,3 \cdot 1800 = 540 \text{ (МПа)},$$

де F – максимальне зусилля, яке діє на пружину; $F_{ст} = 779,5 \text{ Н}$;

D_{cp} – середній діаметр пружини, призначаємо конструктивно $D_{cp} = 30 \text{ мм}$;

K – поправочний коефіцієнт, $K = 1,2$.

$$d = \sqrt{\frac{8}{3,14} \cdot \frac{779,4 \cdot 30}{540} \cdot 1,2} = 3,96 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо пружину №415 (ГОСТ 13767-86) із параметрами $a = 4,0 \text{ мм}$, $D = 32 \text{ мм}$.

Відповідно з умовою розрахунку при стисканні на 4 мм зміна зусилля пружини дорівнює

$$779,4 - 708,5 = 70,9 \text{ (Н)}.$$

Звідси необхідна жорсткість пружини:

$$C = \frac{70,9}{4} = 17,7 \text{ (Н/мм)}.$$

Визначаємо необхідне число робочих витків:

$$n = \frac{Gd^4}{8D_{cp}^3 C}, \quad (3.6)$$

де: G – модуль пружності; $G = 8 \times 10^4$;

$$n = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 4^4}{8 \cdot 30^3 \cdot 17,7} = 9,35 \approx 9,4.$$

Повне число витків:

$$n = 9,4 + 1,5 = 10,9.$$

Для розрахунку висоти пружини в вільному стані, знайдемо найбільшу деформацію.

$$f = \frac{F}{C}; \quad (3.7)$$

$$f = \frac{779,4}{17,7} = 44 \text{ (мм)}.$$

При найменшому зазорі між витками – 0,5 мм у вільному стані крок дорівнює:

$$P = 0,5 + f/n + d; \quad (3.8)$$

$$P = 0,5 + 44/9,4 + 4 = 9,1 \text{ (мм)}.$$

Висота пружини у вільному стані.

$$H = n \cdot P + d; \quad (3.9)$$

$$H = 9,4 \cdot 9,1 + 4 = 89,5 \text{ (мм)}.$$

Для розрахунку необхідної сили затиску деталі, розраховуємо відповідні сили різання на операціях, що виконуються вказаним способом закріплення деталі.

Покажемо схему напрямку сил при фрезеруванні на рисунку 3.3.

Рисунок 3.3 – Схема напрямку сил при фрезеруванні

Розрахунковим методом визначаємо режими різання на операції фрезерування 020, 1 перехід, глибину різання t при чорнобому фрезеруванні визначаємо максимальну, в нашому випадку дорівнює товщині припуску $t=2,4\text{мм}$ (12 крадітет) та шорсткість $R_a=12,5\text{ мкм}$.

На вказаному переході виконуємо торцеве фрезерування, при якому для досягнення виробничих режимів фрезерування, діаметр фрези більше ширини фрезерування.

На рисунку 3.4 покажемо схему фрезерування на 1 перехід 020 операції.

Рисунок 3.4 – Схема фрезерування

При обробці металевих заготовок обов'язковим являється їх несиметричне розташування відносно фрези. Для підвищення стійкості інструмента здвиг виконуємо у напрямку врізання зуба фрези, чим забезпечуємо початок різання при малій товщині зрізаного шпору.

При фрезеруванні розрізняють такі види подач:

- подача на зуб S_z ;
- подача на оберт фрези S ;
- хвилинна подача $S_{\text{хв}}$.

Вихідною величиною при чорновому фрезеруванні є S_z . З таблиці [9] маємо, що $S_z=0,09/0,18$. Призначаємо $S_z=0,12\text{мм/зуб}$.

