

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Баклавр»

Тема „Механізація технологічних процесів молочнотоварної ферми з  
модернізацією змішувача дозатор преміксів ”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІ-19-1

Войцешук І.М.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Замойський С.М.

Нормоконтролер

к.т.н, доц. Лук'янюк М.В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ \_\_\_\_\_ 2023 р.

Хмельницький, 2023р.

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект виконаний на тему: «Механізація технологічних процесів молочнотоварної ферми з модернізацією змішувача-дозатора».

Дипломний проект викладений на 94 сторінках, графічна частина складається з 7 аркушів формату А1, кількість використаної літератури - 30 джерел.

У першому розділі зроблений аналіз господарської діяльності ТОВ «Агропродукт Поділля».

У другому розділі - технологічної частини проекту представлені розрахунки по водопостачанню, напоюванню й годівлі тварин, вентиляції й опаленню, машинному доїнню й первинній обробці молока.

У третьому розділі представлена конструкторська розробка змішувача-дозатора преміксів. Позитивний ефект від впровадження даного пристрою полягає в поліпшенні якості одержуваної кормової суміші за рахунок інтенсифікації процесу змішування.

У четвертому розділі висвітлено питання організації охорони праці в господарстві, зроблені відповідні розрахунки.

У п'ятому розділі наведений аналіз екологічної шкоди яку наносить підприємство та запропоновані заходи щодо покращення ситуації.

У шостому розділі зроблено техніко-економічне обґрунтування запропонованого змішувача-дозатора преміксів.

## ЗМІСТ

№/п.п		Арк.
	ВСТУП	6
1	ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «АГРОПРОДУКТ ПОДІЛЛЯ»	7
1.1	Місце розташування й загальна характеристика господарства	7
1.2	Природні умови	8
1.3	Організаційно-виробнича структура підприємства	10
1.4	Спеціалізація господарства	13
1.5	Основні показники виробничої діяльності	14
1.6	Аналіз використання МТП у ТОВ «Агропродукт Поділля»	17
1.7	Організація робіт і матеріально – технічна база по технічному обслуговуванню й ремонту техніки	20
1.8	Висновки до розділу	22
2	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	23
2.1	Вимоги до ділянки, визначення розміру території ферми	24
2.2	Склад будинків і споруд які входять до складу ферми	32
2.3	Механізація водопостачання й поїння тварин	35
2.4	Вентиляція й опалення	37
2.5	Механізація приготування кормів	39
2.6	Механізація вантажно-розвантажувальних робіт при роздачі кормів	44
2.7	Машинне доїння корів і первинна обробка молока	48
2.8	Збирання й утилізація гною	50
2.9	Графік роботи машин	56
2.10	Технічне обслуговування машин	57

					<i>ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Войцещук</i>			<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Замойський</i>					3	
<i>Реценз.</i>						<i>ХНУ, зр.АІс-20-2</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Лук'янюк</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Мартинюк</i>						

3	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	59
3.1	Опис запропонованого змішувача-дозатора преміксів	60
3.2	Розрахунки основних параметрів змішувача	67
3.2.1	Визначення ємності змішувача	67
3.2.2	Визначення сили ваги матеріалу в камері змішування	68
3.2.3	Визначення динамічних навантажень на тіло шатуна	68
3.2.4	Розрахунок шатуна	68
3.3	Розрахунки кривошипної головки шатуна	69
3.4	Розрахунки стержня шатуна	72
3.5	Розрахунок клинопасової передачі	74
3.6	Розрахунок вала змішувача	80
3.7	Розрахунок підшипників	88
3.8	Розрахунок шпоночних з'єднаь	90
3.9	Розрахунок норії	91
3.10	Принцип роботи електросхеми	100
	ВИСНОВОК	102
	ЛІТЕРАТУРА	103
	ДОДАТКИ	106

Изм.	Лист	№ док.им.	Підпись	Дата

## ВСТУП

Сільське господарство, на сьогодні є головна галузь, яка продукує сировину для виробництва харчових продуктів. Сільськогосподарські господарства займаються вирощуванням зернових та бобових культур, розведенням сільськогосподарських тварин з метою одержання продовольства й сировини для харчової промисловості. Основні галузі сільського господарства – рослинництво й тваринництво, у які входять більш дрібні галузі, що диференціюються у свою чергу по групах сільськогосподарських культур, видам сільськогосподарських тварин тощо.

Скотарство в загальному обсязі товарної продукції тваринництва становить близько 55 %, вирощуванням великої рогатої худоби (ВРХ) на сільськогосподарських підприємствах зайнято приблизно 60 % працівників галузі. Хоча в останні роки обсяг виробництва продукції скотарства значно зменшився, але за економічним значенням воно залишається найважливішою галуззю сільського господарства в більшості регіонів України.

Виробництвом продукції скотарства займаються сільськогосподарські підприємства різних виробничих типів, проте обсяги, що переважають, молока й м'яса великої рогатої худоби надходять зі спеціалізованих підприємств.

Для розвитку даної галузі необхідно вдосконалювати не тільки біологічні фактори відтворення поголів'я ВРХ, але й машини, що забезпечують механізацію всіх виробничих процесів на фермі. Це і є метою даного проекту.

					<i>ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						6
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпис</i>	<i>Лист</i>		



За даними таблиці 1.1 видно, що господарство розташоване далеко від обласного центру, отже, йому складніше знайти гарні канали збуту сільськогосподарської продукції. Однак близько до районного центру, що вигідно при реалізації продукції, що виробляється в даному господарстві.

## 1.2 Природні умови

Територія ТОВ «Агропродукт Поділля» являє собою рівнинний ландшафт, зустрічаються западини з озерами. Ґрунт – лісовий та чорнозем.

За вмістом гумусу у верхньому шарі виділяються темно – сірі ґрунти, які відрізняються по механічному складу.

Темно-сірі лісові ґрунти займають площу 175 га, чорноземи - 2747 га, ясно-сірі лісові - 504 га. Вміст гумусу в ґрунті господарства коливається від 2 до 10%. Сірі лісові ґрунти та чорноземи є найбільш підходящими для ведення сільського господарства, одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур.

Заплавні ґрунти займають 1121 га. За своїм складом й будовою заплавні алювіальні ґрунти різноманітні, це обумовлене складними умовами ґрунтоутворення в заплаві. Цей тип ґрунтів вміщає велику кількість фосфору і має середню або високу ступінь кислотності, вміст гумусу від 2 до 85 %, вміст сірки високий. Ґрунти мають підвищену зволоженість по всьому профілю. Заплавні ґрунти мають кислу реакцію, це дає підставу для проведення вапнування кислотних ґрунтів.

Лугові ґрунти займають 7,4 га ріллі. Ґрунти формуються в умовах підвищеного зволоження тому властивості ґрунту характеризуються високою вологістю, пластичністю й зв'язаністю, але слабкою водо- і повітропроникністю.

Таким чином, у господарстві більше сірих лісових ґрунтів та чорноземів найбільш сприятливих для одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур та рослин для відгодівлі тварин.

Характеристику сільськогосподарських угідь в ТОВ «Агропродукт Поділля» представлено в таблиці 1.2 [9,10,11].

					<i>ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.им</i>	<i>Подпис</i>	<i>Плат</i>		



### 1.3 Організаційно-виробнича структура підприємства

Організаційна структура на підприємстві має велике значення, тому що при правильно організованому менеджменті, господарство може найбільш раціонально використовувати виробничі потужності, що дозволяє знизити собівартість, а, отже, і підвищити конкурентоспроможність виробленої продукції на ринку. Це, в свою чергу, приведе до прибутку господарства. Організаційно – виробнича структура ТОВ «Агропродукт Поділля» представлено на рис. 1.1.

