

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

“_____” _____ 2023 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Модернізація конвеєра для переміщення кормів з удосконаленням
транспортуючого органу»

Виконав здобувач вищої освіти __ІІ__ курсу,
групи ГМ(СМ)-21М(1,9)

ОНП «Галузеве машинобудування»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

_____Мартовіцький Владислав Олегович
«_____» _____ 2023 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____Юрій МАЧОК

«_____» _____ 2023 р.

Рецензент _____

Володимир ЯЦУН

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 13 – Механічна інженерія

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Сергій ЛЕЩЕНКО

« » 2023 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ
(МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА
ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Мартовіцького Владислава Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Модернізація конвеєра для переміщення кормів з удосконаленням

транспортуючого органу

2. Керівник роботи (проекту)

Мачок Юрій Вікторович, канд. техн. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 10.05.2023 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту) _____

Удосконалення конструкції конвеєра скребкового ТС-Ф-40 шляхом оптимізації

параметрів тягового робочого органу та механізму

приводу

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–5	Мачок Ю.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	08.05.2023 р.	
2	Графічна частина	10.05.2023 р.	
3	Захист роботи	23.05.2023 р.	

Дата видачі завдання

« 29 » січня 2023 р.

Підпис керівника

_____ Мачок Ю.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 29 » січня 2023 р.

Підпис здобувача

_____ Мартовіцький В.О.
(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A4			ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Документація по науковій</u>		
				<u>частині</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A1			ТС-Ф-40 00.001	Конвеєри для транспортування	1	
				сільськогосподарських матеріалів		
A1			ТС-Ф-40 00.0027	Результати теоретичних	1	
				досліджень		
				<u>Документація по інженерній</u>		
				<u>частині</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A1			ТС-Ф-40 00.000	Конвеєр скребковий	1	
				ТС-Ф-40		
				<u>Документація по складальних</u>		
				<u>одиницях</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
				ТС-Ф-40 00.000 ВП		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість проекту	
Розробив	Мартовіцький					
Перевірив	Мачок					
Н. контр.	Мачок					
Затвердив	Лещенко					
					Літера	Аркуш
						Аркушів
					1	2
					ЦНТУ	
					гр. ГМ(СМ)-21М-1,9	

[illegible]

Зміст

стор.

1. Вступ.....	5
2. Наукова частина	7
3. Інженерна частина.....	16
4. Охорона праці.....	45
5. Економічна частина	48
6. Висновок	49
Список використаної літератури	51
Додатки.....	53

					ТС-Ф-40 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

1. Вступ

Значні ковідні обмеження, повномасштабне вторгнення росії в Україну, окупація територій східних та південних регіонів, знищення значної кількості промислових та аграрних підприємств нанесли значний удар по виробництву сільськогосподарської продукції, в тому числі і тваринницької. Та не зважаючи на величезні проблеми вітчизняні аграрні виробники продовжують успішно конкурувати на світовому ринку виробників сільськогосподарської продукції, через що деякі держави Європейського Союзу впроваджують певні імпорتنі обмеження. Вони стосуються і продукції тваринницького походження.

Розвиток галузі тваринництва тісно пов'язаний з удосконаленням механізованих процесів кормоприготування. Тому що, якої б якості поголів'я великої рогатої худоби, свиней, курей чи іншої птиці, інших тварин не було велике значення має наявність збалансованих кормів. У виробників є два варіанти забезпечити поголів'я кормами. Перший – купувати та використовувати готові концентровані корми, другий – повністю або частково використовувати самостійно приготовлені кормові суміші з додаванням мікроелементів та БМВД в умовах стаціонарного кормоцеху чи за допомогою мобільних змішувачів - роздавачів таких, як DeLaval-12 (Швеція), Cormorant Vertical чи Cormorant Horizontal - МК-15Г (Італія) тощо. Альтернативою мобільним кормозмішувачам – роздавачам є стаціонарні кормоцехи [8].

В кормоцехах широко використовуються транспортні процеси пов'язані з переміщенням складових кормосумішей, їх дозуванням, завантаженням в змішувачі-запарники чи змішувачі-роздавачі і, відповідно, вивантаженням готової кормосуміші чи мішанки в транспортні засоби або роздавачі. Для виконання цих операцій використовують конвеєри (транспортери). В основному це скребкові (ТС 40С, ТЛ-65, ТСЦ 200, ТСО-20, ТСО-50, ТСО 100, ТС-Ф-40М тощо), або шнекові (КВ-Ф-40, ЗШ-40М, ТШК-32, Ш-160, Ш-200 тощо).

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ			
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.	Мартовіцький				Пояснювальна записка		Літ.	Арк.вш
Перевір.	Мачок							5
								53
Н.контр.	Мачок						ЦНТУ гр. ГМ(СМ)-21М(1,9)	
Затв.	Лещенко							

Особливістю роботи вказаних конвеєрів є те, що відповідно до технології приготування кормів в кормоцеху вони повинні переміщувати складові кормосуміші чи кінцевий продукт в різних рівнях, тобто мати деякий кут нахилу до горизонту, що може впливати на їх продуктивність. Слід зазначити, що система машин кормоцеху має конструктивно та технологічно узгоджену продуктивність. Тому, недопустимо, щоб зміна деякого параметру будь-якої машини чи агрегату суттєво впливала на продуктивність системи [8, 9]. Однією з машин, задіяних в транспортних процесах кормоцехів є конвеєр скребковий ТС-Ф-40. Його конструкція дозволяє переміщувати вказані вантажі під кутом до 520 до горизонту та на різну відстань.

Завдяки низьким енергетичним витратам, конструктивній простоті, функціональності він є досить конкурентоздатним на ринку аналогічної техніки.

Попередній аналіз будови конвеєра та його роботи в умовах кормоцехів вказали на деякі конструктивні недоліки. На їх усунення будуть направлені подальші дослідження та розробки в даній магістерській роботі.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		6

2. Наукова частина

Підвищення ефективності галузі тваринництва напряду залежить від забезпечення поголів'я якісними кормами[8, 9]. Їх якість залежить не лише від машин зайнятих їх безпосередньо виготовляють, а й транспортних засобів, які їх переміщують. Це конвеєри (транспортери), до яких відносять, в тому числі і скребковий конвеєр ТС-Ф-40.

2.1. Мета та задачі досліджень

Метою даної магістерської роботи удосконалення конструкції конвеєра скребкового ТС-Ф-40 шляхом оптимізації параметрів тягового робочого органу та механізму приводу.

Об'єкт дослідження – процес транспортування кормів в кормоцеху.

Предмет дослідження – конструкція та параметри робочих органів конвеєра скребкового ТС-Ф-40.

Відповідно до поставленої мети сформульовані наступні задачі досліджень:

- проаналізувати існуючі конструкції конвеєрів для переміщення сільськогосподарських матеріалів;
- визначити залежність продуктивності конвеєра від кута його нахилу до горизонту.

Наукова новизна – теоретично обґрунтовано залежність продуктивності конвеєра від кута його нахилу до горизонту.

2.1. Аналіз конструкцій машин аналогічного призначення

При вирощуванні сільськогосподарських тварин у виробництві використовуються різні за призначенням, технологічним процесом та технічним оснащенням кормоцехи. Які б види продукції вони не виробляли спільним для них є використання транспортних процесів. Це не лише мобільні засоби переміщення компонентів чи готових кормосумішей, а й завантажувально-розвантажувальні механізми [5, 9, 15, 16]. Це стрічкові, скребкові, гвинтові (шнекові) транспортери чи конвеєри. До цієї групи машин відноситься конвеєр скребковий ТС-Ф-40.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		7

Транспортні роботи в кормоцеху носять специфічний характер, тому вибір конвеєрів (транспортерів) досить обмежений.

З конструкцій машин аналогічного призначення, можна виділити наступні: конвеєр гвинтовий універсальний KB-Ф-40, завантажувач шнековий ЗШ-40, конвеєр скребковий ТС-40, конвеєр скребковий ZEO-DC, конвеєр скребковий ТЦС-50.

Конвеєр гвинтовий KB-Ф-40 (рис. 2.1, 2.2), як і ТС-Ф-40 виготовляється на ПрАТ «Уманьферммаш» призначений для завантаження подрібнених коренебульбоплодів, сінного борошна, концентрованих кормів і зеленої маси у змішувачі, а також для подачі готових змішаних кормів вологістю 80% від змішувача до вивантажувального скребкового транспортера в технологічних лініях кормоприготувальних цехів типу "Маяк-6", КС-24 і КУС, для завантаження кормороздавача КЗС-1,7, а також для самостійного використання на свинарських фермах [16]. Основним робочим органом конвеєра є шнек, який приводиться в дію мотор-редуктором. Встановлена потужність – 2,2 кВт.

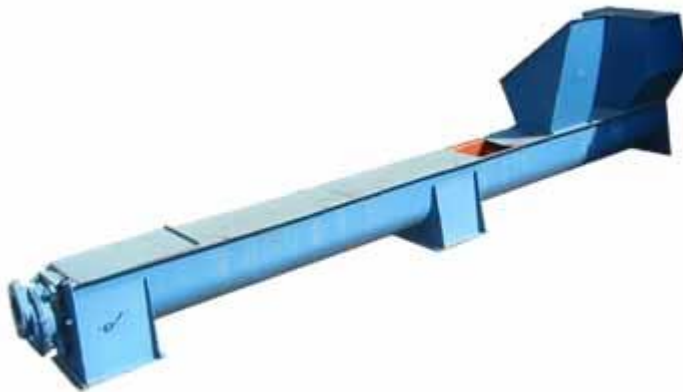


Рис. 2.1 Загальний вигляд конвеєра гвинтового універсального KB-Ф-40

Будова конвеєра гвинтового універсального KB-Ф-40 наведена на рисунку 3.2.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

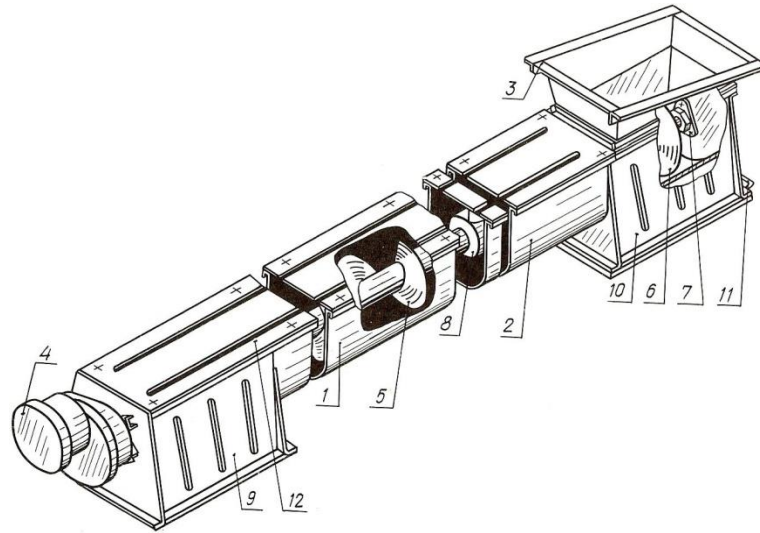


Рис. 2.2. Конвеєр гвинтовий універсальний КВ-Ф-40: (1,2- корпус; 3-бункер; 4-мотор-редуктор; 5,6-гвинт; 7,8-підшипник; 9,10-вивантажувальна течка; 11-шибер; 12-кришка)

Конвеєр скребковий ТС-40 (рис. 2.3) має аналогічне призначення, що й ТС-Ф-40. Але, за однакової довжини транспортування, потужності електродвигуна, продуктивності він має більш як 100 кг більшу вагу.

Така відмінність пов'язана з будовою транспортуючого робочого органу. В конструкції використано дволанцюговий тяговий орган, що обумовило підвищену металоємність.



Рис. 2.3. Конвеєр скребковий ТС-40

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ		Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			9

Конвеєр має комплект секцій завдяки чому, в залежності від виробничої потреби забезпечується різна довжина транспортування.

В кормоцехах може використовуватись завантажувач ЗШ-40 (рис. 2.4). Він призначений для транспортування і подачі подрібнених харчових відходів у змішувачі-запарники. Конвеєр входить до обладнання технологічної лінії кормоцеху по переробці харчових відходів КПО-150. Завантажувач складається з кожухів 1,2,3,4, шнека 5, кришок 6 і приводної станції 7. Секція 1 - завантажувальна, 2, 3, 4 – вивантажувальні.

Керування роботою завантажувача здійснюється дистанційно від спільного пульта керування кормоцеху, а також з місця керування постом.

Його конструкція та наявність відповідних комплектуючих дозволяє встановлювати різну довжину транспортування кратну довжині проміжних секцій.

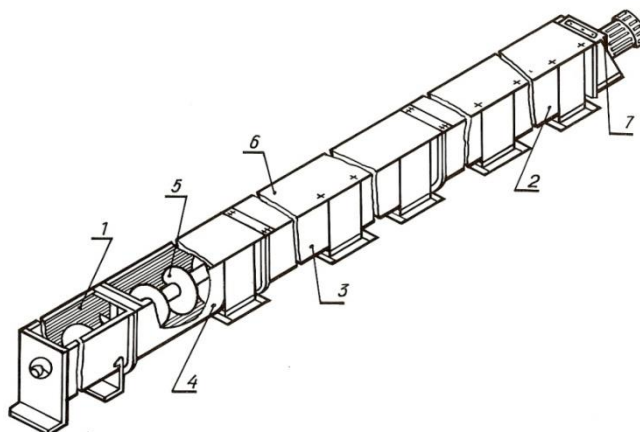


Рис. 2.4. Завантажувач ЗШ-40 (1,2,3,4 – кожух; 5 – шнек; 6 – кришка; 7 – приводна станція)

Заслужують на увагу дві конструкції конвеєрів скребкових ТЦС-50 (рис. 2.5) та ZEO-DC (рис. 2.6).

В порівнянні з попередніми машинами, в тому числі і конвеєром ТС-Ф-40, при майже однаковій продуктивності вони мають більшу вагу та майже вдвічі більшу встановлену потужність, що робить їх менш конкурентними.

Ще одним їх недоліком є незначних кут нахилу полотна транспортера – до 20^0 до горизонту, що не завжди може задовольнити технологічні потреби кормоцеху.



Рис. 2.5 Конвеєр скребковий ТЦС-50



Рис. 2.6 Конвеєр скребковий ZEO-DC

Основні технічні характеристики розглянутих конвеєрів наведено в таблиці 2.1.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		11

Технічна характеристика машин аналогічного призначення

№ п/п	Найменування показника	Значення, машина					
		КВ-Ф-40	ЗШ-40	ТС-40С	ТЦС-50	ЗЕО-ДС	ТС-Ф-40
1.	Продуктивність, т/год	45	50	40	50	50	40
2.	Встановлена потужність, кВт	2,2	5,5	2,2	3	4	2,2
3.	Маса, кг	400	1645	480	420	850	375
4.	Максимальний кут підйому кормосуміші	52	52	52	20	20	52
5.	Збереження корму, %	100	100	100	100	100	100
6.	Кількість обслуговуючого персоналу	1	1	1	1	1	1
7.	Тип робочого органу	шнек	шнек	скребок	скребок	скребок	скребок

Слід зазначити, що всі конвеєри опис яких наведено в розділі вітчизняного виробництва.

Проаналізувавши конструктивні та технічні особливості розглянутих конвеєрів можна зробити висновок, що незважаючи на певні недоліки, конвеєр ТС-Ф-40 вигідно відрізняється від них.

2.2. Теоретичне обґрунтування залежності продуктивності конвеєра від кута нахилу до горизонту.

При певних значеннях кута нахилу тягового органу конвеєра до горизонту може значно зменшуватися заповнення простору між скребками, що, відповідно, вплине на його продуктивність.