Швидкість різання – окружна швидкість фрези, м/хв.

$$V = \frac{C_v D^g}{T^m t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \quad (3.10)$$

Значення C_v та показників ступені вибираємо з [9]: $C_v=332$, $g=0,2$; $x=0,1$; $y=0,4$; $u=0,2$; $p=0$; $r=0,2$; $T=240\text{хв}$.

$$V = \frac{332 \cdot 200^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 2,4^{0,1} \cdot 0,12^{0,4} \cdot 160^{0,2} \cdot 20^0} \cdot 1,04 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 206,5 \text{ об/хв}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (3.11)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує якість обробки матеріалу:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{Gb} \right)^{nv}, \quad (3.12)$$

$$K_{mv} = 0,85 \left(\frac{750}{650} \right)^{1,45} = 1,04;$$

K_{nv} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки, 0,8;

K_{uv} – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту, 1.

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 v}{\pi d}; \quad (3.13)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 206,5}{3,14 \cdot 200} = 328,8 \approx 330 \text{ (об/хв.)};$$

Знайдемо силу різання P_z при фрезеруванні. Головна складова сили різання при фрезеруванні – окружна сила, F_t .

Для знаходження сили різання використовуємо формулу:

$$F_t = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^q}{D^q \cdot u^m} K_{mp}, \quad (3.14)$$

$C_p=825$; $x=1$; $y=0,75$; $u=1,1$; $q=1,3$; $m=0,2$;

$$K_{mp} = \left(\frac{650}{750}\right)^1 = 0,86;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,4 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 160^{1,1} \cdot 20}{200^{1,3} \cdot 330^{0,2}} \cdot 0,86 = 1951,5 \text{ (Н)}.$$

Випишемо співвідношення сил P_y та P_x (на рисунку 3.3 сила P_x проектується в точку):

$$P_y : P_z = 0,9;$$

$$P_x : P_z = 0,5.$$

Зусилля затиску повинно перешкоджати зміщенню деталі відносно опор. Направлення обертання вибрано таким чином, щоб окружне зусилля притискало заготовку до опорної поверхні, тим самим зменшуючи зусилля затиску.

Осьове R_x та радикальне зусилля прагнуть здвинути заготовку, визначимо зусилля затиску деталі з умови нерухомості відносно вказаних сил [3, 9, 11, 14, 15, 26, 41].

На рисунку 3.5 покажемо розрахункову схему визначення необхідного зусилля затиску.

Рисунок 3.5 – Схема затиску

$$P = \sqrt{P_y^2 + P_z^2} = \sqrt{(0,9P_z)^2 + (0,5P_z)^2} = 1,02P_z = P_z. \quad (3.15)$$

Визначаємо зусилля затиску:

$$Q_{зам} = \frac{KI}{f_{\tau}}, \quad (3.16)$$

де K – коефіцієнт запасу, 1,2;

f – коефіцієнт тертя, 0,1.

$$Q = \frac{1,2 \cdot 1951,5}{0,1} = 23418 \text{ (Н)}.$$

Зусилля, яке приходиться на один з трьох затискачів:

$$Q_{\text{зат.}} = \frac{23418}{3} = 7806 \text{ (Н)}. \quad (3.17)$$

Колове зусилля не враховуємо, рахуючи, що воно приведе до збільшення коефіцієнту запасу К.

Визначаємо зусилля затиску, яке розвивається клиновим циліндром механізму. Для забезпечення самогальмування кут підйому клину $\alpha < 12^\circ$, приймаємо $\alpha < 10^\circ$.

Визначаємо зусилля затиску

$$Q_{\text{зат}} = \frac{P \cdot L}{r \cdot \text{tg}(\alpha + 2\rho)}, \quad (3.18)$$

де P – зусилля, яке прикладене до рукоятки, 100 Н;

L – плече рукоятки, 150 мм;

r – середній радіус клинового кулачка, 30 мм;

α – кут підйому клина, $\alpha = 10^\circ$;

ρ – кут тертя на поверхні контакту клинового кулачка з коромислом, 6° .

$$Q_{\text{зат}} = \frac{100 \cdot 150}{30 \cdot \text{tg}(10 + 2 \cdot 6)} = 8374 \text{ (Н)}.$$

Що й забезпечує нерухомість деталі при обробці.

Визначаємо величину осьового підйому клина (рисунк 3.6) при повороті циліндричного клину на 360° .