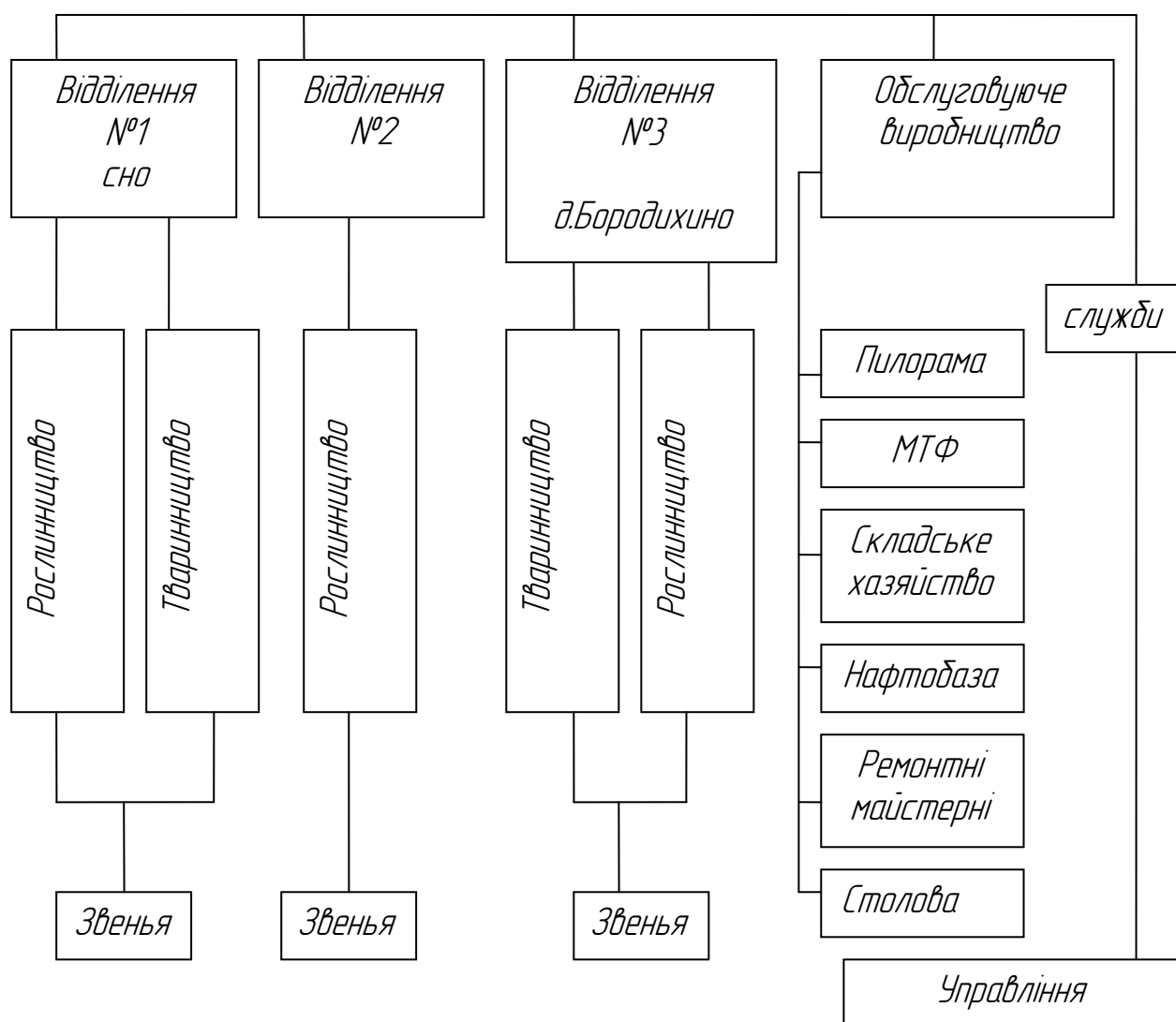


Рис. 1.1 Організаційно-виробнича структура ТОВ «Агропродукт Поділля»

Господарство має три відділення, у кожному з них є машинно-тракторний парк (МТП) і ТІК. На першому й третьому відділеннях є ферми. На першому відділенні розташований кормоцех. Також у господарстві є ремонтна майстерня, склад,

нафтобаза та пилорама. Рослинницьке господарства займається вирощуванням зерна, багаторічних трав, виробництвом силосу й сінажу, тваринництво - виробництвом м'яса й молока. Допоміжне виробництво представлене будівельною бригадою, бригадами водопостачання, електропостачання, МТФ і нафтобази.

Якщо розглядати управлінську структуру господарства (склад, систему розміщення й співпідпорядкованості керуючих працівників на підприємстві), то на чолі стоять загальні збори. Другий рівень у структурі керування займає правління, потім директор, а після нього інженер по охороні праці, завідувач відділу кадрів, а також такі фахівці, як головний інженер, головний агроном, головний зоотехнік, головний бухгалтер, вони реалізують стратегію й основну спрямованість політики, розробляють плани й операції, координують і контролюють діяльність керівників нижчого рівня.

У головного бухгалтера в підпорядкуванні перебувають заступник головного бухгалтера, бухгалтери й касир.

У головного інженера - завідувач гаража, завідувач ремонтної майстерні й завідувач нафтобази. У підпорядкуванні в головного зоотехніка, агронома й інженера перебувають керуючі відділеннями. Основна функція, яких, полягає в забезпеченні виконання виробничих завдань, у мотивуванні діяльності робітників. У їхнім підпорядкуванні перебувають бригадири тракторної й тваринницької бригад і агрономи. Агрономи у свою чергу керують завідувачем току й бригадиром рослинницької бригади. Таким чином, у господарстві має місце лінійно - функціональна управлінська структура.

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док-им	Подпис	Плат		

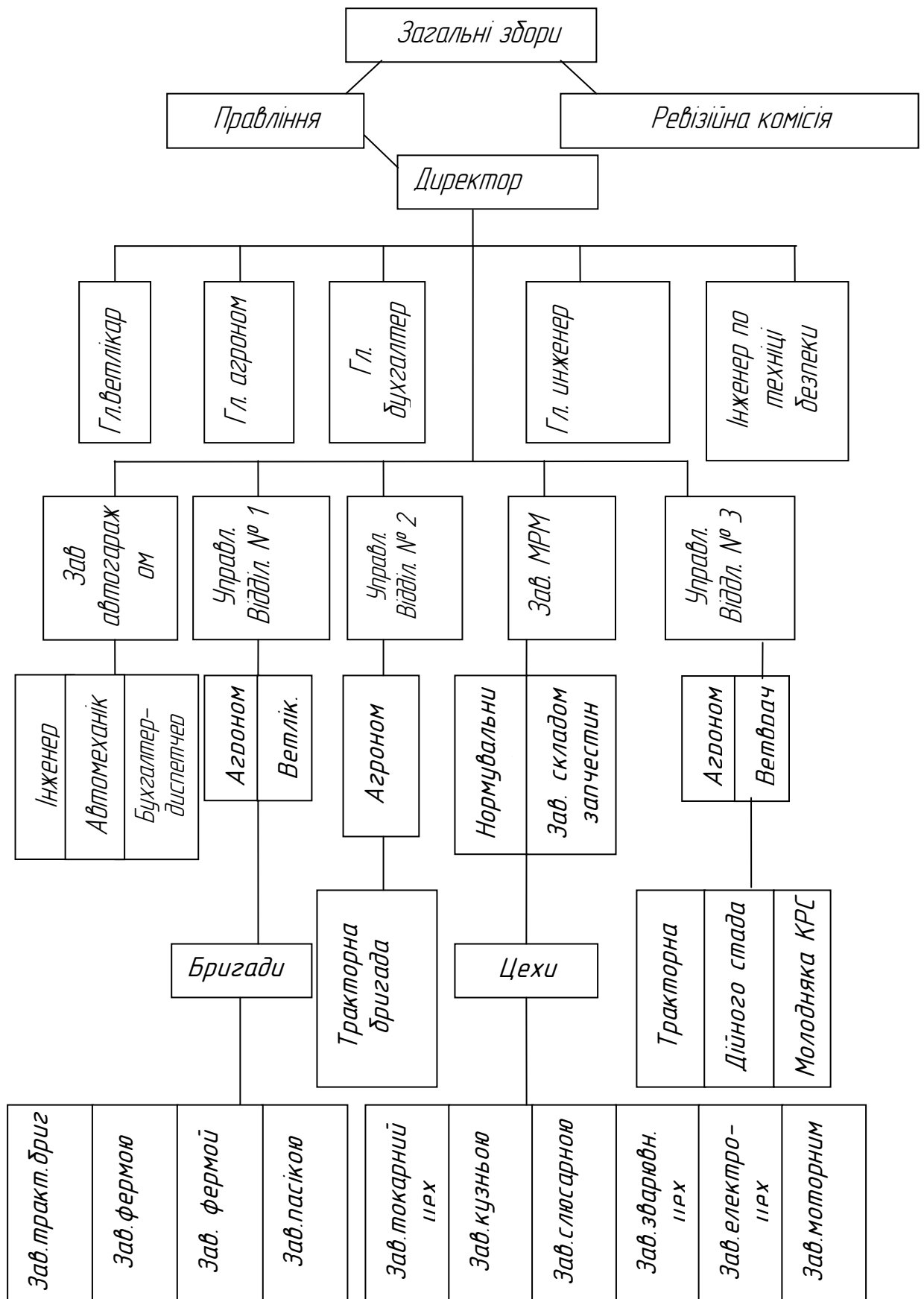


Рис. 1.2 Управлінська структура господарства



## 1.5 Основні показники виробничої діяльності

Для оцінки господарської діяльності ТОВ «Агропродукт Поділля» наведемо таблицю 1.4 основні економічні показники [9,10,11].

З даних таблиці 1.4 видно, що прибуток від реалізації с.г. продукції збільшилася на 4952 тис. грн. При збільшенні вартості основних фондів сільськогосподарського призначення в 2021 році в порівнянні з 2022, відбувається зменшення вартості продукції. Прибуток \ від реалізації сільськогосподарської продукції збільшився в порівнянні з 2021 роком. Вихід валової продукції розраховуючи на 100 га сільськогосподарських угідь, на 1 робітника, на 1000 грн. основних фондів протягом трьох аналізованих років коливається.