Продуктивність скребкового конвеєра визначають з виразу [7]

$$Q = 3600 \cdot k \cdot h_{жс}^2 \cdot \psi \cdot k_{\beta} \cdot \rho \cdot v, \quad (2.1)$$

де $k = \frac{B_{жс}}{h_{жс}} = \frac{0,250}{0,11} = 2,27$, коефіцієнт;

$B_{жс} = 0,25 м$ - ширина жолоба;

$h_{жс} = 0,105 м$ - висота жолоба;

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ		Арк.
							12
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			

$\psi = 0,7 \dots 0,8$ - коефіцієнт заповнення жолоба;

k_b - коефіцієнт, що враховує кут нахилу конвеєра (табл. 2.2);

ρ - насипна щільність сільськогосподарського вантажу:

$v = 1,0 \text{ м/с}$ - швидкість транспортування, відповідно до технічної характеристики конвеєра.

За даними Ф.К. Іванченко [7] для матеріалів різного ступеню зв'язності коефіцієнт, що враховує кут нахилу конвеєра може мати наступні значення.

Таблиця 2.2

Середні значення коефіцієнта k_b , що враховує кут нахилу конвеєра

Характеристика матеріалу, що транспортується	Кут нахилу конвеєра, град.					
	0	10	20	30	35	40
Легкосипкий	1	0,85	0,65	0,5	-	-
Важкосипкий, кусковий	1	1	1	0,75	0,6	0,5

Основними матеріалами, які переміщує конвеєр ТС-Ф-40 є комбікорм, силос, сінаж, подрібнені коренеплоди, волога мішанка. Визначимо залежність продуктивності конвеєра від його кута нахилу до горизонту. Врахуємо при цьому величину насипної щільності вказаних матеріалів (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Середні значення величини насипної щільності ρ сільськогосподарських матеріалів.

Насипна щільність матеріалу, т/м ³					
Матеріал	комбікорм	силос	сінаж	Подрібнені коренеплоди	Волога мішанка
Значення	0,55	0,65	0,65	0,6	0,85

Розрахунок проводимо з урахуванням того, що перелічені матеріали відносяться до важкосипких або кускових.

За результатами проведених розрахунків отримаємо відповідну матрицю значень (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Матриця значень залежності продуктивності конвеєра від коефіцієнта, що враховує кут нахилу конвеєра k_b та кута нахилу до горизонту α .

α Мате- ріал	0	10	20	30	35	40	50
Комбікорм	39,3	39,3	39,3	29,5	23,6	19,6	15,7
Силос	46,4	46,4	46,4	34,8	27,8	23,2	18,5
Сінаж	46,4	46,4	46,4	34,8	27,8	23,2	18,5
Подрібнені коренеплоди	42,8	42,8	42,8	32,1	25,7	21,4	17,1
Волога мішанка	60,7	60,7	60,7	45,5	36,4	30,4	24,3
Трав'яне борошно	46,4	46,4	46,4	34,8	27,8	23,2	18,6

Побудуємо графічні залежності продуктивності конвеєра від коефіцієнта, що враховує кут нахилу конвеєра k_b та кута нахилу до горизонту α .

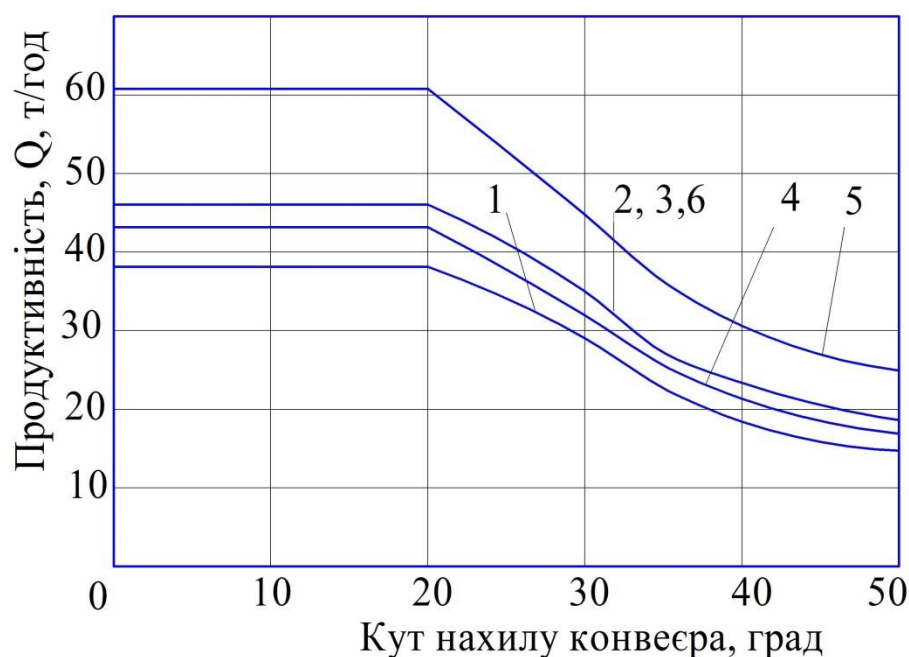


Рис. 2.7 Графік залежності продуктивності конвеєра скребкового від кута його нахилу до горизонту: 1-комбікорм; 2, 3, 6-силос, сінаж, трав'яне борошно; 5-волога мішанка.

З наведених графічних залежностей видно, що при транспортуванні по похилій до 20 градусів продуктивність конвеєра залишається максимальною та сталою для всіх зазначених сільськогосподарських матеріалів. При подальшому збільшенні кута підйому продуктивність різко падає. Визначальний вплив на цей процес має кут нахилу конвеєра до горизонту.

2.3. Висновок по розділу.

Виконані теоретичні дослідження дають змогу зробити попередній висновок, що задекларована виробником продуктивність конвеєра дещо завищена, особливо на максимальних кутах підйому. Але, наведені результати теоретичних досліджень потребують експериментального підтвердження. Експериментальні дослідження плануються в подальшій роботі.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		15

3. Інженерна частина

3.1. Опис об'єкта розробки

3.1.1. Призначення машини

Конвеєр скребковий ТС-Ф-40 може знайти використання в технологічних лініях усіх типів кормоцехів, впроваджених у виробництво в Україні. Головним завданням конвеєра є виконання завантажувально-розвантажувальних робіт при приготуванні кормів змішувачами СКО-Ф-3 і С-6, С-12 та завантаження готової мішанки в кормороздавач КЕС-1,7.

3.1.2. Зоотехнічні вимоги до машин для транспортування кормів.

Всі транспортні засоби кормоцехів, які входять в систему машин для кормоприготування повинні відповідати наступним зоотехнічним вимогам [10,15]:

- повинні транспортувати корми і кормосуміші з різними фізико-механічними властивостями;
- повинні мати просту будову, бути надійними, зручними в експлуатації та ремонті;
- мають забезпечувати високу стійкість і точність виконання технологічного процесу;
- забезпечувати мінімальні втрати кормів, вони не повинні перевищувати 1% від загальної кількості, яка транспортується;
- не повинні викликати розшарування кормосуміші на фракції чи складові компоненти, не допускати погіршення якості корму, не допускати його забруднення;
- робочі органи та вузли не повинні піддаватися корозії, легко очищуватися від решток корму, забезпечувати безпечні умови праці;

3.1.3. Будова та технічна характеристика конвеєра

Конвеєр скребковий ТС-Ф-40 складається з секції приводної 1, секцій проміжних 3, секції кінцевої з веденим валом 4, ланцюга 5, кришок 6,7 (рис. 3.1).

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						16
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

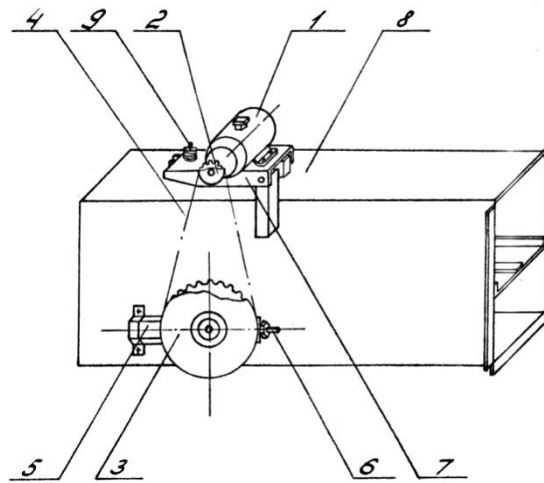


Рис. 3.3. Секція приводна

На ведучому валу конвеєра встановлено дві зірочки, які передають обертання через зірочку 3 від електродвигуна, ланцюговому транспортеру.

Натяг полотна конвеєра забезпечується за допомогою двох натяжних гвинтів 6. Ведений вал закріплено нерухомо в секції кінцевий. Тобто, він виконує функцію вісі.

Секція проміжна (рис. 3.4) складається з короба 2, утвореного відбортованими назовні бічними стінками. На відбортованих поверхнях є пази для кріплення кришок. Вдовж кожуха, паралельно днищу приварений лист 1 і смуга 4. На торцях приварені кутики 5 і 6 з отворами для з'єднання секцій, що дає можливість змінювати довжину транспортування.

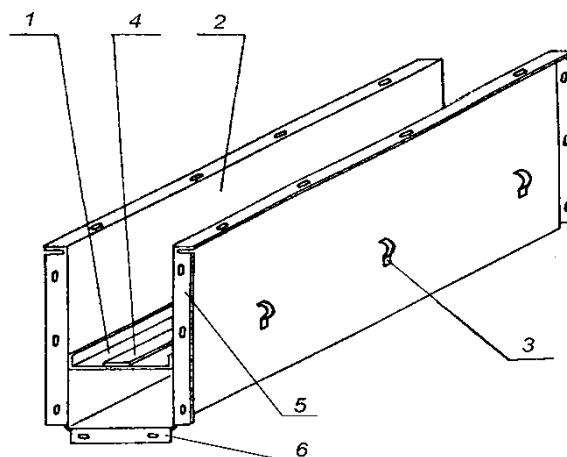


Рис. 3.4. Секція проміжна

Секція кінцева (рис. 3.5) складається з кожуха 4, торець якого закритий листом 1, на якому знаходиться кутик 2. Його використовують при монтажі конвеєра. На бічних зовнішніх поверхнях кожуха приварені вантажозахватні скоби 3.

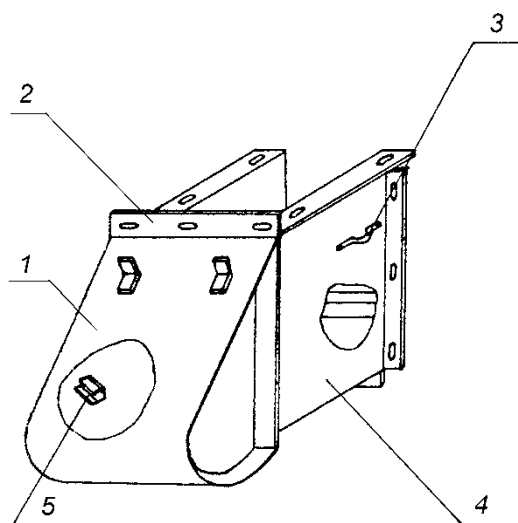


Рис. 3.5. Секція кінцева

Вал ведений 1 (рис. 3.6) жорстко фіксується в кронштейнах бічних стінок кінцевої секції. На ньому на металокерамічних втулках 3 встановлено зірочки 2. Фіксуються вони за допомогою стопорних кілець 4 та 5. Вал ведений є направляючим елементом ланцюга конвеєра в секції кінцевій.

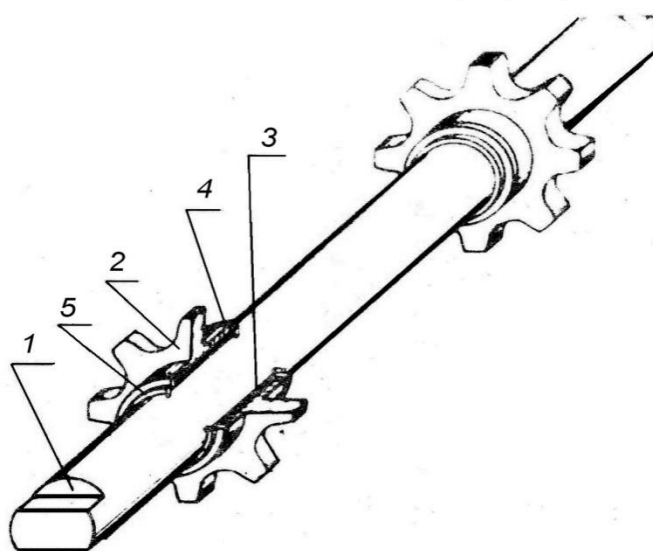


Рис. 3.6. Вал ведений

Транспортуючий робочий орган (рис. 3.7) складається з двох паралельно розташованих замкнутих втулково-роликових ланцюгів 1 зі скребками 2. Крок скребків складає 304 мм.

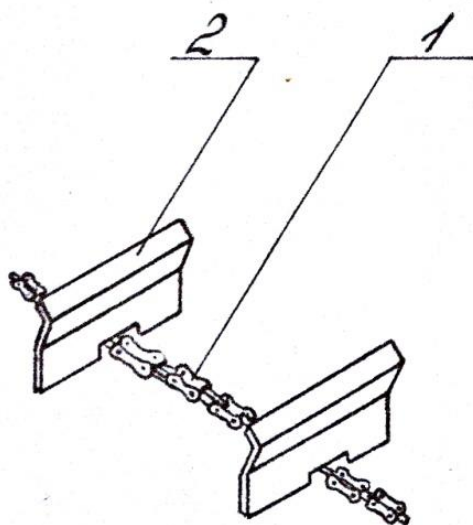


Рис. 3.7. Ланцюг

Технічна характеристика конвеєра наведена в таблиці 3.1

Таблиця 3.1.

Технічна характеристика конвеєра

Найменування	Значення
1	2
Тип	стаціонарний
Продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$, не менше	40
Маса, кг, не більше	610
Встановлена потужність, кВт	2,2
Характеристики робочих органів: ширина скребків	240
висота скребків	100
крок скребків	304

1	2
Швидкість полотна, м/с	1
Тяговий ланцюг конвеєра	ТРД-38-3500-2-2-6-8 ТУ 23.2.57 9041-02-89
Кут нахилу конвеєра, градус, не більше	52
Довжина транспортування, м	9,07
Енергетичні показники: привід конвеєра	електричний
Тип управління	дистанційний
Кількість обслуговуючого персоналу, чол	1
Термін служби	7
Збереження кормів, %, не менше	99,8
Витрати праці на транспортування 1 м ³ корму, ч/м ³ , не більше	0,025
Рівень механізації та автоматизації, %, не менше	100
Кількість технологічних операцій, що виконуються (транспортування і вивантаження кормів)	2
Напрацювання на відмову, не менше	300
Питома трудоемкість поточних ремонтів, чол, ч / ч, не більше	0,004

1	2
Питома трудомісткість технічного обслуговування, чол, люд/год,	0,02
Середньозмінний час технічного обслуговування, год, не більше	0,12
Коефіцієнт готовності, не менше	0,99

3.1.4. Аналіз недоліків конструкції машини

Проаналізувавши акти випробувань конвеєра скребкового ТС-Ф-40, досвід його використання на виробництві встановлено наступні недоліки конструкції.

В приводній станції для приведення в рух транспортуючого органу використано ланцюгову передачу. В умовах запиленості приміщення кормоцеху пилові часточки потрапляють в шарніри приводного втулково-роликового ланцюга, викликають його інтенсивне зношування або заклинювання. Для його технічного обслуговування витрачається багато часу, витрачаються також кошти на запасні частини для проведення поточного ремонту. Крім того, ланцюгова передача створює під час роботи шум погіршуючи умови роботи оператора.