Рисунок 3.6 – Розрахункова схема клину

$$h = \pi d \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (3.19)$$

$$h = 94,2 \cdot \operatorname{tg} 10^\circ = 16,6 \text{ мм.}$$

При співвідношенні плеч прихвату 1:1 вказаної величини осьового переміщення достатньо ($n_{\text{пл}} = 4$ мм).

3.3 Розрахунок слабкої ланки на міцність

Слабкою ланкою пристосування є коромисловий затискач (рисунок 3.7). Необхідно визначити величину напруження у кожній точці затискача, за допустимими напруженнями зроби висновок щодо працездатності.

Рисунок 3.7 – Коромисловий затискач

$$M_{\text{оз}} = Q_{\text{зат}} \cdot l_2, \quad (3.20)$$

$$M_{03} = 8374 \cdot 0,062 = 519 \text{ (Н}\cdot\text{м)}.$$

Розрахуємо необхідний розмір поперечного розрізу важеля.

Момент опору:

$$W = \frac{M_{03}}{[\delta]} \quad (3.21)$$

$$W = \frac{519 \cdot 10^3}{750} = 692 \text{ (мм}^3\text{)}.$$

Знайдемо висоту поперечного зрізу:

$$W = \frac{bh^2}{6}; \quad (3.22)$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot 692}{25}} = 12,9 \text{ мм} \approx 13 \text{ (мм)}$$

З цього видно, що поперечний розріз коромислового затискача повинен бути 10×13 мм. У дійсності $h = 35$ мм, що значно перевищує потрібне значення, чим забезпечується запас міцності.

3.4 Опис оснащення фіксації затискного пристосування на верстаті

У графічній частині роботи наведено оснащення, що може бути використано для фіксації затискного пристосування на верстаті.

У режимі очікування завантаження пристосування, на верстат подається робоча рідина в гідроциліндри. Вони розгальмовують грузини, штоки

гідроциліндрів переходять у крайнє положення і забезпечують завантаження супутника. При цьому:

- напрямні планки поз.6 припідняті;
- ексцентрик палець переведений у крайнє нижнє положення і не перешкоджає завантаженню пристосування.

При завантаженні пристосування на верстат він центрується напрямними планками, поз.6, і переміщується до зіткнення з упором, поз.8. По досягненню зіткнення з упором, поз.6, із гідроциліндра, поз.2, починає зливатися робоча рідина, пружина починає розтискатися, переміщуючи шток гідроциліндра. Через зубчасто-рейкову передачу починає обертатися ексцентрик палець поз.10, який спочатку по гвинтових пазах піднімається вгору до входу в зачеплення зі супутником, а потім, обертаючись ексцентрично відносно базової поверхні, притискає пристосування як до упору, поз.8, так і до упору, поз.7. Після притискування пристосування до зазначених упорів розгальмовуються пружини гідроциліндрів, поз.7, повідомленням через золотниковий розподільник зі зливною порожниною і за допомогою притискування напрямними планками, поз.6, до опорної поверхні верстата, пристосування надійно фіксується для виконання механічної обробки закріпленої на ньому деталі.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Порівняємо вартість двох технологічних методів отримання заготовки деталі: литво у піщано-глиняні форми; литво у кокіль [8, 31, 49].

Вартість литої заготовки у піщані форми та у кокіль визначимо за формулою [7]:

$$S_{заг}^n = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_{заг} \cdot K_n \cdot K_p \cdot K_e \cdot K_c \cdot K_m \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000}, \quad (4.1)$$

де C_i – вартість однієї тону відливок;

$Q_{заг}$ – маса заготовки;

$K_m, K_n, K_p, K_e, K_c, K_m$ – коефіцієнти точності, програми випуску, маси виливка, групи складності, матеріалу відповідно.

Використовуючи джерело [1] маємо наступні значення:

$$S_{заг}^n = \left(\frac{45000}{1000} \cdot 75,5 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \right) - (75,5 - 50,0) \frac{12000}{1000} = 2855,7 \text{ (грн.)},$$

$$S_{заг}^k = \left(\frac{45000}{1000} \cdot 72,3 \cdot 1,12 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 1,04 \right) - (72,3 - 50,0) \frac{12000}{1000} = 2617,9 \text{ (грн.)}.$$

В результаті розрахунків видно, що в умовах обраного виробництва доцільніше використовувати литво в кокіль.