Таблиця 1.4 - Розмір виробництва ТОВ «Агропродукт Поділля»

Показники	2020 р.	2021 р.	2022 р.	2022 р. до 2021 р.,%
Вартість валової продукції, тис.грн	840	873	950	108
Вартість основних фондів господарського призначення, тис. грн.	4897	5821	8658	149
Кількість основних фондів на 100 га сільськогосподарських угідь, тис. грн.	46,95	116	200	172
Вихід валової продукції на 100 га сільгоспугідь, тис. грн.	9	8	9	112
Вихід валової продукції на 1 робітника, грн.	9438	8559	8500	99
Вихід валової продукції на 1000 грн. основних фондів, грн.	12	15	16	106
Прибуток від реалізації сільськогосподарської продукції, тис. грн.	14826	19699	19116	97,04
Повна собівартість реалізованої продукції, тис. грн.	13587	18040	16075	89,1

Аналізуючи дані таблиці, можна зробити висновок про збільшення фондозабезпеченості у звітному році на 147,9 %.

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Підпис	Пат		





Аналізуючи дані таблиці 1.5, видно, що у звітному році відбулася зміна деяких показників. Наприклад, урожайність зернових підвищилася на 15,8%, у порівнянні з 2021 роком, показники продуктивності коливаються, середньорічний надій молока на 1 голову виріс на 31,7%; середньодобовий приріст молодняку ВРХ збільшився на 22,6%; кількість приплоду підвищилася на 7,9%.

Чисельність працівників знизилась на 18,3 %, що дозволило збільшати зарплату робітником на 38,2%.

При цьому зменшалася собівартість виробництва молока на 10%, собівартість виробництва зерна зменшалася на 20%, а приріст ВРХ зменшився на 35%. Це важливі показники, тому що впливають на подальший фінансовий результат - одержання прибутку або збитку.

#### 1.6 Аналіз використання МТП у ТОВ «Агропродукт Поділля»

Тепер МТП господарства перебуває на середньому рівні як по ефективності використання, так і по технічному стану тієї техніки, яка використовується в господарстві. Дані про наявність техніки в ТОВ «Агропродукт Поділля» за 2020, 2021, 2022 роки наведено в таблиці 1.7 [9,10,11].

Таблиця 1.7. - Наявність техніки в ТОВ «Агропродукт Поділля»

Наявність техніки	2020 р.	2021 р.	2022 р.
Наявність тракторів	63	52	52
у т.ч. гусеничних	27	19	19
колісних	36	33	33
Зернозбиральних комбайнів	14	14	14
Усього автомашин	29	29	29
у т.ч. вантажних	24	24	24
з них самоскидів	14	14	14
спеціалізованих машин	11	11	11
легкових автомобілів	2	2	2
автобусів	1	1	1











## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Вимоги до ділянки, визначення розміру території ферми

Ділянка повинна бути розташована у сухому незатоплюваному місці й мати нахил, що забезпечує стік поверхневих вод. Повинна бути розташована поблизу джерел електропостачання й природніх водойм, що забезпечують ферму достатньою кількістю води.

Ферма повинна розміщатися на відстані не ближче 300 м від житлового району. Вздовж границь ферми слід створити зелену зону. До обраної ділянки необхідно забезпечити зручний під'їзд.

Розмір території ферми визначаємо як суму площ, зайнятих виробничими будівлями, санітарними розривами (зонами) між ними, дорогами й захисними зонами від доріг. Площа ферми або комплексу визначаємо по заданому числу голів худоби ( $m$ ) і питомій площі на 1 голову ( $f=200 \text{ м}^2$ ) [2]:

$$F = m \cdot f, \text{ м}^2 \quad (2.1)$$

$$F = 360 \cdot 200 = 72000 \text{ м}^2.$$

При розрахунках розмірів сторін ділянки слід виходити зі співвідношення ширини  $b$  і довжини  $a$  не більш як 1:1,5:

$$b = 1,5 \cdot a; a = \sqrt{F/1,5}, \text{ м} \quad (2.2)$$

$$a = \sqrt{72000/1,5} = 219 \text{ м},$$

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док-м	Підпис	Пат		

$$b = 1,5 \cdot 219 = 329 \text{ м.}$$

## 2.2 Склад будинків і споруд які входять до складу ферми

На території ферми розміщені виробничі й допоміжні будинки й спорудження. При доборі будівель слід використовувати типові проекти.

Кількість необхідних тваринницьких будівель  $n_{ж}$  залежно від заданого числа голів худоби й місткості обраних будівель визначається по формулі [2]:

$$n_{ж} = m/m_{п}, \quad (2.3)$$

де  $m$  - кількість даного виду тварин;

$m_{п}$  - місткість будівлі (вибирається відповідно до прийнятої на фермі системи розташування тварин).

$$n_{ж} = 360/200 = 1,8.$$

Приймаємо 2 будівлі місткістю 200 голів.

У результаті розподілу кількості тварин на місткість будівлі вийшов залишок, цей невеликий надлишок площі залишаємо для подальшого збільшення поголів'я.

Ширина приміщення, при 2-рядному розташуванні стійл для худоби, приймаємо рівній 12 м.

При забудові ферми застосовуємо павільйонний спосіб планування.

Після визначення необхідної кількості тваринницьких приміщень і вибору їх ширини розраховується довжина  $l_{п}$  по формулі:

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Лист		

$$l_{\Pi} = m_1 \cdot b_C + \Delta l, \quad (2.4)$$

де  $m_1$  - число тварин в одному ряді;

$b_C$  – ширина стійла (1,2 м);

$\Delta l$  – частина довжини будинку, зайнята підсобними приміщеннями й поперечними проходами приймаємо  $\Delta l = 12$  м).

Довжина  $l_{\Pi}$  приміщень:

$$l_{\Pi} = 100 \cdot 1,2 + 12 = 132 \text{ м.}$$

Площа гноєсховища перебуває по формулі:

$$F_{\text{НХ}} = ((q_{\Pi} + q_M + q_H) \cdot m \cdot D) / 1000 \cdot \gamma_H \cdot b_H, \quad (2.5)$$

де  $q_{\Pi}$  - норма підстилки в добу, рівна 2 кг/гол.;

$q_M$  - добових вихід сечі від 1 гол., 20 кг;

$q_H$  - добовий вихід гною від 1 гол., 35 кг;

$D$  - тривалість зберігання гною, 100 дн.;

$\gamma_H$  - об'ємна маса гною, 1 т/м<sup>3</sup>;

$b_H$  - висота укладання гною, 1,5 м [12].

$$F_{\text{НХ}} = ((2+20+35) \cdot 400 \cdot 100) / 1000 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1520 \text{ м}^2.$$

Ширина сховища, приймаємо рівну 15 м, тоді довжина його буде:

					<i>ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.им</i>	<i>Подпис</i>	<i>Плат</i>		

$$l_H = F_{HX}/b_{HX}, \quad (2.6)$$

$$l_H = 1520/15 = 101,3 \text{ м.}$$

Приймаємо два сховища і їх довжина:  $l_H = 51 \text{ м.}$

Відстань до найближчого виробничого приміщення не менше 40 м, відстань між сховищами в ряді 5 м.

Кількість і розміри силосних траншей визначаються в такий спосіб [2]:

а) річний запас силосу або сінажу:

$$G_{\text{год}} = 0,24 \cdot m \cdot k \cdot q_C, \quad (2.7)$$

де  $k$  - коефіцієнт, що враховує витрати силосу або сінажу (1,12);

$q_C$  - добова норма силосу або сінажу на 1 гол., кг.

Добові норми силосу, сінажу й інших компонентів раціону визначаються в розділі 2.5.1 (таблиця 2.6).

Річний запас силосу:  $G_{\text{год}} = 0,24 \cdot 400 \cdot 1,12 \cdot 16,85 = 1812 \text{ т.}$

Річний запас сінажу:  $G_{\text{год}} = 0,24 \cdot 400 \cdot 1,12 \cdot 8,44 = 908 \text{ т.}$

б) число траншей:

$$n_{\text{СТ}} = G_{\text{год}}/G_{\text{ТП}}, \quad (2.8)$$

де  $G_{\text{ТП}}$  – місткість однієї траншеї, т

$$n_{\text{СТ}} = 1812/2000 = 0,91 = 1 \text{ шт,}$$

$$n_{\text{СТ}} = 908/1000 = 0,91 = 1 \text{ шт.}$$

Для силосу: 1 по 2000 м<sup>3</sup>

					<i>ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.им</i>	<i>Подпис</i>	<i>Лист</i>		

Для сінажу: 1 по 1000 м<sup>3</sup>

Площа для зберігання коренеплодів визначається виходячи з річної потреби й питомого навантаження на 1 м сховища:

$$F_K = 0,24 \cdot q_K \cdot m / \Delta P_K, \quad (2.9)$$

де  $q_K$  - добова норма коренеплодів на 1 гол., кг;

$\Delta P_K$  - навантаження для сховища (1,5-2 т/м).

$$F_K = 0,24 \cdot 9,6 \cdot 400 / 1,5 = 614,4 \text{ м}^2.$$

Ширина сховища рівна 12 м.