Тяговим робочим органом конвеєра є два втулково-роликові ланцюги зі скребками, які працюючи в контакті з кормосумішшю часто виходять з ладу через потрапляння компонентів останньої в шарніри. Тяговий робочий орган також має високу матеріалоємність.

Ведучий вал транспортера опирається на металокерамічні втулки, які виходять з ладу при перекосах, які неминуче виникають при регулюванні натягу тягових ланцюгів. На усунення виявлених недоліків будуть направлені подальші розробки в даній магістерській роботі.

3.1.5. Опис заходів, направлених на удосконалення конструкції конвеєра

В процесі виконання магістерської роботи були внесені конструктивні зміни до вузлів та робочих органів скребкового конвеєра:

- в механізмі приводу замість привідної ланцюгової передачі пропонується спроектувати та встановити полі клинову пасову передачу, що дозволить зменшити металоємність приводної секції на 14,6 кг, знизити вартість покупних виробів, скоротити час на технічне обслуговування на 14 хвилин за зміну;
- удосконалення тягового органу передбачає установку в транспортері одного блокового ланцюга замість двох втулково-роликів, що дозволить зменшити кількість покупних виробів, зменшити його матеріалоємність на 35 кг., підвищити надійність транспортера. Це дасть можливість скоротити змінний час на технічне обслуговування на 15 хвилин. Запропонована конструкція нового скребка дозволить додатково знизити масу транспортера на 10,4 кг. Загальне зниження металоємності транспортуючого органу складе 45,4 кг.
- для підвищення довговічності підшипникових вузлів - замість метало-керамічних втулок запропоновано встановити кулькові самовстановні сферичні підшипники.

Запропоновані вище зміни в конструкції конвеєра викликали необхідність зміни конструкції приводної, проміжної і кінцевої секцій.

Впровадження у виробництво запропонованих конструктивних рішень дозволить знизити загальну металоємність конвеєра на 60,0 кг.

3.2. Технологічні розрахунки

3.2.1. Розрахунок скребкового конвеєра

Продуктивність конвеєра. Для виконання технологічних розрахунків скористаємося вихідними даними з технічної характеристики конвеєра, які мають максимальні значення

$$Q = 40 \text{ м}^3 / \text{год} = 34 \cdot 10^3 \text{ кг} / \text{год}$$

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Довжина транспортування

$$L = 9,07 \text{ м}$$

Максимальний кут нахилу конвеєра

$$\beta_{\max} = 52^{\circ}$$

Робоча швидкість тягового органу

$$v = 1,0 \text{ м/с}$$

3.2.2. Тяговий розрахунок скребкового конвеєра

Погонне навантаження на тяговий орган від транспортуємого вантажу визначимо з умови [7, 14]

$$q = \frac{Q}{3,6v} = \frac{340 \cdot 10^3}{3600 \cdot 1,0} = 94,4 \text{ Н/м} \quad (3.1)$$

Визначимо погонну вагу ланцюга і скребоків по формулі

$$q_{\text{ц}} = K_{\text{ц}} \cdot q = 0,55 \cdot 94,4 = 51,9 \text{ Н/м} \quad (3.2)$$

де $K_{\text{ц}} = 0,5 \dots 0,6$ – емпіричний коефіцієнт для одноланцюгових конвеєрів.

Для розрахунку натягів в конвеєрах з гнучким тяговим органом незалежно від складності їх траси використовують універсальний метод обходу контуру (рис. 3.8).

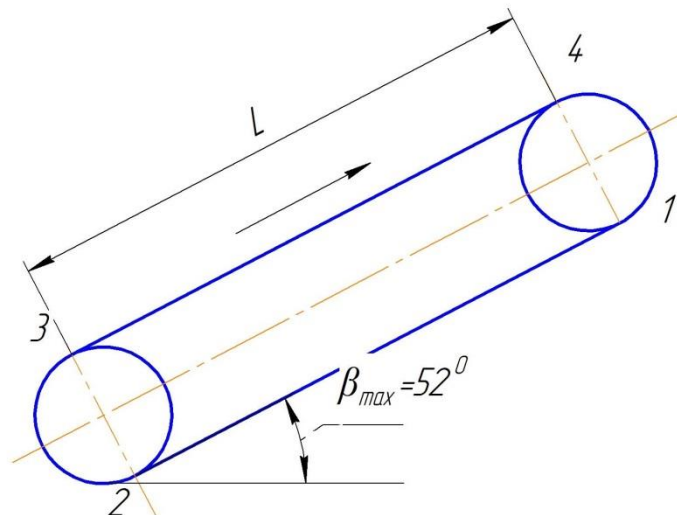


Рис. 3.8. Розрахункова схема конвеєра

Визначимо мінімальний натяг ланцюга. Він має місце в точці 1.

$$S_{\min} = S_1 = \frac{\sin \beta_{\max} + f_1 \cdot \cos \beta_{\max}}{\operatorname{tg} \theta} \cdot \frac{h}{t} \cdot G \quad (3.3)$$

$f_1 = 0.8$ - коефіцієнт тертя вологої мішанки об сталь;

$h = 0.05 \text{ м}$ - плече лінії дії сили опору руху корма, прикладеної до скребка (половина висоти скребка);

$t = 38,0 \text{ мм}$ - крок ланцюга;

$\theta = 2^\circ$ - допустимий кут відхилення скребка від вихідного положення;

G - сила ваги корма, що проштовхується одним скребком, Н;

$$G = \frac{\Pi g L q}{3600 n_c V} \quad (3.4)$$

де $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ - прискорення вільного падіння;

$n_c = 32$ - кількість завантажених скребоків,

З урахуванням цього

$$G = \frac{40 \cdot 850 \cdot 9,706 \cdot 9,81}{3600 \cdot 32 \cdot 1,0} = 28,1 \text{ Н}$$

Тоді мінімальний натяг буде

$$S_{\min} = S_1 = \frac{\sin 52^\circ + f_1 \cdot \cos 52^\circ}{\operatorname{tg} 2^\circ} \cdot \frac{0,05}{0,038} \cdot 28,1 = 1320,14 \text{ Н}$$

Визначимо натяг ланцюга в точці 2.

$$S_2 = S_1 - q_y \cdot L \cdot \cos \beta_{\max} \cdot \omega_y + q_y \cdot L \cdot \cos \beta_{\max} \cdot \omega_y \quad (3.5)$$

де $\omega_y = 0,25 \dots 0,5$ - коефіцієнт опору руху ланцюгів під час руху по жолобу.

Приймаємо $\omega_y = 0,3$

$$S_2 = 1320,14 - 51,9 \cdot 9,07 \cdot \cos 52^\circ \cdot 0,3 + 51,9 \cdot 9,07 \cdot \cos 52^\circ \cdot 0,3 = 890,9 \text{ Н}$$

Крім того, натяг ланцюга в точці найменшого натягу робочої вітки (точка 3) перевіряємо з умови стійкості скребка, яка повинна відповідати вимозі:

$$S_3 \geq S_{3\min} = \frac{W \cdot h}{t} \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon \quad (3.6)$$

де $\varepsilon \leq 2 \dots 3^\circ$ - кут відхилення ланки ланцюга;

W - опір переміщенню порції вантажу між скребками, Н;

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Для конвеєра, що рухається

$$\begin{aligned} W &= q \cdot t_c \cdot \cos \beta_{\max} \cdot f_1 + q \cdot t_c \cdot \sin \beta_{\max} = \\ &= 94,4 \cdot 0,304 \cdot 0,788 \cdot 0,8 + 94,4 \cdot 0,304 \cdot 0,6157 + 35,75 H \end{aligned} \quad (3.7)$$

тоді

$$S_{3\min} = \frac{36,9 \cdot 0,05}{0,038} \cdot \operatorname{ctg} 2^\circ = 897,5 H$$

Визначимо натяг ланцюга в точці 3

$$S_3 = K \cdot S_2 \quad (3.8)$$

де $K = 1,1$ – коефіцієнт збільшення натягу ланцюга при огинанні зірочки

Тоді

$$S_3 = 1,1 \cdot 890,9 = 980 H$$

Таким чином, умова виконана, так як

$$980 = S_3 > S_{3\min} = 897,5 H$$

Визначимо натяг ланцюга в точці 4

$$\begin{aligned} S_4 &= S_3 + q_{\text{ц}} \cdot L \cdot \cos \beta_{\max} \cdot \omega_{\text{ц}} + q_{\text{ц}} \cdot L \cdot \cos \beta_{\max} \cdot f_1 + (q_{\text{ц}} + q) \cdot L \cdot \sin \beta_{\max} = \\ &= 980 + 51,9 \cdot 9,07 \cdot \cos 52^\circ \cdot 0,3 + 94,4 \cdot 9,07 \cdot \cos 52^\circ \cdot 0,8 + \\ &+ (51,9 + 94,4) \cdot 9,07 \cdot \sin 52^\circ = 2550,9 H \end{aligned} \quad (3.9)$$

Тоді загальний опір руху ланцюга визначиться

$$W_0 = S_4 - S_1 + (K - 1) \cdot (S_4 + S_1) \quad (3.10)$$

$$W_0 = 2550 - 1320,14 + (1,1 - 1) \cdot (2550 + 1320,14) = 842,8 H$$

Визначаємо розрахункове тягове зусилля в ланцюзі

$$s_p = 1,15 \cdot \frac{S_4 + S_{\text{дин}}}{2} \quad (3.11)$$

де $S_{\text{дин}}$ – динамічне зусилля в ланцюзі при роботі конвеєра в сталому режимі, яке визначається при умові, що початковий натяг ланцюга більший критичного.

Швидкість поширення пружної хвилі вздовж тягового органа відповідно робочої і холостої вітки

$$C_1 = \sqrt{\frac{E_0 \cdot g}{q_{\text{ц}} + \lambda_1 \cdot q}} \quad (3.12)$$

$$C_2 = \sqrt{\frac{E_0 \cdot g}{q_y}} \quad (3.13)$$

де λ_1 - коефіцієнт участі маси вантажу, що транспортується при нерівномірному русі ланцюга;

$E_0 = 1 \cdot 10^7 \text{ Н}$ – статична жорсткість попередньо прийнятого ланцюга з кроком 38 мм.

Тоді

$$C_1 = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^7 \cdot 9,81}{51,9 + 0,4 \cdot q}} 94,4 = 1046 \text{ м/с}$$

$$C_2 = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^7 \cdot 9,81}{51,9}} = 1374,8 \text{ м/с}$$

Середня швидкість поширення пружної хвилі

$$C = \frac{2 \cdot C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2 \cdot 1046 \cdot 1374,8}{1046 + 1374,8} 1188,07 \text{ м/с} \quad (3.14)$$

Період основного тону власних коливань

$$t = \frac{4L}{C} = \frac{4 \cdot 9,706}{1188,07} = 0,03 \text{ с} \quad (3.15)$$

Період збурюючої сили

$$2\tau = \frac{t}{V} = \frac{0,304}{1,0} = 0,304 \text{ с}; \quad (3.16)$$

$$\tau = 0,152 \text{ с}$$

Відношення періоду основного тону до періоду збурюючої сили

$$t / 2\tau = 0,03 / 2 \cdot 0,152 = 0,1 \quad (3.17)$$

Опосередкований коефіцієнт опору

$$f = \frac{1}{2} \left(\frac{qf_1 + q_y f \omega_y}{q + q_y} + \omega_y \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{94,4 \cdot 0,8 + 51,9 \cdot 0,3}{94,4 + 51,9} \right) = 0,92 \quad (3.18)$$

коефіцієнт відображення $K_1 = 0,65$

коефіцієнт проходження

$$K_2 = \frac{2}{1 + \frac{C_2}{C_1}} = \frac{2}{1 + \frac{1374,8}{1046}} = 0,86 \quad (3.19)$$

Коефіцієнт затухання

$$K = K_1 \cdot K_2 = 0,62 \cdot 0,86 = 0,559 \quad (3.20)$$

Динамічне зусилля в ланцюзі визначаємо по формулі

$$S_{дин} = A \left[1 - \sin \pi \left(\frac{L}{C \cdot \tau} + 0,5 \right) \right] \quad (3.21)$$

$$A = \frac{1}{2} (\varphi_4 - \varphi_2) \frac{1}{1-K} = \frac{1}{2} 1500 \frac{1}{1-0,559} = 1700H \quad (3.22)$$

$(\varphi_4 - \varphi_2)$ - визначаємо по номограмі []

Тоді

$$S_{дин} = 1700 \left[1 - \sin 180^\circ \left(\frac{9,07}{1188,07 \cdot 0,152} + 0,5 \right) \right] = 765H$$

Для вибору ланцюга визначаємо розрахункове зусилля

$$S_p = 1,15 (2550 + 765) / 2 = 1657,5H$$

Визначаємо розривне зусилля ланцюга

$$S_{роз} = n \cdot S_p = 10 \cdot 1657,5 = 16575H \quad (3.23)$$

де $n = 6 \dots 10$ – запас міцності ланцюга.

Згідно розрахунків приймаємо блоковий ланцюг з наступними параметрами (рис 3.9):

- діаметр головки блока $d = 13mm$;
- крок ланцюга $t_y = 54mm; t_1 = 29mm; t_2 = 25mm$

Відстань між внутрішніми стінками рамки $C_g = 23mm$.

Визначимо параметри ведучої та веденої зірочок (рис 3.10). Зуби ведених зірочок, зачіпляючись з шарнірами ланцюга, надають йому рухому силу. Коло зірочки, по якому розміщуються центри шарнірів ланцюга, називається початковим колом. Його діаметр визначається в залежності від типу та кроку ланцюга та числа зубів зірочки.

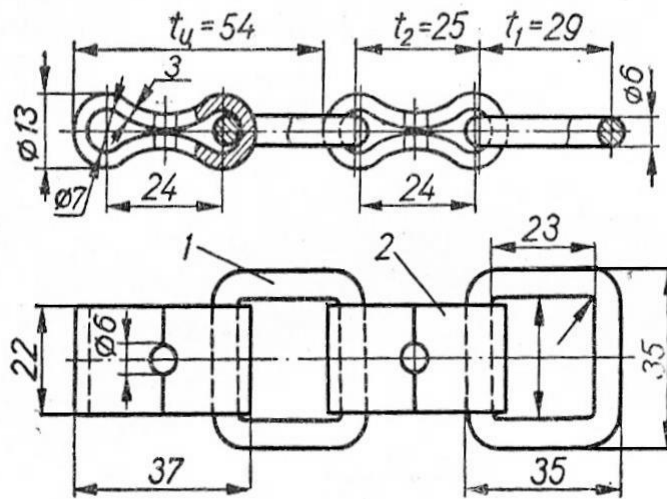


Рис 3.9. Параметри блокового ланцюга

1 – рамка; 2 – блок.

Приймаємо число зубів веденої зірочки $z = 8$. Тоді діаметр початкового кола зірочки D_0 :

$$D_0 = \frac{t_u}{2 \sin \frac{90}{z}} \quad (3.24)$$

де $t_u = t_1 + t_2$ - крок ланцюга;

z – число зубів зірочки;

$$D_0 = \frac{54}{2 \sin \frac{90}{8}} = 138,4 \text{ мм}$$

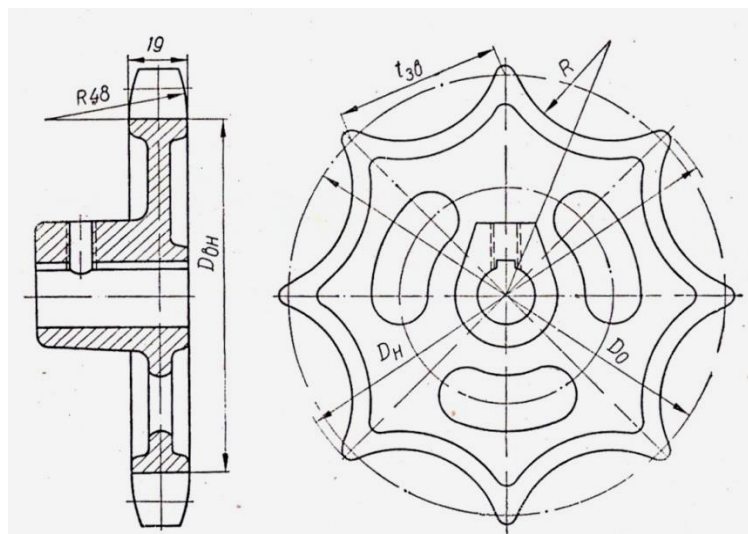


Рис. 3.10. Розміри зуба в поперечному перерізі зірочки

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ТС-Ф-40 00.000 ПЗ

Арк.