Економічний ефект в цьому випадку буде становити для диска:

$$E = (2855,7 - 2617,9) \cdot 1750 = 416150 \text{ грн.}$$

Отже, для виготовлення заготовки диска приводного ролика обираємо литво в кокіль.

4.2 Розрахунок системи захисного заземлення

Заземлення – навмисне з'єднання металевого корпусу електроприладу, що живиться від небезпечної для життя напруги, з ґрунтом. Заземлення призначене для захисту людей від ураження напругою електричної мережі у випадку замикання фазного проводу на корпус електроприладу [4, 10, 12, 13-21, 23, 24, 27, 29, 32, 40, 42-46, 50].

Головна характеристика – опір заземлення, нормативне значення якого повинно становити:

- 1) $< 10 \text{ Ом}$ при напрузі $< 1000 \text{ В}$ та потужності джерела живлення $< 100 \text{ кВА}$;
- 2) $\leq 4 \text{ Ом}$ при напрузі $> 1000 \text{ В}$ зєс потужності джерела живлення $\geq 100 \text{ кВА}$.

Принцип дії заземлення полягає в улаштуванні ще одного електричного ланцюга із значно меншим опором, ніж опір ланцюга через тіло людини, і як наслідок, зменшення до певної відсутності сили ураження людини. Заземлення буває природним та штучним. В залежності за будовою конфігурації існують декілька видів заземлюючих пристроїв:

- 1) контурне;
- 2) рядове;
- 3) променеве

Розрахуємо контурне заземлення для верстатів з нижче приведеними даними $\rho = 200 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, довжина вертикальних електродів $L_B = 3,5 \text{ м}$ діаметр стержнів $d = 35 \text{ мм}$, горизонтальний електрод із штабової сталі $b = 50 \text{ мм}$, відстань між вертикальними електродами $L_2 = 9 \text{ м}$, траншея глибиною $G = 0,9 \text{ м}$, вертикальний електрод здійснюється над дном траншеї на $S = 0,2 \text{ м}$, вологість ґрунту середня.

1) розрахувати питомий опір ґрунту

$$\rho = \rho_p \times \Psi \quad (4.2)$$

де $\rho_p = 1,5$ – коефіцієнт сезонності, залежить від вологості ґрунту під час вимірювання питомого опору.

2) глибина залягання середини вертикального електрода:

$$t_\theta = G - S + \frac{L_\theta}{2} \quad (4.3)$$

тоді $t_\theta = 0,9 - 0,2 + \frac{3,5}{2} = 2,45$ (м);

3) опір розтікання струму одиничного вертикального електрода:

$$R_B = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L_\theta} \times \left(\ln \frac{2L_\theta}{d_r} + 0,5 \ln \frac{4t_\theta + L_\theta}{4t_\theta - L_\theta} \right) \quad (4.4)$$

$$R_B = \frac{300}{2 \times 3,14 \times 3,5} \times \left(\ln \frac{2 \times 3,5}{0,035} + 0,5 \ln \frac{4 \times 2,45 + 3,5}{4 \times 2,45 - 3,5} \right) = 77,42 \text{ (Ом)};$$

4) визначимо потрібну кількість вертикальних електродів:

$$n = \frac{R_B}{R_s \times \eta_B} \quad (4.5)$$

Тоді

$$n = \frac{77,42}{10 \times 1} = 7,742 \approx 8 \text{ (шт)};$$

де η_B – коефіцієнт використання вертикального електрода (приймаємо у цій формулі початково $\eta_B = 1,0$);

5) довжина горизонтального електрода при контурному заземленні:

$$L = L_z \times n \quad (4.6)$$

$$L = 9 \times 8 = 72(\text{м});$$

6) глибина залягання середини горизонтального електрода буде становити:

$$t_z = \frac{S}{L} \quad (4.7)$$

тоді $t_z = 0,9 - 0,2 = 0,7(\text{м});$

7) визначимо опір розтікання струму від горизонтальних електродів:

$$R_z = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L} \times \ln \frac{l^2}{b \times t_z} \quad (4.8)$$

$$R_z = \frac{200}{2 \times 2,14 \times 72} \times \ln \frac{72^2}{0,05 \times 0,7} = 7,9(\text{Ом});$$