Довжина рівна:

$$l_k = 614,4 / 12 = 52 \text{ м.}$$

Число й розміри скирт сіна й соломи визначаються також по питомому навантаженню. Найбільша довжина скирти становить  $l_C = 60$ м, ширина  $b_C = 8$ м.

Число скирт обчислюється по формулі:

$$n_C = 0,24 \cdot q_C \cdot m \cdot K_C / (\Delta P_C \cdot b_C \cdot l_C), \quad (2.10)$$

де  $q_C$  - добова норма сіна або соломи на 1 гол., кг.;

$K_C$  - коефіцієнт, що враховує поточний запас грубих кормів (0,5 - 1,0);

$\Delta P_C$  - питоме навантаження (для сіна - 0,2 т/м<sup>2</sup>, для соломи - 0,25 т/м<sup>2</sup>).

Сіно:  $n_C = 0,24 \cdot 4,38 \cdot 400 \cdot 0,5 / (0,2 \cdot 8 \cdot 60) = 1,99$  (2 скирти).

Солома:  $n_C = 0,24 \cdot 6,14 \cdot 400 \cdot 0,5 / (0,25 \cdot 8 \cdot 60) = 2,46$  (3 скирти).

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Пол.гн	Лист		

Виробничі, складські й допоміжні будівлі на фермах розміщують у певному порядку з дотриманням санітарних виробничих і протипожежних вимог, а також умов для успішного впровадження комплексної механізації й електрифікації.

Будівлі повинні розташовуватися за принципом батареї, в один або два ряди. Відстань між будівлями в ряді при твердому покритті 37 м, а без покриття - 60 м. Відстань між рядами будівель, тобто між торцями суміжних будинків 20 - 25м.

Відстань між скиртами в ряді - 6м, рядами скорт - 30м, силосними траншеями - 10м, буртами коренеплодів - 5м.

Кормоцех розташовується в окремому приміщенні, у найбільш зручному місці для перевезення вантажів. Розміри кормоцеху залежно від числа голів худоби на фермі ухвалюємо рівним 12х12 м.

На план ферми наносимо також насосну станцію (4х4м), водонапірну башту (3м), автоваги (6х6м), трансформаторну підстанцію (2х2м), котельню (15х18м), гараж з навісом (18х21м), ветпункт (9х12м).

На генеральному плані вказуються сторони світла, роза вітрів, зображуються умовними лініями траси доріг, водопровід, каналізація, під'їзні колії, огорожі й зелені насадження.

Також наводяться умовні експлікація будинків і споруд, наносяться умовні позначки, масштаб і подаються основні показники генплану:

- 1) Площа території -  $F = 7,2$  га;
- 2) площа забудови -  $F_1 = 4286$  м<sup>2</sup>;
- 3) щільність забудови -  $f = 6$  %;
- 4) площа вигульних дворів -  $F_{\text{выг}} = 6000$  м<sup>2</sup>;
- 5) дороги й майданчика із твердим покриттям -  $F_2 = 6200$  м<sup>2</sup>;
- 6) зовнішнє огороження ферм -  $L_{\text{ф}} = 1096$  пог. м.

### 2.3 Механізація водопостачання й поїння тварин

Добова потреба у воді визначається по формулі [2]:

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Дата		

$$Q_{\text{СР.доб}} = \sum q_{\text{В}} \cdot m_{i,}, \quad (2.11)$$

де  $q_{\text{В}}$  - норма витрати води на 1 гол., л (100 л/гол. у добу для корів);

$m_i$  - кількість споживачів  $i$ -й групи.

$$Q_{\text{СР.доб}} = 100 \cdot 400 = 40000 \text{ л/доб.}$$

Добова витрата води залежить від пори року, тому устаткування підбираємо з урахуванням коефіцієнта добової й годинної нерівномірності.

Максимальна добова витрата води визначається по формулі:

$$Q_{\text{maxДОБ}} = Q_{\text{СР.доб}} \cdot K_{\text{С}}, \quad (2.12)$$

де  $K_{\text{С}}$  - коефіцієнт добової нерівномірності, приймаємо рівним 1,3.

$$Q_{\text{maxДОБ}} = 40000 \cdot 1,3 = 52000 \text{ л/доб.}$$

Найбільша годинна витрата води:

$$Q_{\text{max.ч}} = Q_{\text{maxДОБ}} \cdot K_{\text{ч}}/T, \quad (2.13)$$

де  $K_{\text{ч}}$  - коефіцієнт добової нерівномірності, ухвалюємо рівним 2,5 при наявності автопоїлок;

$T$  - тривалість водоспоживання, приймаємо рівним 24 год.

$$Q_{\text{max.ч}} = 52000 \cdot 2,5/24 = 5416 \text{ л/год.}$$

Визначається продуктивність насосної станції, для цього в останню формулу замість  $T$  підставляємо  $T_{\text{Н}}$  – тривалість роботи станції.

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Лист		

Час роботи насосної станції ухвалюється рівним 14 ч.

$$Q_H = Q_{\max\text{ДОБ}} \cdot K_{\text{ч}} / T_{\text{ч}}, \quad (2.14)$$

$$Q_H = 52000 \cdot 2,5 / 14 = 9285,7 \text{ л/год.}$$

По величинах  $Q_H$  і  $H$  робимо вибір насоса, користуючись довідковою літературою [3]. Величину напору приймаємо  $H = 30$  м.

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика глибинного насоса типу ЕПН

Марка насоса	ЕПН 6-10-80
Подача, м <sup>3</sup> /год	10
Напір, м	80
Потужність двигуна, кВт	4
Внутрішній діаметр горловини, мм	150

Для визначення діаметра труб треба знати секундну витрата води:

$$Q_{\max\text{С}} = Q_{\max\text{.ч}} / (3,6 \cdot 10^6), \quad (2.15)$$

$$Q_{\max\text{С}} = 5416 / (3,6 \cdot 10^6) = 0,0015 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Потім визначаємо діаметр труб зовнішнього водопроводу на початковій ділянці, по якій проходить вся кількість води:

$$D = 1,13 \cdot (\sqrt{Q_{\max\text{С}} / V}), \quad (2.16)$$

де  $V$  - швидкість руху води в трубах, 1 м/с;

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{(0,0015/1)} = 0,044 \text{ м.}$$

Отриманий діаметр труби округляється до стандартного розміру. Приймаємо діаметр труби:  $D = 0,050 \text{ м.}$

Далі визначається необхідна ємність резервуара водонапірної вежі, яка приймається рівно 15-20% від найбільшої витрати води:

$$V_B = (0,15 \dots 0,2) \cdot Q_{\max \text{ДОБ}}, \quad (2.17)$$

$$V_B = 0,2 \cdot 52000 = 10,4 \text{ м}^3.$$

Отримана ємність бака округляється до стандартної. Приймаємо ємність резервуара:  $V_B = 15 \text{ м}^3.$

Для поїння вибираємо марку поїлки [3], і приводимо її технічну характеристику (таблиця 2.2):

Таблиця 2.2 - Технічна характеристика поїлки ПА-1

Місткість чаші, л	2,0
Тиск у мережі, кПа	до 49
Габаритні розміри, мм	185x210x330
Маса, кг	7,8

При парній кількості корів у групі й розміщенні їх на прив'язі число поїлок визначається з розрахунку, одна поїлка на дві корови:

$$n_A = m/2, \quad (2.18)$$

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		

$$n_A = 400/2 = 200 \text{ шт.}$$

## 2.4 Вентиляція й опалення

Нормальний вміст тварин у приміщеннях можливий лише за умови підтримки певних фізичних і хімічних властивостей повітря.

Оптимальними параметрами мікроклімату в приміщеннях для розміщення корів звичайно вважається такий: температура внутрішнього повітря 8-10°C, відносна вологість повітря 80%, вміст вуглекислого газу не більше 0,25%, вміст аміаку не більш 0,026 мг/л, швидкість руху повітря 0,5 м/с.

### 2.4.1 Визначення величини годинного повітрообміну

У районах з холодною й тривалою зимою за основний параметр при розрахунках вентиляції слід приймати вологість повітря в приміщенні.

Величина повітрообміну для одного приміщення буде рівна [2]:

$$L = K_{\Pi} \cdot W \cdot m_{\Pi} / (W_{\text{доп}} - W_0), \quad (2.19)$$

де  $K_{\Pi}$  - коефіцієнт вологовиділення з підлоги приміщення (1,2-1,4);

$W$  - кількість вологи яка виділяється однією твариною, г/год ( для корів з надоєм до 10 кг/доб і живою масою 600 кг - 329 г/год);

$W_{\text{доп}}$  - допустма кількість вологи в приміщенні (8 г/м<sup>3</sup>);

$W_0$  - вологовміст зовнішнього повітря (для західних регіонів України в січні становить 1 -1,5 г/м<sup>3</sup>).