29

Крок зірочки визначаємо з виразу:

$$t_3 = t_y \cos \frac{90}{z} \quad (3.25)$$

$$t_3 = 54 \cos \frac{90}{8} = 52,96 \text{ мм}$$

Визначимо частоту обертання зірочки:

$$n_3 = \frac{60v}{\pi D_0} \quad (3.26)$$

$$n_3 = \frac{60 \cdot 1}{3,14 \cdot 0,138} = 139,53 \text{ хв}^{-1}$$

3.2.3. Вибір електродвигуна привода конвеєра

Виходячи з відомого значення загального опору руху ланцюга $W_0 = 842,8 \text{ Н}$ визначаємо потужність на ведучому валу конвеєра

$$N_k = \frac{2W_0v}{1000} = \frac{2 \cdot 842,8 \cdot 1,0}{1000} = 1,69 \text{ кВт} \quad (3.27)$$

Визначаємо установчу потужність електродвигуна

$$N_0 = \frac{N_k}{\eta_k} \quad (3.28)$$

де, η_k - коефіцієнт корисної дії конвеєра

$$\eta_k = \eta_{нк} \cdot \eta_{п.коч} \cdot \eta_{л.п}^2 \quad (3.29)$$

$\eta_{нк} = 0,98$ ККД підшипника ковзання;

$\eta_{п.коч} = 0,99$ – ККД підшипника кочення;

$\eta_{л.п}^2 = 0,93$ – ККД відкритої ланцюгової передачі

Тоді

$$N_0 = \frac{N_k}{\eta_{нк} \cdot \eta_{п.коч} \cdot \eta_{л.п}^2} = \frac{1,69}{0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,93^2} = 2,01 \text{ кВт}$$

По каталогу вибираємо електродвигун типу 4А100L6У2; N = 2,2 кВт;

$n = 1000 \text{ хв}^{-1}$; ($\omega = 104,6 \text{ рад/с}$) [9]

$$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}} = 2,0$$

$$\frac{M_{max}}{M_{ном}} = 2,2$$

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

3.2.4. Розрахунок приводної поліклинової пасової передачі

На приводі скребкового конвеєра пропонується встановити поліклинову пасову передачу, призначену для передачі крутного моменту від електродвигуна до ведучого валу конвеєра.

Для виконання відповідних розрахунків задамося вихідними даними:

- передавана потужність $N_1 = N_0 - 2,2 \text{ кВт}$;
- кутова швидкість ведучого шківa $\omega_1 = 104,6 \text{ с}^{-1}$;
- лінійна швидкість робочого органу конвеєра $v = 1,0 \text{ м/с}$;
- діаметр ведучого валу $d_{e1} = 0,028 \text{ м}$ та діаметр веденого валу $d_{e2} = 0,035 \text{ м}$.

Визначаємо кутову швидкість веденого валу поліклинової пасової передачі [4, 11]

$$\omega_2 = \frac{2 \cdot V}{d}, \quad (3.30)$$

де $d = 0,1384 \text{ м}$ – діаметр початкового кола ведучої зірочки конвеєра

Тоді:

$$\omega_2 = \frac{2 \cdot 1,0}{0,1384} = 14,4 \text{ с}^{-1}$$

Поліклинові паси стандартизовані ТУ 38-105763-84.

Для розраховуємої передачі приймаємо поліклиновий кордгумотканевий пас перерізом PL [4, 11] (рис. 3.11).

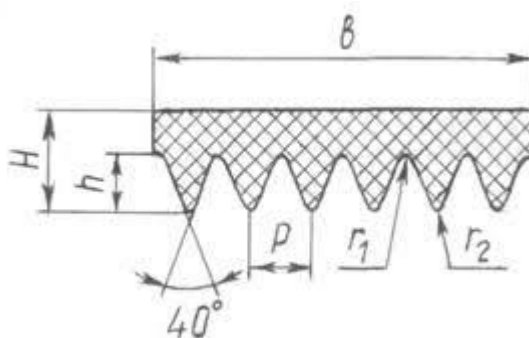


Рис. 3.11. Параметри поліклинового паса

Передаточне відношення визначаємо за формулою

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{75,3}{20,14} = 3,7 \quad (3.31)$$

Згідно рекомендаціям [4, 11] для відкритої пасової передачі $i \leq 6$, тобто в нашому випадку дані вимоги виконуються.

Визначимо діаметри шківів:

Діаметр меншого шківа візьмемо відповідно рекомендаціям ГОСТ 1284.3-80, $d_1 = 0,125$ м, тоді діаметр більшого шківа при відносному ковзанні паса $\xi = 0,015$ визначимо за формулою:

$$d_2 = i \cdot d_1 \cdot (1 - \xi), \quad (3.32)$$

$$d_2 = 3,7 \cdot 0,125 \cdot (1 - 0,015) = 0,455 \text{ м}$$

Приймаємо $d_2 = 0,450$ м, цей діаметр відповідає ГОСТ 1284.3-80.

Відстань між центрами шківів визначаємо за формулою:

$$a_0 = C \cdot d_2, \quad (3.33)$$

де C – числовий коефіцієнт, який приймають в залежності від передаточного відношення. Для $i \approx 4, C = 1$.

Тоді:

$$a_0 = 1 \cdot 0,450 = 0,450 \text{ м}$$

Визначаємо розрахункову довжину пасу за формулою:

$$L = 2 \cdot a_0 + 1,57 \cdot (d_2 + d_1) + (d_2 - d_1)^2 / (4 \cdot a_0), \quad (3.34)$$

$$L = 2 \cdot 0,450 + 1,57 \cdot (0,450 + 0,125) + (0,450 - 0,125)^2 / (4 \cdot 0,450) = 1,862 \text{ м.}$$

За ТУ 38-105763-84 приймаємо полікліновий пас перерізом PL з внутрішньою довжиною $l_g = 1,8$ м (1800 мм).

Тоді дійсна міжосьова відстань, тобто, така, що відповідає дійсній довжині пасу визначиться за формулою:

$$a = \frac{2 \cdot l_g - \pi \cdot (d_2 + d_1) + \sqrt{[2 \cdot L - \pi(d_2 - d_1)]^2 - 8 \cdot (d_2 - d_1)^2}}{8}, \quad (3.35)$$

$$a = \frac{2 \cdot 1,800 - 3,14 \cdot (0,450 + 0,125) + \sqrt{[2 \cdot 1,800 - 3,14(0,450 - 0,125)]^2 - 8 \cdot (0,450 - 0,125)^2}}{8} = 0,440 \text{ м}$$

Визначаємо кут обхвату пасом шківа меншого діаметра:

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ		Арк.
							32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			

$$\alpha = \frac{\pi \cdot (d_2 \cdot d_1)}{a}, \quad (3.36)$$

$$\alpha = \frac{3,14 \cdot (0,450 \cdot 0,125)}{0,440} = 2,32 \text{ рад}$$

Тобто, $\alpha = 133^\circ$.

Для поліклінової передачі рекомендується [11] приймати $\alpha \geq 120^\circ$. Таким чином, дана умова в нашому випадку виконується.

Визначаємо необхідну кількість клинових виступів

$$z' = \frac{10 \cdot P_1}{[P_{10}]} \quad (3.37)$$

$$\text{де } [P_{10}] = (P_{10} \cdot C_\alpha \cdot C_L + \Delta P_u) / C_p \quad (3.38)$$

P_{10} - потужність для передачі полікліновим пасом базової довжини L_0 [11] з десятима ребрами ($z=10$) при передатному числі $u=1$, $\alpha_1=180^\circ$ та роботі в одну зміну з постійним навантаженням, $P_{10} = 5 \text{ кВт}$.

$C_\alpha = 1,37(1 - e^{-\alpha_1/135})$ - коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату α_1 ,

$$C_\alpha = 1,37(1 - e^{-133/135}) = 1,01$$

$C_L = \sqrt{\frac{L}{L_0}}$ - коефіцієнт, що враховує фактичну довжину кільцевого паса;

L - розрахункова довжина паса;

$L_0 = 1600 \text{ мм}$ - базова довжина паса [11].

$$C_L = \sqrt{\frac{1800}{1600}} = 1,13$$

$\Delta P_u = \Delta T_u \cdot n_1 / 1000$ - поправка, що враховує зменшення впливу на довговічність паса вигину на більшому шківі.

$$\Delta T_u = 0,7 \text{ []}$$

$$\text{Тоді } \Delta P_u = 0,7 \cdot 1000 / 1000 = 0,7$$

$C_p = 1,2$ - коефіцієнт динамічного навантаження і режиму роботи передачі [11].

Тоді

$$[P_{10}] = (5,0 \cdot 1,01 \cdot 1,13 + 0,7) / 1,2 = 5,3 \text{ кВт}.$$

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						33
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Тоді необхідна кількість виступів дорівнює

$$z' = \frac{10 \cdot 2,2}{5,3} = 4,2$$

Приймаємо найближче парне значення виступів [11] $z' = 6$.

Визначаємо швидкість паса:

$$V = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{\pi}, \quad (3.39)$$

$$V = \frac{75,3 \cdot 0,125}{3,14} = 4,7 \text{ м/с}$$

Перевіримо пас на довговічність по частоті пробігів за секунду

$$\eta_n = \frac{V}{L} \leq [\eta_n], \quad (3.40)$$

де η_n – дійсна частота пробігів паса, c^{-1} , $[\eta_n] \leq 5 \text{ } c^{-1}$ – допустима частота пробігів паса.

$$\eta_n = \frac{4,7}{1,8} = 2,8 \text{ } c^{-1},$$

що в цілому допустимо.

Визначимо розміри шківів, прийнявши, що вони виготовлені з чавуну СЧ 15 ГОСТ 1412-85.

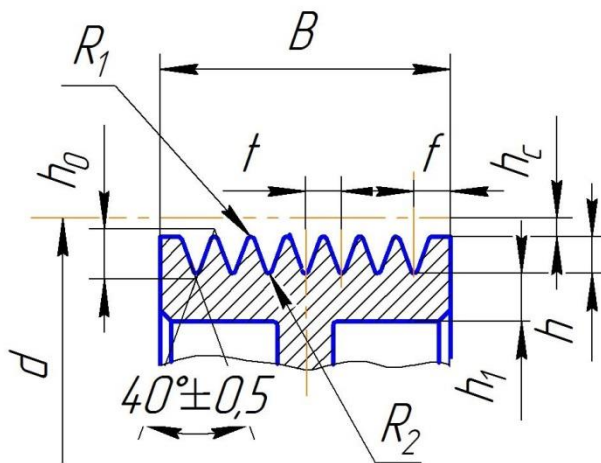


Рис. 3.12. Параметри шківів.

Значення параметрів зображених на рис. 3.12 наведено в таблиці 3.3 [11].

Параметри шківів полі клинової пасової передачі

Переріз паса	t	h	h_c	h_1	h_0	f	R_1	R_2
PL	4,8	4,85	2,4	6,0	6,6	5,5	0,5	0,4

Ширина обода шківів (рис. 3.11) визначається:

$$D = b - t - 2 \cdot f \quad (3.41)$$

де $b = t \cdot z$ – ширина паса (мм); значення h_e , t та f наведені у таблиці 3.3

$$b = 4,8 \cdot 6 = 28,8 \text{ мм}$$

$$B = 28,8 - 4,8 + 2 \cdot 5,5 = 35 \text{ мм}$$

Так як діаметр меншого шківів невеликий, то він може бути виготовлений з диском. Товщина диска $D = 0,008 \text{ м}$.

Так як діаметр більшого шківів більше 0,0350 м [11], то його рекомендується виконувати зі спицями в один ряд.

Число спиць визначаємо за формулою:

$$K_c = \left[\left(\frac{1}{6} \right) \cdot \left(\frac{1}{7} \right) \sqrt{d} \right], \quad (3.42)$$

де $d = 0,450 \text{ м}$ – діаметр шківів

$$K_c = \frac{\sqrt{d}}{6},$$

$$K_c = \frac{\sqrt{0,450}}{6} = 3,5$$

Приймаємо число спиць у шківів:

$$K_c = 4$$

Визначимо силу, що діє на вали:

$$F_n = 2 \cdot S_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{z}, \quad (3.42)$$

$$F_n = 2 \cdot 260 \cdot 2 \cdot \sin \frac{133^\circ}{2} = 953,8 \text{ Н}$$

3.3. Розрахунки деталей та вузлів на міцність

3.3.1. Перевірка ланцюга на міцність

Рамка блокового ланцюга перевіряється на міцність при вигині рівномірно розподіленого навантаження прикладеного до горизонтальних стержнів (рис 3.13):

$$q = \frac{S_p}{b} \quad (3.43)$$

де b – ширина зони навантаження ланцюга;

$$q = \frac{1657,5}{0,02} = 82875 \text{ Н / м}$$

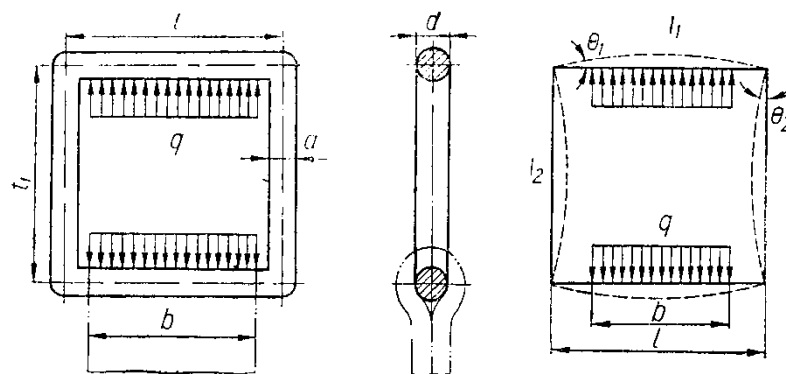


Рис 3.13. Рамка блокового ланцюга

Позначивши через M моменти в кутах рамки, знайдемо кути повороту стержнів:

$$\Theta_1 = \frac{q \cdot b \cdot (3I^2 - b^2)}{48EI_1} - \frac{M \cdot l}{2EI_1} \quad (3.44)$$

$$\Theta_2 = \frac{M \cdot t_1}{2EI_2} \quad (3.45)$$

де E – модуль пружності матеріалу;

$$E = 21 \cdot 10^{10} \text{ Па} = 21 \cdot 10^4 \text{ МПа};$$

I_1 та I_2 – моменти інерції повздовжніх перерізів стержнів рамки;

$$I_1 = I_2 = \frac{\pi d^4}{60} \quad (3.46)$$

$$I_1 = I_2 = \frac{\pi d^4}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,006^4}{60} = 6,78 \cdot 10^{-11} \text{ м}^4$$

Вважаючи, що кути рівні, тобто $\Theta_1 = \Theta_2$ отримаємо:

$$\Theta_1 = \frac{q \cdot b \cdot (3l^2 - b^2)}{48EI_1} - \frac{M \cdot l}{2EI_1} = \frac{M \cdot t_1}{2EI_2} \quad (3.47)$$

З цього рівняння при $I_1 = I_2$ знайдемо M :

$$M = \frac{qb(3l^2 - b^2)}{24(l + t_1)} \quad (3.48)$$

Тоді

$$M = \frac{82875 \cdot 0,02 \cdot (3 \cdot 0,023^2 - 0,02^2)}{24(0,023 + 0,029)} = 1,58 \text{ нм}$$

Звідси

$$\arctg \Theta_1 = \frac{82875 \cdot 0,02 \cdot (3 \cdot 0,023^2 - 0,02^2)}{48 \cdot 21 \cdot 10^{10} \cdot 6,78 \cdot 10^{-11}} - \frac{1,58 \cdot 0,023}{2 \cdot 21 \cdot 10^{10} \cdot 6,78 \cdot 10^{-11}} = 0,00611$$

$$\Theta_1 = 0,35^\circ$$

$$\arctg \Theta_2 = \frac{1,58 \cdot 0,023}{2 \cdot 21 \cdot 10^{10} \cdot 6,78 \cdot 10^{-11}} = 0,00127$$

$$\Theta_2 = 0,07^\circ$$

Розрахунки показують, що кути повороту рамок незначні і на надійність роботи тягового робочого органу конвеєра суттєвого впливу не матимуть.