8) коефіцієнт використання вертикального електрода становить $\eta_B = 0,7$;

9) коефіцієнт використання горизонтального електрода становить $\eta_r = 0,7$;

10) тоді уточнений опір заземлюючого пристрою дорівнює:

$$R_o = \frac{R_B \times R_z}{R_r \times \eta_z + R_z \times \eta_B \times \eta} \quad (4.9)$$

$$R_o = \frac{77,42 \times 7,9}{7,42 \times 0,44 + 7,9 \times 0,7 \times 8} = 7,81 \leq R_3 = 10(\text{Ом})$$

Висновок: $R_o = 7,81$ – захист забезпечено.

4.3 Тверді відходи підприємств машинобудування

Близько 8% становлять тверді відходи підприємств машинобудівної галузі. Вони мають обмежену номенклатуру і доволі постійні за складом.

До твердих відходів відносять: чорні та кольорові метали, шлак, зола, формувальні суміші (що згоріли), флюси, шлами, абразивний матеріал, дерев'яні опилки, стружка, пластмаси, картон, папір, сміття (гума, скло, ганчір'я, тощо), пил різний за складом та змістом.

На машинобудівних підприємствах відходи становлять 270 кг на 1 т. металу. Інколи ці відходи становлять 45...60% маси заготовок. Основними джерелами утворення відходів сталей є металобробка, що становить 80% та амортизаційний брухт 20%.

Що стосується зміни технологічного оснащення та інструменту, то вони утворюють близько 50...60% амортизаційного брухту. Незворотні витрати металу через корозію, стирання становлять 25...30% від загальної кількості амортизаційного брухту.

Значну кількість твердих відходів містять шлами з відстійників очисних споруд, а також прокатних станів. В шламах концентрація твердих частинок різноманітна і знаходиться у діапазоні від 15 до 250 г/л. Шлами використовуються у якості добавки до агломераційної шихти після сушіння та знешкодження або видаляються до відвалів. Токсичні речовини свинцю, міді, цинку, хрому містяться в шламах ливарних та термічних цехів.

У промислових відходах може міститись ртуть у незначній кількості. Потрапляє вона за рахунок виливання із установок та приладів що вийшли з експлуатації.

Що стосується відходів, які утворилися внаслідок використання радіоактивних елементів на підприємствах машинобудівної галузі, то зазвичай вони містять незначну кількість радіоактивних ізотопів із коротким періодом напіврозпаду.

ВИСНОВКИ

Відповідно до отриманого завдання на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти та за результатами її виконання зроблено наступні висновки.

1 Визначено службове призначення приводного ролика, що широко використовується у складі роликів конвеєра. Проведено аналіз диска. Охарактеризовано конструкційний матеріал, надано рекомендації стосовно замінника-аналогу. Здійснено визначення типу виробництва на підставі маркетингового дослідження – великосерійний.

2 Відпрацьовано на технологічність вузол та його деталей. Проаналізовано діючі технологічні процеси виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь диска. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні $\varnothing 80H7^{(+0,03)}$ мм розрахунково-аналітичним методом. На інші поверхні деталі припуски визначено довідниковим способом.

3 Запропоновано конструкцію затискного пристосування, що може бути використано під час операції механічної обробки диска. Здійснено розрахунки зусилля різання, затиску, слабкої ланки на міцність.

4 Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки диска. Річний економічний ефект для програми випуску 1750 шт. склав 416150 грн. Окрім того, наведено розрахунки системи захисного з'єднання. Розглянуто тверді відходи машинобудування.

5 У графічній частині наведено складальний кресленик вузла ролика приводного, робочий кресленик диска, кресленик заготовки диска, складальний кресленик затискного пристосування для виконання операції механічної обробки фрезеруванням.