Для приміщень величина повітрообміну рівна:

$$L = 1,3 \cdot 329 \cdot 200 / (8 - 1,5) = 13160 \text{ м}^3/\text{год.}$$

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		

Отриманий повітрообмін не повинен бути менший величини, прийнятої в нормах технологічного проектування (МТФ). Норма повітрообміну звичайно дається на 1 ц живої маси й для корів становить  $\Delta L > 17 \text{ м}^3/(\text{ц}/\text{год})$ , виходячи із цього необхідна величина повітрообміну рівна:

$$L = \Delta L \cdot m_{\text{п}} \cdot g, \quad (2.20)$$

де  $g$  - жива маса однієї тварину, ц (згідно [3] - 6 ц).

$$L = 17 \cdot 200 \cdot 6 = 20400 \text{ м}^3/(\text{ц}/\text{год}).$$

Подальші розрахунки слід вести по максимальній величині повітрообміну.

Кратність повітрообміну  $K$ , розраховується по формулі:

$$K = L/V; V = a \cdot b \cdot h, \quad (2.21)$$

де  $V$  - обсяг приміщення, м<sup>3</sup>;

$a$  - ширина приміщення, м;

$b$  - довжина корисної частини приміщення, м;

$h$  - висота приміщення до стельового перекриття (3 м).

$$V = 12 \cdot 132 \cdot 3 = 4752 \text{ м}^3;$$

$$K = 20400/4752 = 4,3.$$

Виходячи з отриманої кратності повітрообміну проводиться вибір системи вентиляції. Кратність годинного повітрообміну допускається не більше 5. Для корівників приймаємо комбіновану систему вентиляції: із природньою витяжкою через вертикальні канали.

#### 2.4.2 Розрахунки витяжних каналів при природній витяжці

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Лист		

Повітря приміщення в силу різниці температур в середині й зовні переміщається нагору по каналу з деякою швидкістю.

Загальна площа перетину каналу становить:

$$F_B = L_{\max}/(3600 \cdot V), \quad (2.22)$$

де  $L_{\max}$  - максимальне значення величини повітрообміну.

Швидкість руху повітря в каналі  $v$ , м/с, залежить від висоти каналу й різниці температур і визначається по формулі:

$$v = 2,2 \cdot \sqrt{(h \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}))/273)}, \quad (2.23)$$

де  $h$  - висота каналу (3 м);

$t_{\text{вн}}$  - температура повітря в середині приміщення (10 °С);

$t_{\text{н}}$  - температура повітря зовні приміщення (-20 °С).

$$v = 2,2 \cdot \sqrt{(3 \cdot (10 - (-23)))/273)} = 1,325 \text{ м/с.}$$

Загальна площа перерізу каналу для приміщень складе:

$$F_B = 20400/(3600 \cdot 1,325) = 4,28 \text{ м}^3.$$

Кількість витяжних каналів на одне приміщення:

$$n = F_B/f_1, \quad (2.24)$$

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Лист		

де  $f_1$  - площа поперечного перерізу одного каналу (приймаємо рівній 1 до 1 = 1 м<sup>2</sup>).

$$n = 4,28/1 = 4 \text{ шт,}$$

Витяжні канали монтуються у вигляді утеплених дерев'яних шахт, що зміцнюються в стельовому перекритті й даху будинку. Внутрішня поверхня каналу покривається оцинкованою листовою сталлю, порожнина витяжного каналу забезпечується дросель-клапаном. На верхній частині каналу монтується захисна парасолька.

### 2.4.3 Розрахунки приточної вентиляції

Вхід свіжого повітря забезпечується приточними установками (ПУС), розташованими у вентиляційних камерах торцевих частин приміщення. Приточна установка складається з відцентрового вентилятора типу Ц4-70, калорифера, повітрязаборного обладнання й приточного повітропроводу. Калорифер може бути електричним, паровим або водяним.

Початкова ділянка повітропроводу виготовляється з металу, а розподільний – з листової оцинкованої сталі.

Подачу приточних установок (ПУС) приймаємо рівною на 15% більше, аніж продуктивність витяжної вентиляції в цілому для створення надлишкового тиску, що виключає «застійні ями» у приміщенні.

Продуктивності установок визначається по формулі [2]:

$$L_{\text{п.вус}} = 1,15 \cdot L_{\text{max}}, \quad (2.25)$$

де  $L_{\text{max}}$  - максимальна подача витяжної вентиляції.

$$L_{\text{п.вус}} = 1,15 \cdot 20400 = 23460 \text{ м}^3/\text{год.}$$

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		

Вентилятори приточних установок підбираємо по продуктивності й створюваному напору.

Продуктивність одного вентилятора:

$$L_B = L_{п.вус}/n_{п.вус}, \quad (2.26)$$

де  $n_{п.вус}$  - число приточних установок.

$$L_B = 23460/2 = 11730 \text{ м}^3/\text{Год},$$

Діаметр повітропроводу визначається за формулою:

$$d = 1/30 \cdot \sqrt{(L_B/\pi \cdot v_1)}, \quad (2.27)$$

де  $v_1$  - швидкість руху повітря в трубі (12-15 м/с - для металевого повітрепроводу).

$$d = 1/30 \cdot \sqrt{(11730/3,14 \cdot 15)} = 0,53 \text{ м}.$$

Напір  $H$ , Па, що розвивається вентилятором, визначають як суму втрат від тертя повітря об труби на прямолінійних ділянках НТР і втрат напору від місцевих опорів  $h_M$ :

$$H = НТР + h_M = \gamma \cdot v_1^2 / 2g \cdot (\lambda \cdot l/d + \sum \lambda_M), \quad (2.28)$$

де  $\gamma$  - середня щільність повітря (1,2-1,3 кг/м<sup>3</sup>);

$\lambda$  - коефіцієнт опору руху повітря в трубі (для круглих труб рівний 0,02 - 0,03);

$l$  - довжина прямолінійної ділянки повітрепровода, м;

$\sum \lambda_M$  - сума коефіцієнтів місцевих опорів, рівна 4.

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Дата		

$$H = (1,3 \cdot 15^2 / 2 \cdot 9,81) \cdot (0,03 \cdot 120 / 0,53 + 4) = 161 \text{ Па.}$$

По отриманих величинах  $L_B$  і  $H$  вибираємо вентилятор [3] (характеристики вентилятора заносимо до таблиці):

Таблиця 2.3 - Технічна характеристика відцентрового вентилятора

Вентилятор	Тип	Ц4-70	
	номер	7	
Показники	продуктивність, тис. м <sup>3</sup> /год	12	
	діаметр робочого колеса, мм	700	
	тиск, Па	171	
	частота обертання, хв <sup>-1</sup>	950	
	потужність електродвигуна, кВт	2,8...10	
	габаритні розміри, мм	довжина	1248
		ширина	650
висота		1309	

#### 2.4.4 Розрахунки системи опалення

Кількість тепла, необхідне для опалення тваринницького приміщення [2]:

$$Q_0 = Q_3 + Q_B - Q_{Ж}, \quad (2.29)$$

де  $Q_3$  - втрати тепла через огорожувальні конструкції приміщення, кДж/год;

$Q_B$  - втрати тепла на вентиляцію, кДж/год;

$Q_{Ж}$  - кількість тепла, яка виділяється тваринами, кДж/ч.

Втрати тепла  $Q_3$ , кДж/год, через конструкції, що обгороджують:

						Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Лист	ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	



$$Q_3 = 9555,6 \cdot (10+36) = 439557,6 \text{ кДж/год.}$$

Втрати тепла  $Q_B$  (кДж/год) на вентиляцію:

$$Q_B = 3 \cdot L_{п.вус} \cdot \gamma \cdot (t_{вн} - t_n), \quad (2.31)$$

де  $3$  – теплоємність повітря (1,005 кДж/(кг·°C));

$L_{п.вус}$  - величина повітрообміну, отримана в попередніх розрахунках;

$\gamma$  - середня об'ємна вага повітря (1,2-1,3 кг/м<sup>3</sup>);

$t_{вн}$  - внутрішня температура приміщення (10 °C);

$t_n$  - розрахункова вентиляційна температура зовнішнього повітря (-23 °C).

$$Q_B = 1,005 \cdot 23460 \cdot 1,2 \cdot (10+23) = 933661,08 \text{ кДж/ч.}$$

Тепловиділення від тварин:

$$Q_{ж} = q \cdot m_{п}, \quad (2.32)$$

де  $q$  - кількість тепла яке виділяється однією твариною (3440 кДж/год - для корів із продуктивністю до 10 л/доб і живою масою 600 кг).

$$Q_{ж} = 3440 \cdot 200 = 688000 \text{ кДж/год.}$$

$$Q_0 = 439557,6 + 933661,08 - 688000 = 685218,68 \text{ кДж/год.}$$

Теплопродуктивність однієї приточної установки визначається за формулою:

$$Q_{п.вус} = Q_0 / n_{п.вус} \quad (2.33)$$

					<i>ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.им</i>	<i>Подпис</i>	<i>Плат</i>		

$$Q_{\text{П.ВУС}} = 685218,68/2 = 342609,34 \text{ кДж/год.}$$

Підбираємо нагрівальне обладнання [3], і приводимо його технічну характеристику:

Таблиця 2.5 - Технічна характеристика електрокалорифера СФОЦ 100/0,5-41

Напруга в мережі живлення, В	380
Потужність, кВт	97,5
Продуктивність, м <sup>3</sup> /год	5000
Перепад температур вхідного й вихідного повітря, °С	70
Кількість робочих нагрівачів, шт.	84

## 2.5 Механізація приготування кормів

Правильною годівлею слід вважати таку, яка найбільш повно відповідає потребам організму тварину й дозволяє при найменшій витраті кормів досягати найбільшої продуктивності.