Перевірочне рівняння міцності рамки запишеться в вигляді:

$$\sigma_u = \frac{M}{W} = \frac{qb(3l^2 - b^2)}{24(l + t_1)0,1d^3} \leq [\sigma]_u \quad (3.49)$$

де $[\sigma]_u = 300 \text{ МПа}$ - допустиме напруження згину для сталі.

$$\sigma_u = \frac{82875 \cdot 0,02(3 \cdot 0,023^2 - 0,02^2)}{24(0,023 + 0,029) \cdot 0,1 \cdot 0,006^3} = 73 \text{ МПа}$$

Таким чином, $73 < 300$. Умова міцності виконується.

Питомий тиск у місцях зчеплення ланок визначається з такого рівняння:

$$p = \frac{S_p}{b} \leq [P] \quad (3.50)$$

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Допустимий питомий тиск $[P] = 28 \text{ МПа}$.

$$p = \frac{1657,5}{0,02 \cdot 0,006} = 13,8 \text{ МПа}$$

Таким чином, $13,8 < 28$. Умова міцності виконується.

3.3.2. Розрахунок на міцність ведучого вала конвеєра

Розрахунок вала на витривалість.

Визначимо сили, що діють на вал. На консольну частину валу діє сила від пасової передачі:

$$F_n = 953,8 \text{ Н}$$

Крутний момент на ведучому валу від веденого шківа пасової передачі визначимо за формулою:

$$T_2 = \frac{10^3 \cdot N_1 \cdot \eta_{p.n}}{\omega_2}, \quad (3.51)$$

$$T_2 = \frac{10^3 \cdot 2,2 \cdot 0,96}{14,4} = 146,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Розрахункова схема вала показана на (рис. 3.13).

Визначаємо реакції опор у площині YOZ.

$$\sum M_A = 0 \quad P_2 \cdot a_1 - R_{By} \cdot 2 \cdot a = 0$$

$$R_{By} = \frac{P_2 \cdot a_1}{2} = \frac{2120}{2} = 1060 \text{ Н}$$

$$\text{де } P_2 = \frac{2 \cdot \pi_2}{D} = \frac{2 \cdot 146,7}{0,1384} = 2120 \text{ Н} - \text{обертове зусилля від тягового ланцюга}$$

конвеєра.

Так як вал навантажений силою P_2 симетрично то $R_{By} = R_{Ay} = 1060 \text{ Н}$.

Визначимо реакції опор в площині XOZ

$$\sum M_A = 0 \quad R_{Bx} \cdot 2a + F_n(2 \cdot a + e) = 0$$

$$R_{Bx} = -\frac{F_n \cdot (2 \cdot a + e)}{2 \cdot a} = \frac{953,8 \cdot (2 \cdot 0,153 + 0,06)}{2 \cdot 0,153} = -1141 \text{ Н}$$

$$\sum M_B = 0 \quad -R_{ax} \cdot 2 \cdot a + F_n \cdot e = 0$$

$$R_{ax} = \frac{F_n \cdot e}{2 \cdot a} = \frac{953,8 \cdot 0,06}{2 \cdot 0,153} = 187 \text{ Н}.$$

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						38
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Визначаємо згинаючі моменти в небезпечних перерізах і будуємо епюри згинаючих моментів.

Згинальний момент в перерізі I-I:

$$M_{I-I} = R_{ay} \cdot a = R_{ey} \cdot a = 1060 \cdot 0,153 = 162,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Визначаємо згинальний момент в перерізі II-II:

$$M_{II-II} = F_n \cdot e = 953,8 \cdot 0,06 = 57,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Перевіримо на міцність небезпечні перерізи валу. Небезпечними є перерізи I-I та II-II (рис. 3.14).

Розраховуємо на витривалість переріз I-I.

Переріз прослаблено шпонковим пазом.

Коефіцієнт запасу міцності по нормальним напругам визначимо за формулою:

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{E_{\delta}} \cdot \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m}, \quad (3.52)$$

де $\sigma_{-1} = 200 \text{ МПа}$ – межа витривалості для матеріалу валу, сталь 45 ГОСТ 1050-88;

$K_{\sigma} = 1,75$ – коефіцієнт концентрації нормальних напружень;

$E_{\sigma} = 0,862$ – масштабний фактор перерізу при згині;

σ_a – амплітуда циклу нормальних напружень;

ψ_{σ} – коефіцієнт асиметрії циклу нормальних напружень;

$\sigma_m = 0$ – середня напруга циклу нормальних напружень.

Зробимо припущення, що напруга згину змінюється по симетричному циклу, тобто:

$$\sigma_H = \sigma_a, \sigma_m = 0,$$

де σ_H – нормальна напруга в перерізі.

$$\sigma_H = \frac{M_H}{0,1 \cdot d^3},$$

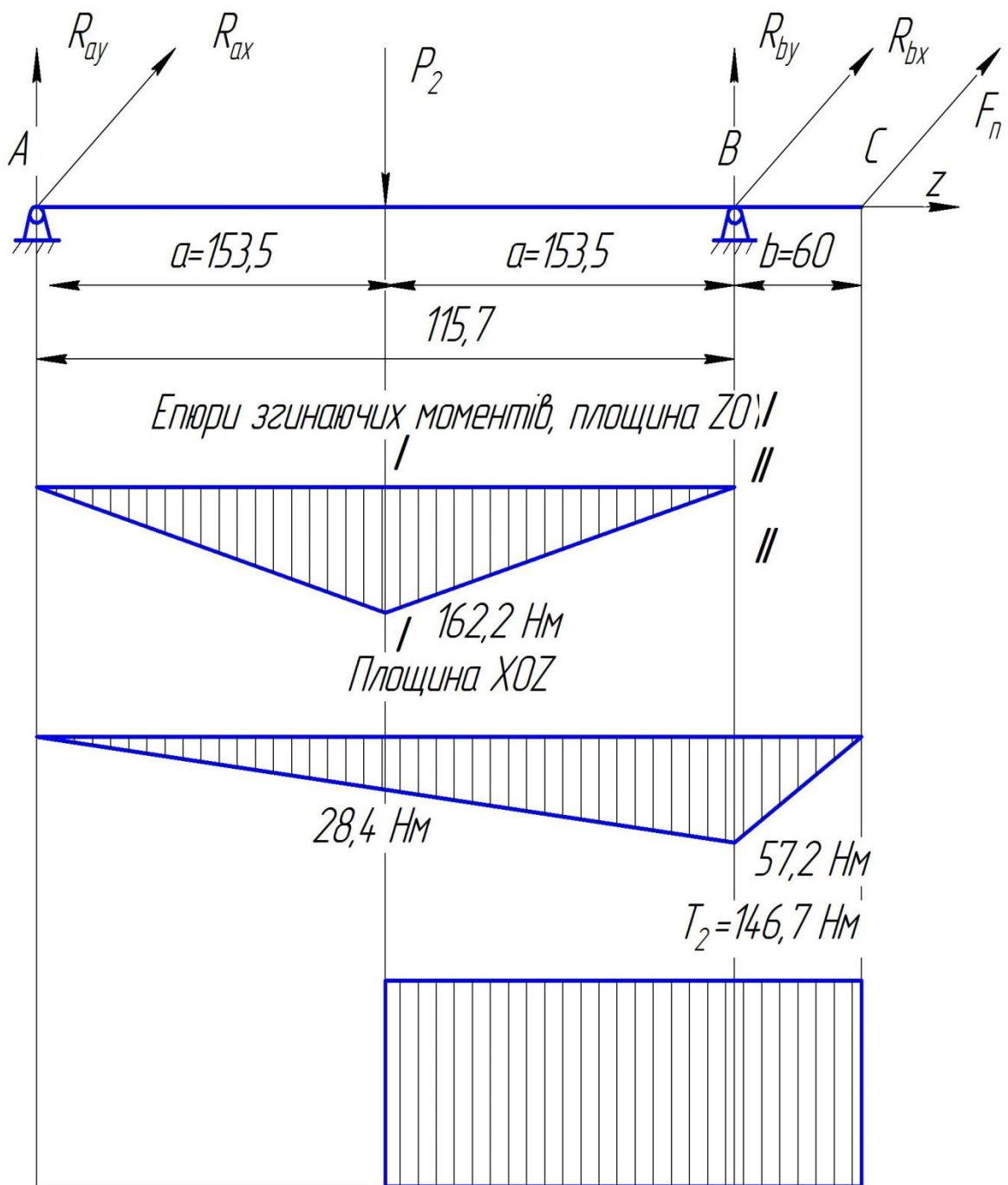


Рис. 3.13. Розрахункова схема ведучого вала конвеєра

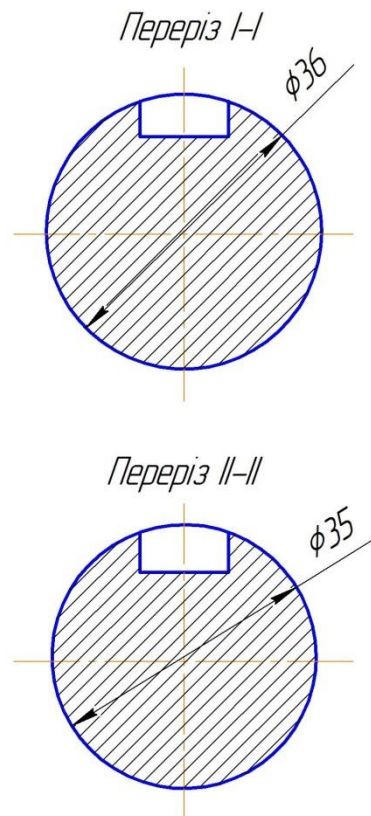


Рис. 3.14. Небезпечні перерізи валу

де M_H – згинаючий момент в перерізі.

Тоді:

$$\sigma_H = \frac{162,2}{0,1 \cdot 0,036^3} = 34,7 \text{ МПа}$$

Тоді, коефіцієнт запасу міцності по нормальним напруженням буде дорівнювати:

$$n_\sigma = \frac{200}{\frac{1,76}{0,862} \cdot 34,7} = 2,82$$

Визначимо коефіцієнт запасу міцності по дотичним напругам:

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\tau_a \cdot \frac{K_\tau}{E_\tau} + \psi_\tau \cdot \tau_m}, \quad (3.53)$$

де $\tau_{-1} = 160 \text{ МПа}$ – межа витривалості матеріалу при крученні;

$K_\tau = 1,54$ – ефективний коефіцієнт концентрації дотичних напружень;

$E_{\tau} = 0,746$ – масштабний фактор для перерізу вала при крученні;

τ_a – амплітуда циклу дотичних напружень;

$\psi_{\tau} = 0,05$ – коефіцієнт впливу асиметрії циклу дотичних напружень;

τ_m – середня напруга циклу дотичних напружень.

Для проведення більш точних розрахунків будемо вважати, що дотичні напруги змінюються по найбільш несприятливому циклу.

Тобто

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{кр}}{2},$$

де $\tau_{кр}$ – дотичні напруження в перерізі.

$$\tau_{кр} = \frac{T_2}{0,2 \cdot d^3} = \frac{146,7}{0,2 \cdot 0,036^3} = 15,7 \text{ МПа}$$

Тоді:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{15,7}{2} = 7,85 \text{ МПа}$$

Тоді

$$n_{\tau} = \frac{160}{7,85 \cdot \frac{1,54}{0,746} + 0,05 \cdot 7,85} = 9,6$$

Перевіримо умову міцності валу.

Умова міцності валу запишеться у вигляді:

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} \geq [n], \quad (3.54)$$

де n – загальний фактичний коефіцієнт запаса міцності при розрахунках на витривалість.

$[n] = 1,3 \dots 1,8$ – допустимий коефіцієнт запаса міцності при розрахунках на витривалість.

$$n = \frac{3,06 \cdot 9,6}{\sqrt{3,06^2 + 9,6^2}} = 2,9$$

$$n = 2,9 > [n]$$

Витривалість перерізу I-I забезпечується.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Розраховуємо на витривалість переріз II-II

Переріз прослаблено напресуванням підшипника.

Визначимо нормальні напруги в перерізі:

$$\sigma_n = \frac{M_{nII-II}}{0,1 \cdot d^3} = \frac{57,2}{0,1 \cdot 0,035^3} = 13,3 \text{ МПа},$$

де $M_{nII-II} = 57,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$ – максимальний згинальний момент в перерізі II-II.

Визначимо відношення коефіцієнта концентрації напружень до масштабного фактору для перерізу II-II із формули:

$$\frac{K_\sigma}{E_\sigma} = 2,9$$

Тоді

$$n_\sigma = \frac{200}{2,9 \cdot 13,3} = 5,2$$

Визначимо дотичні напруження в перерізі:

$$\tau_{kp} = \frac{146,7}{0,2 \cdot 0,035^2} = 17,1 \text{ МПа},$$

Тоді:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{kp}}{2} = \frac{17,1}{2} = 8,55 \text{ МПа}$$

Тоді:

$$n_\tau = \frac{160}{8,55 \cdot \frac{1,54}{0,746} + 0,05 \cdot 8,55} = 8,8$$

Перевіримо умови міцності валу.

Умова міцності валу запишеться у вигляді:

$$n = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \geq [n], \quad (3.55)$$

де n – загальний фактичний коефіцієнт запасу міцності при розрахунках на витривалість.

$[n]=1,3 \dots 1,8$ – допустимий коефіцієнт запасу міцності при розрахунках на витривалість.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						43
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$n = \frac{5,2 \cdot 8,8}{\sqrt{5,2^2 + 8,8^2}} = 4,48 > [n],$$

Витривалість перерізу II-II забезпечується.

3.4. Висновки по розділу.

Всі розробки, представлені в інженерній частині магістерської роботи направлені на підвищення надійності конструкції скребкового конвеєра ТС-Ф-40, а як результат, стабільності виконання ним технологічного процесу. Крім того, запропоновані зміни в конструкцію робочих органів та деяких вузлів конвеєра дозволяють зменшити його матеріалоемність. Прогнозоване зменшення ваги машини може скласти 60,0 кг.

Очевидно, що запропоновані інженерні розробки підвищують техніко-економічний рівень машини.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		44

4. Охорона праці

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути під час експлуатації скребкового конвеєра ТС-Ф-40.

Під час експлуатації скребкового конвеєра ТС-Ф-40 можуть виникнути небезпечні та шкідливі фактори фізичного, хімічного, психофізіологічного характеру.

Небезпечні фактори фізичного характеру:

- рухомі механізми приводної станції скребкового конвеєра;
- рухомий тяговий робочий орган зі скребками;
- підвищена запиленість повітря в кормоцеху;
- підвищена температура поверхні двигуна механізму приводу;
- підвищений рівень шуму і вібрації;
- підвищена вологість повітря;
- наявність електричної напруги в електричному ланцюгу механізму приводу конвеєра;

- підвищений рівень статичної електрики;
- відсутність або нестача природного освітлення;
- підвищена або занижена яскравість світла;
- гострі краї, шорсткість на деталях конвеєра;

Небезпечні фактори хімічного характеру:

- підвищені концентрації пилу з умістом SiO_2 ;
- паливно-мастильні матеріали, які використовуються під час технічного обслуговування скребкового конвеєра.

Небезпечні фактори психофізіологічного характеру:

- фізичні перевантаження під час роботи;
- нервово-психічні перевантаження.

4.2. Заходи по створенню безпечних умов праці на скребковому конвеєрі.

Для захисту від шкідливої дії пилу обслуговуючий персонал конвеєра забезпечується респіратором У-2К або марлевою пов'язкою. Приміщення

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		45

кормоцеху, де встановлюється скребковий конвеєр обладнується вентиляційною системою.

Для зниження шуму на модернізованому конвеєрі підшипники змащуються, між секціями встановлюються гумові прокладки. Крім того, в механізмі приводу модернізованого конвеєра замість ланцюгової приводної передачі застосовано поліклінопасову.

На конвеєрі широко використовують позначення небезпечних зон. Передбачені наступні надписи [3]: «Обслуговування і ремонт виконувати при відключеній напрузі», «Закрито» і «Відкрито».

На кришці електродвигуна нанесена жовтою фарбою стрілка, яка вказує на напрямок обертання.

Місця розташування точок змащення позначені кольоровими покажчиками, які відрізняються від загального кольору машини.

Конвеєр комплектується комплектом інструменту. Для ручного очищення робочих органів передбачені спеціальні чистики. Розташування робочих органів забезпечує безпеку очищення і доступ до них.

Параметри вібрації у різних напрямках повинні відповідати вимогам санітарних норм.

Небезпеки травмування від механічних і теплових впливів конвеєра враховуються при його конструюванні і огорожуються.

Робоче місце оператора комплектується обладнанням протипожежного захисту [13].

Всі металеві струмоведучі частини електрообладнання, які можуть виявитися під напругою в наслідок порушення ізоляції заземлені шляхом приєднання до заземлюючого пристрою.

Шафа управління пилевологозахисного виконання, що попереджує попадання пилу і вологи на струмоведучі частини.

Транспортування конвеєра здійснюється у відповідності з «Загальними правилами перевезення вантажів автотранспортом». Для стропування конвеєра під час завантаження на транспортні засоби, ремонту і збирання передбачені

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

спеціальні петлі, які позначені фарбою, відмінного кольору від загального фону машини.

4.3. Висновки по розділу.

Конструктивне виконання конвеєра та здійснення ним функціонального призначення відповідає вимогам стандарту ДСТУ2189-93 з урахуванням загальних вимог безпеки згідно з НПАОП 01.41-1.01-01; пожежної безпеки згідно з ДСТУ ISO 6309:2007, ДСТУ ІЕС 80416-1:2005, ДСТУ ISO 3864-1:2005. та «Загальних правил пожежної безпеки для об'єктів сільськогосподарського виробництва» [13].

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		47

5. Економічна частина

Конвеєр скребковий ТС-Ф-40 є промисловим виробом. Наскільки якісно він буде виготовлений, наскільки технологічно задовольнятиме користувача, залежить його конкурентоздатність та реалізація на ринку. Тому, виробник постійно займається удосконаленням конструкції з метою її здешевлення без втрати споживчих якостей.

Таким чином, економічний ефект від впровадження у виробництво машини повинен отримати, як виробник так і споживач.

Як зазначалося раніше конвеєр входить в систему машин для приготування кормів тому його продуктивність є сталою і не впливає на економічний ефект. Його можна досягти лише за рахунок підвищення показників надійності.

В розділі 3.1.5. даної роботи описано заходи щодо модернізації робочих органів та вузлів даного конвеєра. Технологічні розрахунки, розрахунки деталей на міцність вказують на можливість впровадження у виробництво запропонованих змін.

Проведені розрахунки економічної ефективності модернізованої машини (див. Додаток А) підтвердили позитивний річний економічний ефект, як у виробника так і споживача конвеєра. У виробника він склав 5201,6 грн. на одну машину, а у споживача 1835 грн.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		48

6. Висновок

За результатами проведених теоретичних досліджень та виконаних інженерних розрахунків можна сформулювати наступні загальні висновки.

1. Встановлено, що найпоширенішими механізмами для переміщення сільськогосподарських матеріалів в кормоцехах є скребкові транспортери, в тому числі і конвеєр скребковий ТС-Ф-40.

2. Отримано графічні залежності продуктивності скребкового конвеєра від кута його нахилу до горизонту

3. Обґрунтовано параметри скребка скребкового транспортера. Запропонована конструкція нового скребка, яка дозволить знизити масу транспортера на 10,4 кг.

4. Використання в механізмі приводу замість приводної ланцюгової передачі поліклинової пасової передачі дозволить зменшити металоємність приводної секції на 14,6 кг, знизити вартість покупних виробів, скоротити час на технічне обслуговування на 14 хвилин за зміну, підвищити надійність роботи вузла, покращити умови роботи оператора.

5. Удосконалено конструкцію тягового органу шляхом установки в транспортері одного блокового ланцюга замість двох втулково-роликів, що дозволить зменшити кількість покупних виробів, зменшити його матеріалоємність на 35 кг., скоротити змінний час на технічне обслуговування на 15 хвилин, підвищити надійність вузла.

6. Удосконалено конструкцію підшипникових вузлів шляхом заміни метало-керамічних втулок кульковими самовстановними сферичними підшипниками.

7. Запропоновані вище зміни в конструкції конвеєра викликали необхідність зміни конструкції приводної, проміжної і кінцевої секцій.

8. Отримані результати розрахунків економічної ефективності удосконаленої машини свідчать про ефективність конструкторських розробок, виконаних в магістерській роботі.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Економічний ефект у виробника та споживача удосконаленого агрегату виявився позитивним і склав відповідно 5201,6 грн. та 1835 грн.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						50
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Список використаної літератури

1. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2016. 204 с.
http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2898/3/Pidruchnik%20doslidnika_2016.pdf.
2. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2019. 164 с.
3. Графічні символи: Кольори та знаки безпеки. Частина 1. Принципи проектування знаків безпеки для робочих місць та місць градського призначення: ДСТУ ISO 3864-1:2005.— [Чинний від 2005-05-25].— К: Держстандарт України, 2006. 25 с.
4. Деталі машин [Текст] : підручник: затверджено МОН України / А. В. Мінняйло [та ін.]. - К. : Агроосвіта, 2013. - 448 с.
5. Жигулін О. А. Підйомно-транспортні машини та механізми у сільськогосподарському виробництві. Технології АПК ХХІ століття: проблеми і перспективи розвитку: зб. матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Ніжин, 2017.С. 119 – 125.
6. Жигулін О. А., Махмудов І. І., Жигуліна Н. О. Підйомно-транспортні машини: Навчальний посібник. Ніжин, 2020. 150 с.
7. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини. К.: Вища школа, 2008. 413 с.
8. Кравчук В. І., Луценко М. М., Мечта В. П. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів : [науково-практичний посібник]. К.: Фенікс, 2008. 104 с.
9. Машини та обладнання для тваринництва. Підручник./ Ревенко І.І., Брагінець М.В, Ребенко В.І. - К.: «Кондор» 2012. - 731 с.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

10. Момот Д. І., Янчевський І. В. Механічні передачі. Розрахунок на міцність і проектування приводів машин: Навч.-метод. посібник. – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2011. – 248 с.

11. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: підручник / Павлице В.Т. -К.: Вища школа, 1993.-556 с.

12. Петренко М.М. Основи наукових досліджень сільськогосподарських машин. Навчальний посібник. Кіровоград. 1997. 170 с.

13. Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір: ДСТУ ISO 6309:2007. [Чинний від 2007-10-01].- К.: Держстандарт України, 2007.- 80 с.

14. Савенков В. М., Тимохіна В. Ю., Тимохін Ю. В. Підйомно-транспортні машини: Конспект лекцій для студентів механічних спеціальностей. Донецьк, 2013. 78 с.

15. Спіральні транспортери. URL:
<https://agrotex.info/obladnannya/transportuvannya-kormiv/spiralni-transporteri.html>

16. Транспортер для кормоцеху КОРК-15. URL:
https://agrovektor.com/ua/physical_product/39237-transporter-dlya-kormoceha-kork-

17. Хомик Н.І., Ткаченко І.Г., Довбуш А.Д. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник до курсового проектування / Н. І. Хомик, І.Г. Ткаченко, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 100 с.

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		52

ДОДАТКИ

					ТС-Ф-40 00.000 ПЗ	Арк.
						53
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Оцінка економічної ефективності розробок в роботі

В процесі виконання магістерської роботи були внесені конструктивні зміни до вузлів та робочих органів скребкового конвеєра:

- в механізмі приводу замість привідної ланцюгової передачі пропонується спроектувати та встановити полі клинову пасову передачу, що дозволить зменшити металоємність приводної секції на 14,6 кг, знизити вартість покупних виробів, скоротити час на технічне обслуговування на 14 хвилин за зміну;
- удосконалення тягового органу передбачає установку в транспортері одного блокового ланцюга замість двох втулково-роликів, що дозволить зменшити кількість покупних виробів, зменшити його матеріалоємність на 35 кг., підвищити надійність транспортера. Це дасть можливість скоротити змінний час на технічне обслуговування на 15 хвилин. Запропонована конструкція нового скребка дозволить додатково знизити масу транспортера на 10,4 кг. Загальне зниження металоємності транспортуючого органу складе 45,4 кг.
- для підвищення довговічності підшипникових вузлів - замість метало-керамічних втулок запропоновано встановити кулькові самовстановні сферичні підшипники.

Запропоновані вище зміни в конструкції конвеєра викликали необхідність зміни конструкції приводної, проміжної і кінцевої секцій.

Впровадження у виробництво запропонованих конструктивних рішень дозволить знизити загальну металоємність конвеєра на 60 кг.

Вихідні дані для визначення економічної ефективності модернізованої машини та її техніко-економічного рівня наведені в таблиці 5.1

Техніко-економічні показники порівнюваних машин

№ п/п	Показники	Один. вимір.	Умовн. позн.	Машина	
				базова	модерн.
1	2	3	4	5	6
1	Тип машини	-	-	стаціонарна	
2	Оптова ціна машини	грн.	C_{on}	145700	
3	Собівартість виготовлення машини	грн.	C	119800	
4	Вартість покупних виробів у собівартості машини	грн.	C_n	21370	19300
5	Маса машини	кг	M	465	405
6	Маса покупних виробів	кг	M_n	171	132
7	Продуктивність машини за 1 годину основного часу	м ³ /год	P_o	40	40
8	Коефіцієнти використання часу зміни: - робочого - експлуатаційного	-	$K_{вр}$ $K_{ек}$	0,8 0,75	
9	Нормативне річне завантаження: - машини	год.	$P_{зм}$	1825	1825
10	Норма відрахувань на реновацію машини	%	$H_{ам}$	15	15
11	Норми відрахувань на ремонт та техогляд машини	%	$H_{рм}$	8,5	8,5
12	Середньогодинна зарплата: - оператора - конструктора (технолога)	грн.	$З_o$ $З_{нк}$	88,0 110,0	
13	Середньорічна програма випуску	шт.	$H_{ср}$		120

1	2	3	4	5	6
14	Кількість деталей в машині	шт.	H_3	460	441
15	Кількість найменувань деталей в машині всього, в т.ч.: - оригінальних - стандартних	шт.	D_3 D_{op} D_{cm}	128 26 35	120 22 25
16	Кількість найменувань деталей, які розроблені в процесі модернізації	шт.	-	-	12

5.1. Визначення техніко-економічного рівня модернізованої машини

Визначаємо коефіцієнт уніфікації конструкції:

$$K_y = \frac{D_3 - D_{op}}{D_3}, \quad (5.1)$$

де D_3 – загальна кількість найменувань деталей у машині, шт;

D_{op} – кількість найменувань оригінальних деталей, шт.

$$K_{yb} = \frac{128 - 26}{128} = 0,797;$$

$$K_{ym} = \frac{120 - 22}{120} = 0,817.$$

Відносний показник уніфікації конструкції:

$$B_{ky} = K_{ym} / K_{yb}. \quad (5.2)$$

$$B_{ky} = 0,817 / 0,395 = 1,025.$$

Коефіцієнт стандартизації конструкції:

$$K_{cm} = D_{cm} / D_3, \quad (5.3)$$

де D_{cm} – кількість найменувань стандартних деталей в машині, шт.

$$K_{cm6} = 35 / 128 = 0,273;$$

$$K_{cmm} = 25 / 120 = 0,208.$$

Відносний показник рівня стандартизації конструкції:

$$B_{cm} = K_{cmm} / K_{cm6}, \quad (5.4)$$

$$B_{cm} = 0,208 / 0,273 = 0,763.$$

Коефіцієнт конструктивної повторюваності:

$$K_{кп} = H_3 / D_3, \quad (5.5)$$

де H_3 – загальна кількість деталей в машині, шт.

$$K_{кпб} = 460/128 = 3,594.$$

$$K_{кпм} = 441/120 = 3,675.$$

Відносний показник рівня конструктивної повторюваності:

$$B_{кп} = K_{кпм} / K_{кпб}, \quad (5.6)$$

$$B_{кп} = 3,675/3,594 = 1,022.$$

Собівартість модернізованої машини:

$$C_m = \frac{C_b - C_{нб}}{M_b - M_{нб}} \cdot (M_m - M_{нм}) + C_{нм}, \quad (5.7)$$

де C_b – собівартість виготовлення базової машини, грн.;

$C_{нб}$ та $C_{нм}$ – ціна покупних виробів у собівартості, грн.;

M_b та M_m – маса базової та модернізованої машини, кг.

$$C_m = \frac{116800 - 21370}{465 - 171} \cdot (405 - 132) + 19300 = 107913,6 \text{ грн}$$

Продуктивність машини за 1 годину експлуатаційного часу:

$$P_{ек} = P_o \cdot K_{ек}; \quad (5.8)$$

$$P_{зм} = P_o \cdot K_{вр}, \quad (5.9)$$

де P_o – продуктивність машини за 1 годину основного часу, т/год.;

$K_{ек}$ та $K_{вр}$ – коефіцієнти використання експлуатаційного та робочого часу

зміни.