Більшість кормів потребує обов'язкової попередньої обробки. Така обробка проводиться в кормоцехах, оснащених необхідним набором машин і допоміжному устаткуванню.

### 2.5.1 Розрахунки кількості кормів

Розрахуємо добову витрату кормів і їх потребу на стійловий період. Дані заносяться в таблицю 2.6.

Добова потреба в кормових одиницях для ферми визначається [2]:

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		

$$K_d = q_i \cdot P_C \cdot m_i, \quad (2.34)$$

де  $q_i$  - норма витрати кормів на одиницю продукції, корм.од. (1,45 корм.од./кг молока);

$P_C$  - добова продуктивність однієї тварину, кг;

$m_i$  - поголів'я тварин даної статевовікової групи.

$$K_d = 1,45 \cdot 9,3 \cdot 360 = 4854,6 \text{ корм.од./кг.}$$

Добова продуктивність для дійної череди великої рогатої худоби визначається по річній продуктивності однієї тварину й числу днів лактації (300):

$$P_C = P_r / D_{л}, \quad (2.35)$$

$$P_C = 2800 / 300 = 9,3 \text{ кг/доб.}$$

Продуктивність за стійловий період (240 дн.) ухвалюється рівній 65% від річної, за пасовищний період (125 дн.) - 35% від  $P_r$ :

$$P_{СТ} = 0,65 \cdot 2800 = 1820 \text{ кг/год,}$$

$$P_{П} = 0,35 \cdot 2800 = 980 \text{ кг/год.}$$

Вміст кормових одиниць у компонентах раціону розраховується на одну голову і визначається:

$$K_i = 0,01 \cdot q_i \cdot \varphi_i \cdot P_C, \quad (2.36)$$

де  $\varphi$  - процентний вміст кожного виду корму в раціоні.

Таблиця 2.6 - Розрахунки кількості кормів

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		



Добову кількість корму слід розподілити по видачах. У ТОВ «Агропродукт Поділля» прийнята дворазова годівля: 1-ша годівля з 7 до 8 годин (ранкова), 2-га годівля з 19 до 20 годин (вечірня).

Розподіл добового раціону по видачах презентовано в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Розподіл кормів по видачах

Годівля	Корму													
	Зернові		Сіно		Солома		Силос		Сінаж		Корн-Ды		Разом	
	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
Ганкова с 7 до 8	50	540	50	875	50	1230	50	3370	50	1690	50	1920	50	9625
Вечірня с 19 до 20	50	540	50	875	50	1230	50	3370	50	1690	50	1920	50	9625
Разом:	100	1080	100	1750	100	2460	100	6740	100	3380	100	3840	100	19250

При дворазовій годівлі маса суміші на одну годівля:

$$A_{\text{РАЗ}} = \sum A_{\text{ДОБ}} / 2, \quad (2.40)$$

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лист		

$$A_{\text{РАЗ}} = 19,25/2 = 9,625 \text{ т.}$$

Годинну продуктивність кормоцеху визначаємо виходячи з маси корму на одну видачу й тривалості його переробки Т (2 год):

$$Q_{\text{К}} = A_{\text{РАЗ}}/T, \quad (2.41)$$

$$Q_{\text{К}} = 9,625/2 = 4,8 \text{ т/год}$$

Тривалість переробки не повинна перевищувати час перерви між годівлями. У випадку сполучення процесів готування й роздачі кормів, час кормоприготування приблизно дорівнює часу годівлі.

При відомій продуктивності кормоцеху (КОРК-5)  $Q_{\text{П}} = 5$  т/год визначаємо дійсний час його роботи [3]:

$$T_{\text{П}} = A_{\text{РАЗ}}/Q_{\text{П}}, \quad (2.42)$$

$$T_{\text{П}} = 9,625/5 = 1,9 \text{ год.}$$

Годинна продуктивність потокових технологічних ліній (ПТЛ) кормоцеху визначається по формулі:

$$Q_{\text{ПТЛ}} = A_{\text{РАЗ}}/T \quad (2.43)$$

Для зернових:  $Q_{\text{ПТЛ}} = 0,54/1,9 = 0,28$  т/год;

Для грубих кормів:  $Q_{\text{ПТЛ}} = (0,875+1,23)/1,9 = 1,1$  т/год;

Для соковитих кормів:  $Q_{\text{ПТЛ}} = (3,37+1,69)/1,9 = 2,7$  т/год;

Для коренеплодів:  $Q_{\text{ПТЛ}} = 1,92/1,9 = 1,01$  т/год.

### 2.5.2 Розробка технології обробки кормів

Технологічний процес обробки кожного виду корму проводиться шляхом складання поопераційних і графічних схем. При виборі й складанні

					<i>ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		

раціонального переліку послідовних операцій по переробці кормів можна керуватися наступними зразковими варіантами:

1) зернові корми: приймання – заважування – здрібнювання – дозування – змішування – видача;

2) коренеплоди: приймання й зважування – мийка – різка – дозування – видача;

3) грубі корми (сіно, солома): приймання й зважування – здрібнювання – дозування – змішування з іншими кормами - видача;

4) соковиті корми (силос, сінаж): навантаження – зважування – змішування з іншими кормами – видача [4].

## 2.6 Механізація вантажно-розвантажувальних робіт при роздачі кормів

### 2.6.1 Вантажно-розвантажувальні роботи

Для навантаження кормів і інших вантажів слід вибирати універсальні типи навантажувачів з метою збільшення часу їх використання протягом зміни.

Для навантаження соковитих і грубих кормів приймаємо навантажувач ПКУ-0,8, для навантаження зернових ЗСК-Ф-10А [4] (дані зводимо до таблиці 2.8).

Таблиця 2.8 - Технічна характеристика навантажувачів

Характеристика	ПКУ-0,8	ЗСК-Ф-10А (на базі ЗИЛ-130)
Продуктивність за 1 годину основної роботи	до 55	15
Висота навантаження, м	2,5	1,9...6,5
Ширина захвата, мм	2000	-
Місткість бункера, м <sup>3</sup>	-	10

Кількість навантажувачів визначаємо виходячи з їхньої продуктивності, добової кількості вантажів, а також продуктивності й числа змін роботи.

Загальний час роботи навантажувача визначаємо по формулі [2]:

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Підпис	Пат		

$$T_{\Pi} = \sum A_i / Q_i, \quad (2.44)$$

де  $A_i$  - добова кількість окремого виду вантажу, т;

$Q_i$  - продуктивність машини при навантаженні окремого виду вантажу, т/год.

Для зернових:  $T_{\Pi} = 1,08/15 = 0,072$  год.

Для грубих кормів:  $T_{\Pi} = (1,75+2,46)/8 = 0,53$  год.

Для соковитих кормів:  $T_{\Pi} = (6,74+3,38)/25 = 0,4$  год.

Кількість навантажувачів необхідна для навантаження одного або декількох видів вантажу, визначається за формулою:

$$n_{\Pi} = T_{\Pi} / n_c \cdot T_c \cdot \tau, \quad (2.45)$$

де  $n_c$  - число змін;

$T_c$  - тривалість зміни, год;

$\tau$  - коефіцієнт використання часу зміни (0,8 - 0,9).

ЗСК-Ф-10А:  $n_{\Pi} = 0,072/1 \cdot 7 \cdot 0,8 = 0,013$  шт. (1 навантажувач).

ПКУ-0,8:  $n_{\Pi} = (0,53+0,4)/1 \cdot 7 \cdot 0,8 = 0,17$  шт. (1 навантажувач).

### 2.6.2 Механізація роздачі кормів

Для роздачі кормів на фермах ВРХ можуть застосовуватися як мобільні, так і стаціонарні кормороздатчики.

Вибираємо мобільний кормороздатчик КТУ-10, який розраховано на обслуговування 500 голів ВРХ [5].