Для базової машини вони задані, а для модернізованої визначаються за формулами:

$$K_{екм} = \frac{T_{екб} + \frac{T_{мо} + T_{лп}}{60}}{T_{зм}}; \quad (5.10)$$

$$K_{врм} = \frac{T_{врб} + \frac{T_{мо}}{60}}{T_{зм}}, \quad (5.11)$$

де $T_{екб}$ та $T_{врб}$ – кількість годин експлуатаційного та робочого часу базової машини у змін, год.;

$T_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год.;

T_{mo} та $T_{лн}$ – кількість хвилин у робочу зміну, на яку скорочуються витрати часу відповідно на технічне обслуговування та ліквідацію поломок.

$$K_{екм} = \frac{7,5 + \frac{29}{60}}{10} = 0,798; \quad K_{врм} = \frac{8 + \frac{29}{60}}{10} = 0,85.$$

$$\Pi_{екб} = 40 \cdot 0,75 = 30 \text{ м}^3/\text{год.} \quad \Pi_{екм} = 40 \cdot 0,798 = 31,92 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$\Pi_{змб} = 40 \cdot 0,8 = 32 \text{ м}^3/\text{год.} \quad \Pi_{змм} = 40 \cdot 0,85 = 34 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Питома собівартість машини:

$$C_n = C / \Pi_{ек}, \quad (5.12)$$

де C – собівартість машини, грн.

$$C_{нб} = \frac{116800}{30} = 3893,3 \text{ грн} / \text{м}^3 / \text{год} \quad C_{нм} = \frac{107913,6}{31,92} = 3380,7 \text{ грн} / \text{м}^3 / \text{год}$$

Відносний показник питомої собівартості:

$$B_{сн} = C_{нб} / C_{нм}, \quad (5.13)$$

$$B_{сн} = \frac{3893,3}{3380,7} = 1,15$$

Питома матеріалоемність:

$$M_n = M / \Pi_{ек}, \quad (5.14)$$

де M – маса сухої машини, кг.

$$M_{нб} = \frac{465}{30} = 15,5 \text{ грн} / \text{м}^3 / \text{год} \quad M_{нм} = \frac{405}{31,92} = 12,7 \text{ грн} / \text{м}^3 / \text{год}$$

Відносний показник питомої матеріаломісткості:

$$B_{мн} = M_{нб} / M_{нм}, \quad (5.15)$$

$$B_{мн} = \frac{15,5}{12,7} = 1,2$$

Узагальнений показник техніко-економічного рівня модернізованої машини:

$$Y_{mp} = \sum_i^m a_i \cdot B_{di}, \quad (5.16)$$

де m – кількість відносних показників, прийнятих до розрахунків;

a_i – коефіцієнт відносних показників, прийнятих до розрахунків;

B_{di} – величини і-того показника технічного рівня.

$$Y_{mp} = 0,15 \cdot 1,025 + 0,05 \cdot 0,763 + 0,05 \cdot 1,022 + 0,45 \cdot 1,18 + 0,3 \cdot 1,2 = 1,134$$

Модернізована машина має кращий техніко-економічний рівень тому, що збільшилась її продуктивність за 1 годину експлуатаційного часу; зменшився час на технічне обслуговування, ремонт та ліквідацію поломок.

Модернізована машина має кращий показник техніко-економічного рівня, про це свідчить значення узагальненого показника технічного рівня – більший за 1.

5.2. Визначення економічної ефективності заходів по модернізації машини

Визначення витрат на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

Витрати на проектування конструкції:

$$B_n = H_{op} \cdot T_{кон} \cdot Z_{сз} \cdot \left(1 + \frac{B_c}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\Pi_{св}}{100}\right), \quad (5.17)$$

де H_{op} – кількість найменувань оригінальних деталей, розроблених в процесі модернізації, шт.;

$T_{кон}$ – сумарна трудомісткість розробки конструкторської документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі, год.;

$Z_{сз}$ – середньо-годинна заробітна плата конструкторів, грн.;

B_c – відрахування на соціальне страхування, %;

$\Pi_{св}$ – процент непрямих витрат.

$$B_n = 12 \cdot 70 \cdot 110 \cdot \left(1 + \frac{22}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{300}{100}\right) = 450912 \text{ грн}$$

Витрати на розробку технології виготовлення модернізованої машини:

$$B_m = H_{op} \cdot T_m \cdot Z_{сз} \cdot \left(1 + \frac{B_c}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\Pi_{св}}{100}\right), \quad (5.18)$$

де T_m – сумарна трудомісткість розробки технологічної документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі, год.

$$B_m = 12 \cdot 50 \cdot 110 \cdot \left(1 + \frac{22}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{300}{100}\right) = 322080 \text{ грн}$$

Витрати на виготовлення технологічного оснащення, необхідного для виробництва модернізованої машини:

$$B_{осн} = H_{ор} \cdot \sum_i^k K_{моси} \cdot K_{комi} \cdot Ц_{оси}, \quad (5.19)$$

де k – кількість груп оснащення (штампи, пристосування, різальний, вимірювальний та допоміжний інструмент);

$K_{моси}$ – коефіцієнт технологічного оснащення по i -тій групі оснащення;

$K_{комi}$ – кількість комплектів i -тої групи оснащення, шт.;

$Ц_{оси}$ – ціна одиниці оснащення, грн.

$$B_{осн} = 12(0,25 \cdot 2 \cdot 7150 + 0,2 \cdot 2 \cdot 2680 + 0,3 \cdot 3 \cdot 140 + 0,2 \cdot 3 \cdot 41) = 57571,2 \text{ грн}$$

Витрати на виготовлення дослідного зразка:

$$B_{д.з} = (1,2 \dots 1,3) C_m = 1,2 \cdot 107913,6 = 129496,3 \text{ грн}. \quad (5.20)$$

Витрати на виготовлення дослідної партії:

$$B_{д.п.} = (1,1 \dots 1,2) \cdot C_m \cdot H_m, \quad (5.21)$$

де H_m – кількість машин у дослідній партії,

$$B_{д.п.} = 1,1 \cdot 107913,6 \cdot 4 = 474819,8 \text{ грн}$$

Інші витрати на освоєння виробництва модернізованої машини:

$$I_{н.в.} = \frac{K_{ин}}{100} \cdot \sum_1^5 B_i, \quad (5.22)$$

де $K_{ин}$ – процент на інші витрати до суми п'яти попередніх статей витрат,

$$I_{н.в.} = \frac{10}{100} (450912 + 322080 + 57571,2 + 129496,3 + 474819,8) = 143487,9 \text{ грн}$$

Сума витрат на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$B_{осв} = B_n + B_m + B_{осн} + B_{дз} + B_{дп} + I_{н.в.}, \quad (5.23)$$

$$B_{осв} = 450912 + 322080 + 57571,2 + 129496,3 + 474819,8 + 143487,9 = 1578367,2 \text{ грн}$$

Питомі витрати на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$B_{нос} = B_{осв} / H_{ср}, \quad (5.24)$$

де H_{cp} – середньорічна програма випуску модернізованої машини.

$$B_{\text{пос}} = \frac{1578367,2}{120} = 13153,1 \text{ грн}$$

6.3. Визначення оптової ціни модернізованої машини:

Оптову ціну визначаємо за формулою

$$\Pi_{\text{опм}} = \Pi_{\text{опб}} \cdot \frac{\Pi_{\text{екм}}}{\Pi_{\text{екб}}} \cdot K_p \quad (5.25)$$

де K_p – коефіцієнт розподілу економічного ефекту між споживачем та виробником модернізованої машини

$$\Pi_{\text{опм}} = 145700 \cdot \frac{31,92}{30} \cdot 0,9 = 139522,3 \text{ грн}$$

5.4. Очікуваний річний економічний ефект заводу виробника від впровадження модернізованої машини у виробництво:

$$E_{\text{зв}} = (\Pi_{\text{оп.м}} - C_{\text{м}}) - (\Pi_{\text{оп.б}} - C_{\text{б}}) - B_{\text{пос}} \cdot E_n, \quad (5.26)$$

$$E_{\text{зв}} = (139522,3 - 107913,6) - (145700 - 119800) - 0,15 \cdot 3380,7 = 5201,6 \text{ грн}$$

5.5. Визначення річного економічного ефекту споживача модернізованої машини.

Визначення експлуатаційних витрат, які припадають на одиницю продукції.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу:

$$Z_n = \frac{\sum P_{\text{оби}} \cdot \Gamma_{\text{мсі}}}{\Pi_{\text{зм}}}, \quad (5.27)$$

де $P_{\text{оби}}$ – кількість робітників, виконуючих роботу і-того розряду, чол.;

$\Gamma_{\text{мсі}}$ – годинна тарифна ставка і-того розряду роботи, грн.

$$Z_{\text{нб}} = \frac{1 \cdot 88,0}{32} = 2,75 \text{ грн} / \text{м}^3 \quad Z_{\text{нм}} = \frac{1 \cdot 88,0}{34} = 2,58 \text{ грн} / \text{м}^3$$

Амортизація та ремонт машини:

$$B_{\text{ам}} = \frac{K_n \cdot \Pi_{\text{оп}} \cdot (H_a + H_p) \cdot K_m}{100 \cdot \Pi_{\text{ек}} \cdot P_3}, \quad (5.28)$$

де K_n – коефіцієнт переводу оптової ціни у балансову вартість;

H_a та H_p – норма щорічних амортизаційних відрахувань на реновацію машини та її ремонт, %;

P_z – нормативне річне завантаження машини, год.;

K_m – кількість машин, які входять до складу одного агрегату.

$$B_{амб} = \frac{1,3 \cdot 145700 \cdot (15 + 8,5) \cdot 1}{100 \cdot 30 \cdot 1825} = 0,81 \text{ грн} / \text{м}^3$$

$$B_{амм} = \frac{1,3 \cdot 139522,3 \cdot (15 + 8,5) \cdot 1}{100 \cdot 30 \cdot 1825} = 0,77 \text{ грн} / \text{м}^3$$

Витрати на електроенергію:

$$B_e = \frac{B_{нд} \cdot \Pi_c}{\Pi_{пз} \cdot K_{кд} \cdot K_{км}} . \quad (5.29)$$

$$B_{еб} = \frac{2,2 \cdot 3,8}{32 \cdot 0,85 \cdot 0,97} = 0,32 \text{ грн} / \text{м}^3$$

$$B_{еб} = \frac{2,2 \cdot 3,8}{34 \cdot 0,85 \cdot 0,97} = 0,29 \text{ грн} / \text{м}^3$$

Витрати на збереження машини:

$$B_z = H_z / \Pi_{ек} , \quad (5.30)$$

де H_z – норматив витрат, які припадають на 1 годину зберігання машини.

$$B_{зб} = 0,8 / 30 = 0,027 \text{ грн.} / \text{м}^3;$$

$$B_{зм} = 0,8 / 31,92 = 0,025 \text{ грн} / \text{м}^3$$

Визначаємо суми експлуатаційних витрат, які припадають на одиницю вироблюваної продукції:

$$E_v = Z_n + B_{ам} + B_{рм} + B_z + B_e$$

$$E_{вб} = 2,75 + 0,81 + 0,32 + 0,027 = 3,91 \text{ грн} / \text{м}^3$$

$$E_{вм} = 2,58 + 0,77 + 0,29 + 0,025 = 3,66 \text{ грн} / \text{м}^3$$

Визначаємо питомі капітальні витрати на одиницю вироблюваної продукції, або роботу по зрівнюваним машинам:

$$\Pi_{\kappa\epsilon} = \frac{1}{\Pi_{\epsilon\kappa}} \cdot \frac{K_n \Pi_{on}}{P_{\text{зм}}}, \quad (5.31)$$

$$\Pi_{\kappa\epsilon\tilde{\epsilon}} = \frac{1}{30} \cdot \frac{1,3 \cdot 145700}{1825} = 3,45 \text{ грн}$$

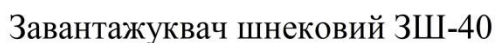
$$\Pi_{\kappa\epsilon\tilde{\epsilon}} = \frac{1}{31,92} \cdot \frac{1,3 \cdot 139522,3}{1825} = 3,11 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект споживача модернізованої машини:

$$E_{pcn} = [(E_{\epsilon\tilde{\epsilon}} + E_n \cdot \Pi_{\kappa\epsilon\tilde{\epsilon}}) - (E_{\epsilon\kappa\text{м}} + E_n \cdot \Pi_{\kappa\epsilon\kappa\text{м}})] \cdot \Pi_{\epsilon\kappa\text{м}} \cdot P_{\text{зм}}, \quad (5.32)$$

$$E_{pcn} = [(3,91 + 0,15 \cdot 3,45)] - (3,66 + 0,15 \cdot 3,11) \cdot 31,92 \cdot 1825 = 1835 \text{ грн}$$

TC-φ-40 00.001 C2



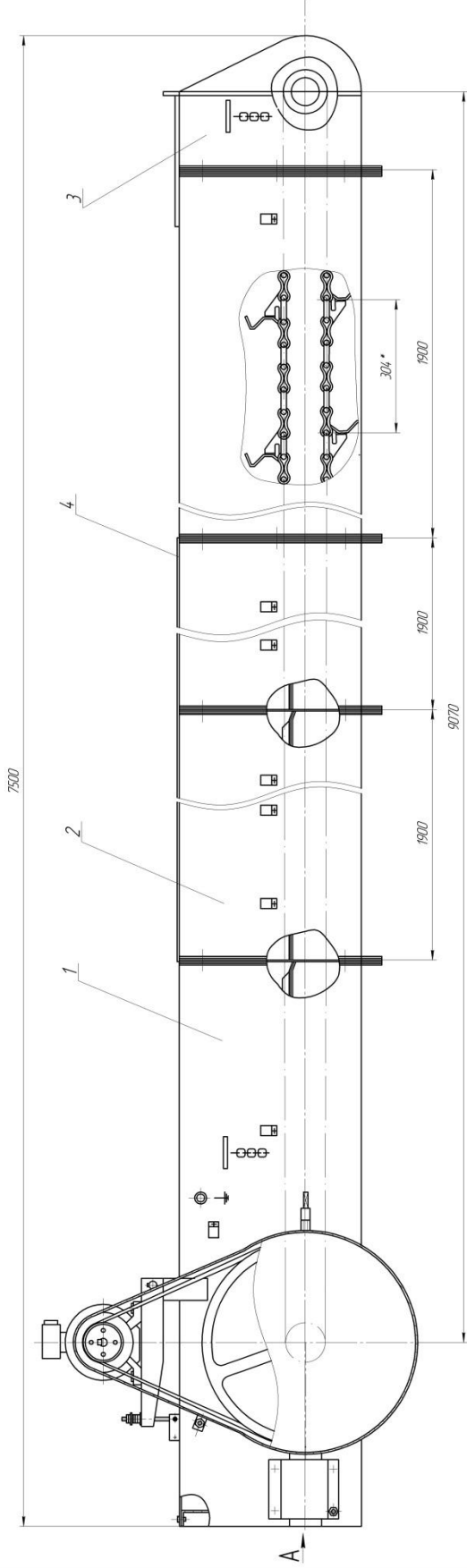
Технічна характеристика конвесрів для транспортування сільськогосподарських матеріалів

№ п/п	Найменування показника	Значення, машина					
		ТС-Ф-40	ТС-40С	КВ-Ф-40	ЗШ-40	ТЦС-50	ЗЕО-DC
1.	Продуктивність, т/год	40	40	45	50	50	50
2.	Встановлена потужність, кВт	2,2	2,2	2,2	5,5	3	4
3.	Маса, кг	375	480	400	1645	420	850
4.	Максимальний кут підйому	52	52	52	52	20	20
5.	Збереження корму, %	100	100	100	100	100	100
6.	Кількість обслуговуючого персоналу	1	1	1	1	1	1
7.	Тип робочого органу	скребок	скребок	шнек	шнек	скребок	скребок

						ТС-Ф-40 00.001 С2			
Мат. Асс.	№ докум.	Год	Асс.	Конфигури для транспортування гільзгосподарських матеріалів			Лист	Місця	Місця
Розроб.	Матеріальні								
Звіт	Місце								
Лист									
Накази	Місце			-			Лист	Лист	Л
Служ.	Лист								
				Копія			вд ГМСМ-2М-19		

[illegible]

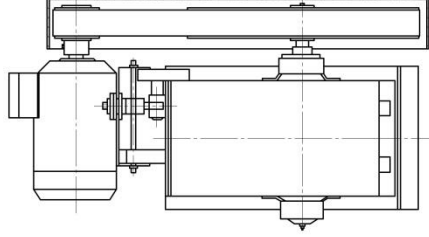
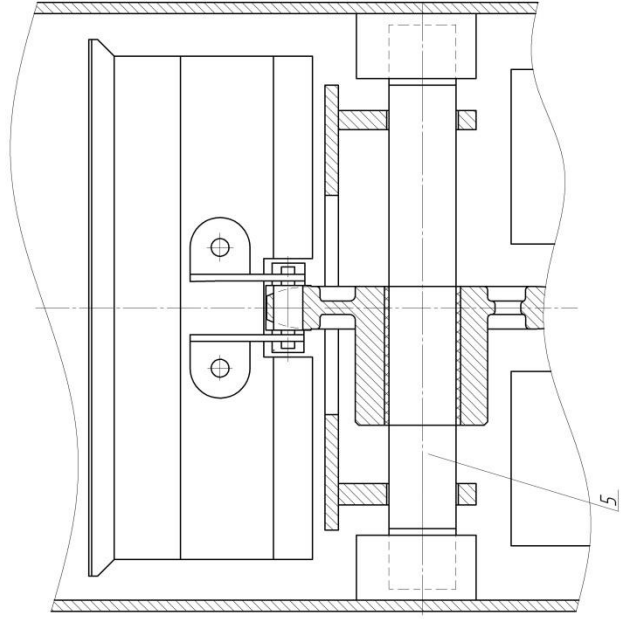
ТС-Ф-40 00.0000.05



Б-5 (1/1)

A

Лист № 000001	Лист № 000002	Лист № 000003	Лист № 000004	Лист № 000005	Лист № 000006	Лист № 000007	Лист № 000008	Лист № 000009	Лист № 000010	Лист № 000011	Лист № 000012	Лист № 000013	Лист № 000014	Лист № 000015	Лист № 000016	Лист № 000017	Лист № 000018	Лист № 000019	Лист № 000020
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------



- Значение параметров по ТУ не берётся
- Уточнить для заказчика

ТС-Ф-40 00.0000.05		Лист	№	000001	Всего	14
Конфигурация оборудования		Лист	№	000002	Всего	14
ТС-Ф-40		Лист	№	000003	Всего	14
		Лист	№	000004	Всего	14
		Лист	№	000005	Всего	14
		Лист	№	000006	Всего	14
		Лист	№	000007	Всего	14
		Лист	№	000008	Всего	14
		Лист	№	000009	Всего	14
		Лист	№	000010	Всего	14
		Лист	№	000011	Всего	14
		Лист	№	000012	Всего	14
		Лист	№	000013	Всего	14
		Лист	№	000014	Всего	14
		Лист	№	000015	Всего	14
		Лист	№	000016	Всего	14
		Лист	№	000017	Всего	14
		Лист	№	000018	Всего	14
		Лист	№	000019	Всего	14
		Лист	№	000020	Всего	14

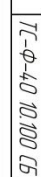
Конфигурация

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація</u>		
A1			ТС-Ф-40 10.000 СБ	<u>Складальне креслення</u>	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
A1		7	ТС-Ф-40 10.100	Корпус	1	
		1	ТС-Ф-40 10.020	Вал ведучий	1	A4x4
		2	ТС 10.030	Огородження	1	
				<u>Деталі</u>		
		9	ТС-Ф-40 10.501	Плита	1	
		5	ТС-Ф-40 10.402	Кришка	1	
		3	ТС-Ф-40 10.645	Болт відкидний	1	
		13	ТС-Ф-40 10.046	Амортизатор	10	
		14	ТС-Ф-40 10.648	Вісь	1	
		1	ТС-Ф-40 10.102	Шків	1	
		26	ТС-Ф-40 10.602	Гвинт натяжний	2	
		24	ТС-Ф-40 10.415	Накладка	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		8		Електродвигун		
				4A 100L6Y2 TY16-510-827-83	1	
				ТС-Ф-40 10.000		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Секція приводна	
Розробив	Мартовіцький					
Перевірив	Мачок					
					Літера	Аркуш
						1
						2

[illegible]

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація</u>		
			ТС-Ф-40 10.100 СБ	Складальне креслення		A4x4
				<u>Складальні одиниці</u>		
		9	ТС-Ф-40 10.200	Кожух	1	
				<u>Деталі</u>		
A2		1	ТС-Ф-40 10.102	Шків	1	
		18	ТС-Ф-40 10.621	Вал ведучий	1	A4x4
		2	ТС-Ф-40 10.002	Втулка	1	
		20	ТС-Ф-40 10.042	Втулка	3	
		22	ТС-Ф-40 10.022	Втулка	2	
		24	ТС-Ф-40 10.441	Кришка	1	
		3	ТС-Ф-40 10.143	Корпус підшипника	1	
		11	ТС-Ф-40 10.146	Корпус підшипника	1	
		10	ТС-Ф-40 10.448	Щиток	2	
		23	ТС-Ф-40 10.049	Прокладка	2	
		10	ТС-Ф-40 10.449	Кришка	1	
		25	ТС-Ф-40 10.418	Шайба	2	
		16	ТС-Ф-40 10.419	Планка	2	
A3		7	ТС-Ф-40 50.602	Зірочка	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		4		Підшипник 1207		
				ГОСТ 28428-90	2	
				ТС-Ф-40 10.100		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Вал ведучий	
Розробив	Мартовіцький					
Перевірив	Мачок					
Н. контр.	Мачок					
Затвердив	Лещенко				ЦНТУ гр. ГМ(СМ)-21М-1,9	
					Літера	Аркуш
						Аркушів
					1	2

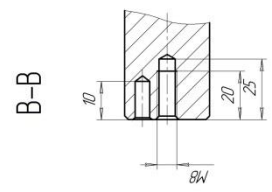
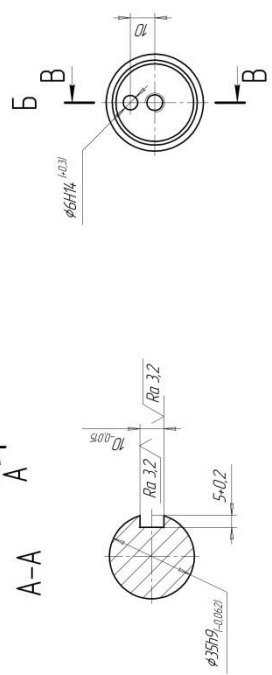
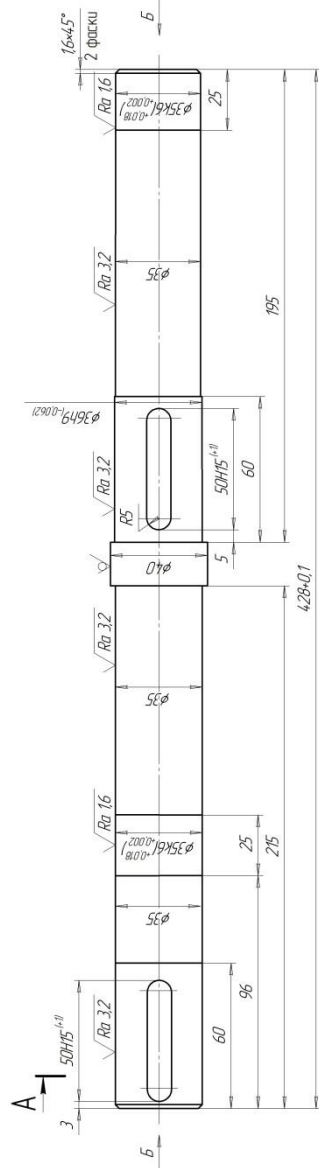
[illegible]



TC-φ-40 10.100 LB

[illegible]

[illegible]



1. Термообработка-нормализация 170-190 НВ.
2. Нейказані сталі: граничні відхилення розмірів
вони-по h14, інші- по $\pm \frac{IT_{14}}{2}$.

[illegible]

[illegible]

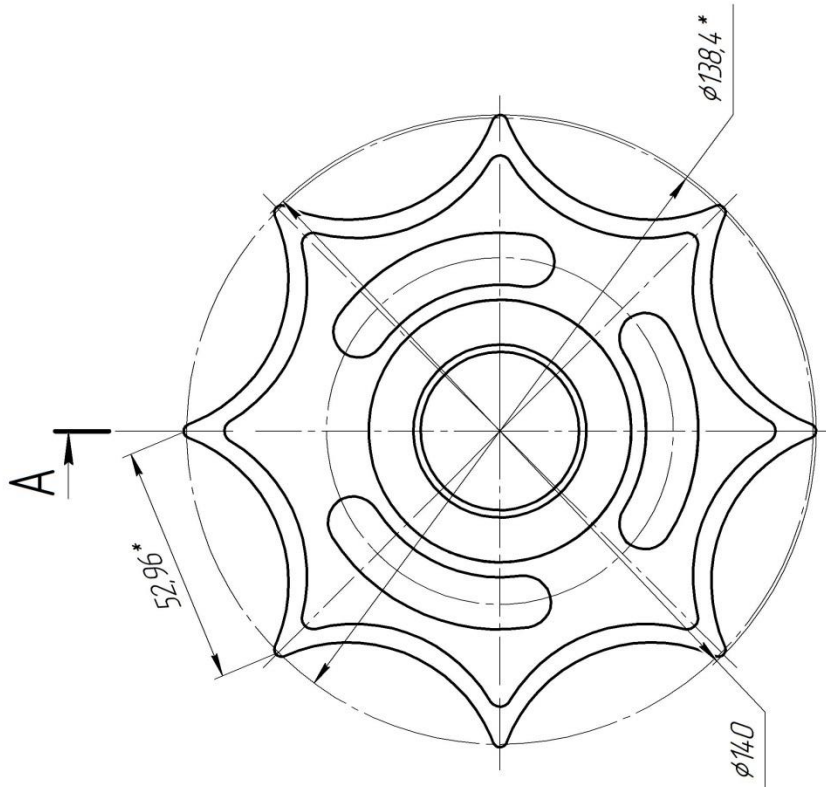
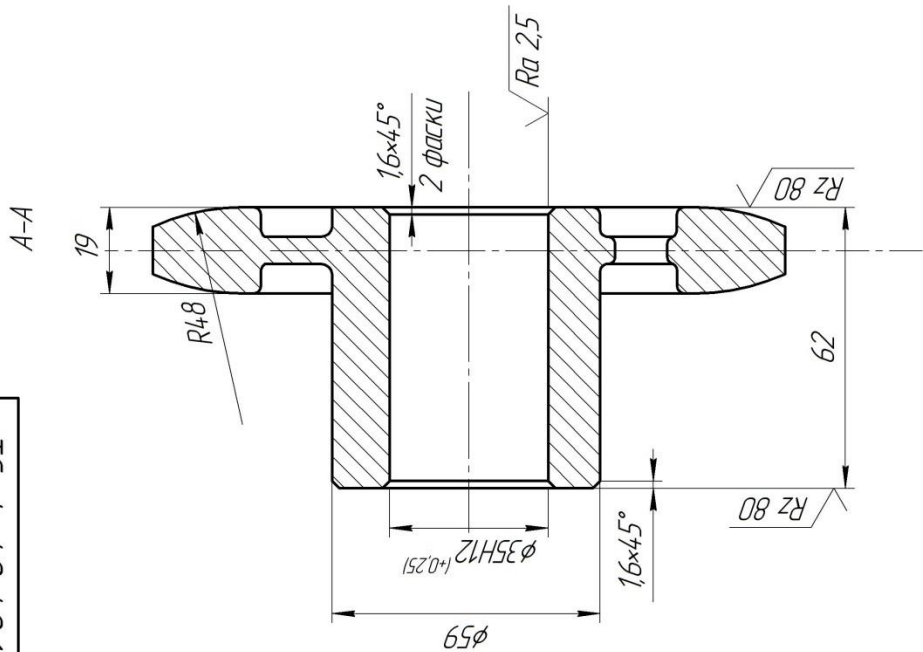
Ид. № подл.	Взам. Ид. №	Ид. № дубл.	Ид. № подл.
Ид. № подл.	Ид. № дубл.	Ид. № дубл.	Ид. № подл.

[illegible]

формат	A3
--------	----

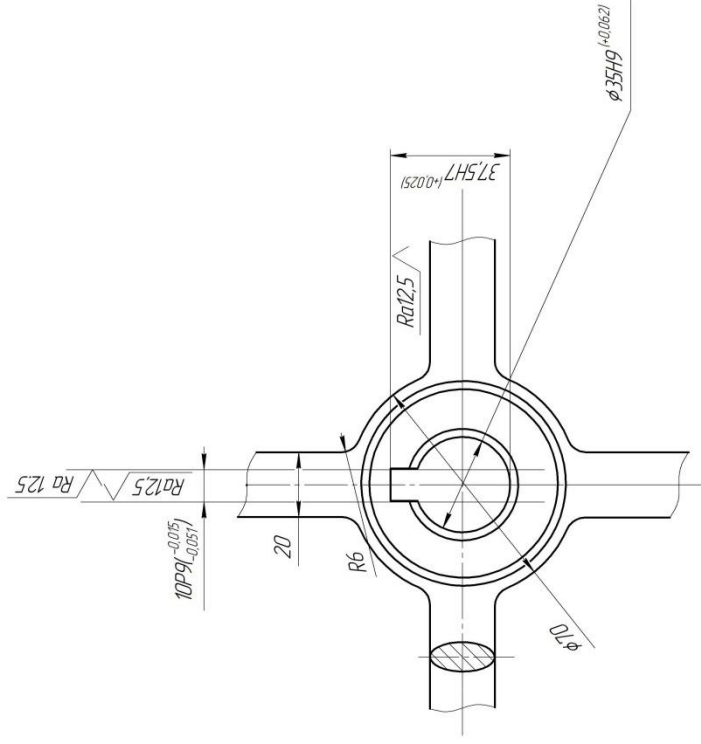
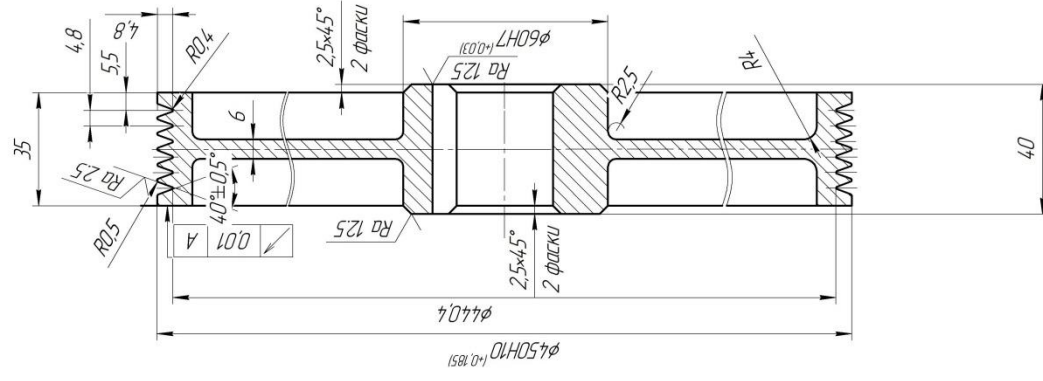
ТІ-Ф-40-Ф-21

Мод. № подл.	Подп. у дата	Вам. унд. №	Мод. № дудл.	Подп. у дата	Спроб. №	Лист. пунен.
--------------	--------------	-------------	--------------	--------------	----------	--------------



- 1. Неказані граничні відхилення розмірів $\pm \frac{IT14}{2}$
- 2. Неказані ливарні заокруглення 1,5 мм
- 3. * Розміри для довідок

ТІ-Ф-40 40.113				Лист	Масса	Масштаб
Зірочка ведена				14	1:1	1
				Лист	Листов	1
СЧ 20 ГОСТ 1412-85				ЦНТУ		
				ар. ГМІСМ-21М-19		
				Формат А3		



1. Балансувати статично допустимі дисбаланси 2 мм
2. Неоканати граничні відхилення розмірів діаметрів Н14, н14, інших JS-6, поверхонь $\pm IT16/2$
3. Точність відлітки 7-6 ГОСТ 26645-85
4. На робочі поверхні шкідливі пористості і раковини не допускаються

[illegible]