Кількість кормороздатчиків визначається виходячи із загальної кількості й числа голів, що обслуговуються одним роздавальником:

$$n_p = m / m_i, \quad (2.46)$$

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		

де  $m_i$  - норма навантаження на один кормораздатчик.

$$n_p = 400/500 = 0,8 \text{ (1 кормораздатчик).}$$

Таблиця 2.9 - Технічна характеристика кормораздатчика КТУ-10

Вантажопідйомність, кг	3500
Швидкість, км/год: транспортна	до 28
робоча	0,76...2,84
Необхідна мінімальна ширина проїзду, мм	2200

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Пат		

Продовження таблиці 2.9 - Технічна характеристика кормороздатчика КТУ-10

Продуктивність при видачі, кг/пог. м:	
на одну сторону	5,2...72
на дві сторони	2.6...36
Колія, мм	1600
Число коліс, шт.	4
Номинальна місткість кузова, м <sup>3</sup> :	10
Габаритні розміри, мм	6175ğ2300ğ2440

Фронт годівлі для ряду корів розраховується:

$$\Phi = m_p \cdot l_k, \quad (2.47)$$

де  $m_p$  - кількість тварин в одному ряді;

$l_k$  - довжина годівниці на 1 гол ( при прив'язному змісті 1,2 м).

$$\Phi = 100 \cdot 1,2 = 120 \text{ м,}$$

При використанні мобільних роздатчиків визначаємо:

а) кількість корів, що обслуговуються за один цикл роздачі:

$$m_{\text{ц}} = V_k \cdot \gamma \cdot \beta / q_1, \quad (2.48)$$

де  $V_k$  - обсяг кузова роздатчика, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  - об'ємна маса корму, кг/м (400);

$\beta$  - коефіцієнт використання ємності кузова (0,85);

$q_1$  - середня норма видачі корму за одну видачу, кг/гол (24,1).

$$m_{\text{ц}} = 10 \cdot 400 \cdot 0,85 / 24,1 = 141 \text{ гол.}$$

									Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лист					

ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ

б) питому норма витрати корму:

$$q_{уд} = q_{max}/l_k, \quad (2.49)$$

де  $q_{max}$  - максимальна норма разової годівлі на одне тварина, кг.

$$q_{уд} = 24,1/1,2 = 20,1 \text{ кг/м.}$$

в) швидкість позовжнього транспортера кормораздатчика:

$$V_{пр} = q_{уд} \cdot V_A / 3,6 \cdot B \cdot H \cdot \gamma, \quad (2.50)$$

де  $V_A$  - швидкість руху кормораздатчика (1,3-3,0 км/год);

$У$  - ширина кузова (2,3 м);

$H$  - висота кузова (1,95 м);

$\gamma$  - об'ємна маса корму (силосу - 300-500 кг/м<sup>3</sup>).

$$V_{пр} = 20,1 \cdot 2/3,6 \cdot 2,3 \cdot 1,95 \cdot 400 = 0,006 \text{ м/с.}$$

г) витрати часу на один цикл роздачі кормів [5]:

$$T_{ц} = S \cdot (1/V_A + 1/V_{ХХ}) + G/Q_{тр} + L/V, \quad (2.51)$$

де  $S$  - відстань від кормоцеху до місця роздачі, км;

$V_A$  - швидкість навантаженого агрегату в шляху (5-10 км/чгод);

$V_{ХХ}$  - швидкість порожнього агрегату (13-22 км/год);

$G$  - вантажопідйомність роздавальника, кг;

$Q_{тр}$  - подача вивантажувального транспортера кормоцеху, кг/год;

$L$  - довжина шляху видачі кормосуміші, км;

$V$  - швидкість агрегату при видачі (1,3-3,0 км/год).

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Плат		



Таблиця 2.11 - Технічна характеристика доїльної установки УДС- 3А

Показник	Доїльна установка УДС- 3А
Тип доїльної установки	Пересувна, з паралельно-прохідними доїльними апаратами
Кількість корів, що обслуговуються, гол.	100-200
Продуктивність, гол/год	50
Кількість верстатів, шт.	8
Доїльних апаратів, шт.	8
Потужність електродвигуна, кВт	5,5
Необхідні розміри доїльного залу, м	18x6
Загальна маса установки, кг	2100
Обслуговуючий персонал, чол.	2

Виходячи з кількості корів, що обслуговуються, необхідна кількість доїльних установок [6]:

$$n_{д.в} = m/m_{д.в}, \quad (2.53)$$

де  $T_{д.у}$  - норма навантаження на одну доїльну установку.

$$n_{АДМ-8} = 400/200 = 2 \text{ шт.},$$

$$n_{УДС-3А} = 400/100 = 4 \text{ шт.}$$

Годинна продуктивність молочної лінії  $M$ , (кг/год) визначається:

$$M = 3 \cdot m \cdot P_3 \cdot \alpha / D_3 \cdot K_d \cdot T, \quad (2.54)$$

де  $3$  - коефіцієнт сезонності ( $3 = 1,2$ );

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		

$\alpha$  - коефіцієнт сухостійності череди (0,85);

$K_d$  - кратність доїння ( $K_d = 2$ );

$T$  - тривалість доїння (1,5-2 год).

$$M = 1,2 \cdot 360 \cdot 1820 \cdot 0,85 / 240 \cdot 2 \cdot 2 = 696,15 \text{ кг/год.}$$

Кількість доїльних апаратів розрахунковим шляхом визначається по формулі:

$$n = t \cdot m \cdot \alpha / T - 20, \quad (2.55)$$

де  $t$  - повний цикл доїння з однієї корови (6 - 8);

$T$  - тривалість доїння, хв.

$$n = 8 \cdot 360 \cdot 0,85 / 120 - 20 = 25 \text{ шт.}$$

Число доїльних апаратів на одного оператора машинного доїння перебуває:

$$n_1 = t_1 + t_2 / t_2, \quad (2.56)$$

де  $t_1$  - час машинного доїння (4-6 хв);

$t_2$  - час ручних операцій (у молокопровід - 2 - 3 хв).

$$n_1 = 4 + 2 / 2 = 3 \text{ шт.}$$

Загальне число операторів машинного доїння визначається за формулою:

$$D = n / n_1, \quad (2.57)$$

$$D = 25 / 3 = 9 \text{ чол.}$$

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		

Годинна продуктивність оператора визначається:

$$W = 60 \cdot \tau / t_2, \quad (2.58)$$

де  $\tau$  - коефіцієнт використання робочого часу (0,8-0,9).

$$W = 60 \cdot 0,8 / 2 = 24 \text{ гол/год.}$$

Навантаження на одного оператора машинного доїння голів худоби:

$$m_1 = m / D, \quad (2.59)$$

$$m_1 = 360 / 9 = 40 \text{ гол.}$$

Визначаються витрати праці  $T_{\Gamma}$  (гол.ч/гол.) на доїння однієї корови протягом року:

$$T_{\Gamma} = (T \cdot K_d \cdot D \cdot 365) / m, \quad (2.60)$$

$$T_{\Gamma} = (2 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 365) / 360 = 36,5 \text{ гол.ч/гол.}$$

Підбираємо устаткування для охолодження й очищення молока [6]. Для цього визначається потужність теплового потоку, який треба відвести від охолоджуваного молока, і по величині цієї потужності вибираємо холодильну установку із вказівкою основних параметрів:

$$Q = M_c \cdot C_m \cdot (T_H - T_K), \quad (2.61)$$

де  $M_c$  - масова витрата молока, кг/с;

$C_m$  - теплоємність молока, 3,894 кДж/(кг·град);

$T_H$  - початкова температура молока, 34 °С;

$T_K$  - кінцева температура молока, 6 °С.

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Дата		



Продовження таблиці 2.13 - Характеристика резервуара-охолоджувача РПО-2,5

Частота обертання мішалки, хв <sup>-1</sup>	25
Встановлена потужність, кВт	11,45
Габаритні розміри резервуара, мм	2850x1360x1530
Маса, кг	635

### 2.8 Збирання й утилізація гною

У тваринницькому приміщенні для збирання гною застосовуємо скребкові транспортери ТСН - 160А [7].

Кількість транспортерів на фермі  $n_{тр}$ , шт, визначається по формулі:

$$n_{тр} = \frac{m}{m_1}, \quad (2.62)$$

де  $m_1$  - число голів худоби, що доводиться на один транспортер, 100 гол.;

$$n_{тр} = \frac{360}{100} = 4 \text{ шт.}$$

париймаємо 4 транспортера ТСН - 160А.

Годинна продуктивність транспортера  $Q_{тр}$ , т/год по формулі:

$$Q_{тр} = 60 \cdot \beta \cdot h \cdot v \cdot \gamma_H \cdot B, \quad (2.63)$$

де  $\beta$  - коефіцієнт заповнення жолоба,  $\beta = 0,6$ ;

$h$  - висота скребка,  $h = 0,05$  м;

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Підпис	Пдм		

$v$  - швидкість руху ланцюги,  $v = 10$  м/хв.;

$\gamma_n$  - об'ємна маса гною,  $\gamma_n = 0,8$  т/м<sup>3</sup>;

$B$  - ширина гнойового каналу,  $B = 0,30$  м;

$$Q_{\text{тр}} = 60 \cdot 0,6 \cdot 0,05 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,30 = 4,32 \text{ т/год}$$

Сумарна тривалість роботи всіх транспортерів у плинні доби  $T_{\text{сум}}$ , год, визначається по формулі:

$$T_{\text{сум}} = \frac{(q_n + q_m + q_p) \cdot m}{1000 \cdot Q_{\text{тр}}}, \quad (2.64)$$

де  $q_p$  - норма підстилки в добу (2 кг/гол.);

$q_m$  - добових вихід сечі від 1 гол. (20 кг);

$q_n$  - добовий вихід гною від 1 гол. (35 кг);

$$T_{\text{сум}} = \frac{(35 + 20 + 2) \cdot 360}{1000 \cdot 4,32} = 4,75 \text{ год.}$$

Час роботи транспортерів за стійловий період  $T_{\text{ст}}$ , год перебуває по формулі:

$$T_{\text{ст}} = T_{\text{сут}} \cdot D_3 \quad (2.65)$$

$$T_{\text{ст}} = 4,75 \cdot 240 = 1140 \text{ год.}$$

Перебуває витрата електроенергії, необхідної для роботи транспортерів протягом стійлового періоду  $W$ , кВт·год за формулою:

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпиш	Плат		

$$W = N_1 \cdot T_{ct} , \quad (2.66)$$

де  $N_1$  - установлена потужність ТСН -160А,  $N_1 = 4$  кВт;

$$W = 4 \cdot 1140 = 4560 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Витрати ручної праці на очищення стійл від гною  $T_p$ , год визначаються по формулі:

$$T_p = 1/60 \cdot t_{ct} \cdot T \cdot K_n \cdot D_3, \quad (2.67)$$

де  $t_{ct}$  - час на очищення стійла,  $t_{ct} = 1$  хв;

$K_n$  - число збирань гною в добу,  $K_n = 3$ ;

$$T_p = 1/60 \cdot 1 \cdot 360 \cdot 3 \cdot 240 = 4320 \text{ год.}$$

Витрати праці на обслуговування й спостереження за роботою транспортерів  $T_{ct}$  можна прийняти рівним часу їх роботи  $T_p$ .

Тоді загальні витрати праці на збирання гноїв  $T$ , год перебувають по формулі:

$$T = T_{ct} + T_p, \quad (2.68)$$

$$T = 1140 + 4320 = 5460 \text{ год.}$$

Вихід гною по фермі за стійловий період  $H_{cm}$ , т визначається по формулі:

$$H_{cm} = \frac{(q_n + q_m + q_n) \cdot m \cdot D_3}{1000}, \quad (2.69)$$

$$H_{cm} = \frac{(35 + 20 + 2) \cdot 360 \cdot 240}{1000} = 4924,8 \text{ т.}$$

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		

Обчислюються питомі витрати праці на збирання однієї тонни гною  $t_{уд}$ , чол-год/т по формулі:

$$t_{уд} = \frac{T}{H_{см}}, \quad (2.70)$$

$$t_{уд} = \frac{5460}{4924,8} = 1,11 \text{ чел} - \text{ч/т.}$$

Для видалення гною із приміщення застосовуємо УТН–10 [7].

Таблиця 2.14 - Технічна характеристики установки УТН-10

Продуктивність, кг/с	1,9...2,7
Робочий тиск у гідросистемі, кПа	10000
Внутрішній діаметр гноєпроводу, мм	300
Установлена потужність, кВт	13
Відстань транспортування по трубопроводу, м	60...150
Маса, кг	1410
Обслуговуючий персонал, чол.	1

## 2.9 Графік роботи машин

Заключним етапом технологічних розрахунків, вибору машин і устаткування є побудова графіка їх роботи. Ліва частина графіка являє собою таблицю, що полягає з дев'яти вертикальних граф. Вихідними даними для побудови лівої частини графіка служать результати технологічних розрахунків ліній і технічні характеристики прийнятих машин. Графік роботи машин наведений на форматі.

На графіку роботи машин прийняті наступні позначення:

- n - число машин, шт.;
- N - потужність, кВт;
- Q - продуктивність, т/год;

					ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Лист		

- А - добова кількість корму, вантажу і т.д., т;
- Т - тривалість роботи машин, год;
- W - витрата електроенергії, палива, кВт/год;
- Z - умовне число робітників, чіл.

При визначенні необхідного числа робітників слід урахувати, що не на всіх одночасно працюючих машинах постійно потрібні робітники. Тому робітники зайняті найчастіше на основних машинах. Якщо лінія працює не повну зміну, то вони можуть бути зайняті й на інших лініях [5].

### 2.10 Технічне обслуговування машин

У тваринництві склалися наступні форми обслуговування машин: проведення ТО службою господарства і обслуговування силами господарства за участю спеціалізованих підприємств. Для визначення трудомісткості ТО й з метою наочності черговості проведення ТО складається графік технічного обслуговування. Графік ТО включає число днів роботи, кількість і трудомісткість ТО.

Для більшості технічних засобів ТО-1 проводять із періодичністю один раз на місяць при наробітку 120 -240 год, ТО-2 тільки для складних машин – один або два рази в рік при наробітку 720 -1440 год.

Строки проведення ТО встановлюють із урахуванням тривалості стійлового або пасовищного періодів і на графіку показують умовними позначками на календарний рік з розбивкою по місяцях [5].

### 2.11 Розрахунки штату ферми

Необхідне число робітників на фермі визначається на підставі попередніх розрахунків і існуючих норм навантаження [6]. Розрахунки зводяться в таблицю 2.15.

					<i>ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.им</i>	<i>Подпис</i>	<i>Плат</i>		



### 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

#### 3.1 Опис запропонованого змішувача-дозатора преміксів

Проведений аналіз змішувачів, способів змішування й устаткування показав, що вони не повною мірою відповідає сучасним технологічним вимогам одержання преміксів. В умовах господарств це визначається великими габаритами камери змішування або високою їхньою енергоємністю. На рис. 3.1 представлений запропонований змішувач-дозатор вібраційної дії.

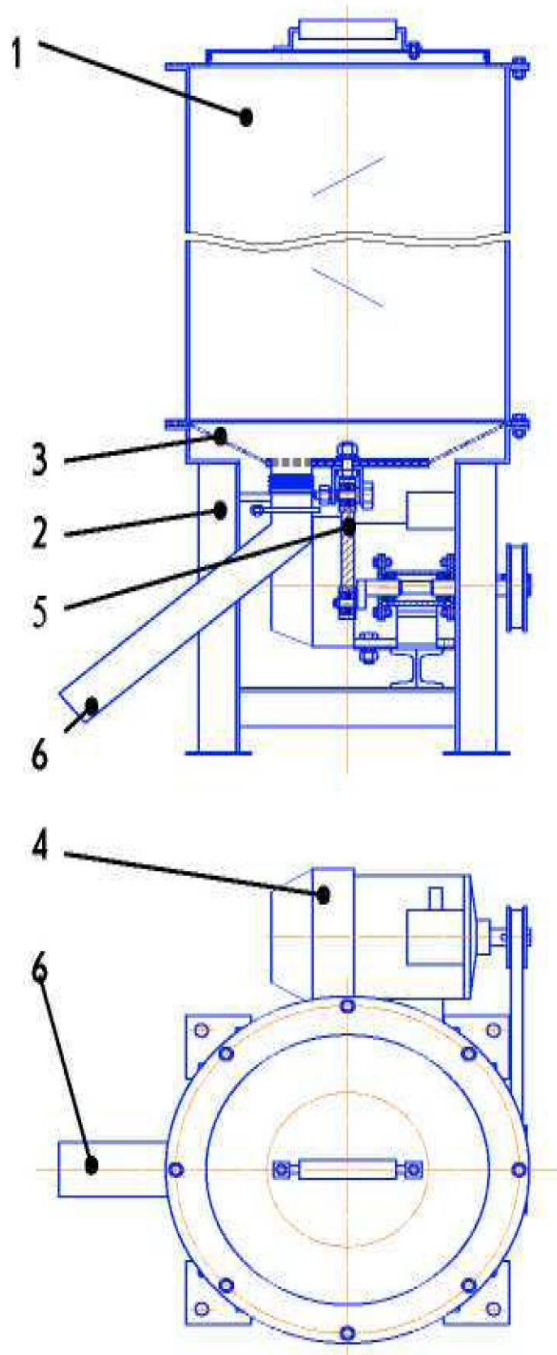


Рис. 3.1. Схема вібраційного змішувача

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Лист		

Вібраційний змішувач-дозатор преміксів складається із завантажувальної ємності 1, закріпленої на рамі 2, рухливої мембрани 3, вібраційні імпульси на яку передаються від електродвигуна 4 через ексцентриковий привід 5. Випуск матеріалу проводиться в робочому режимі через патрубок 6. При роботі змішувача-дозатора мембрана 3 робить зворотно-поступальні рухи й формує віброкипячий шар за рахунок створення знакозмінного повітряного потоку, який підсилює циркуляцію часток, підвищуючи тим самим якість змішування.

### 3.2 Розрахунки основних параметрів змішувача

#### 3.2.1 Визначення ємності змішувача

З конструктивних міркувань змішувач виконаний циліндричної форми з наступними параметрами (див. рис. 3.2):  $D=0,4$  м;  $d=0,2$  м;  $H=0,5$  м;  $H_1=0,05$  м.

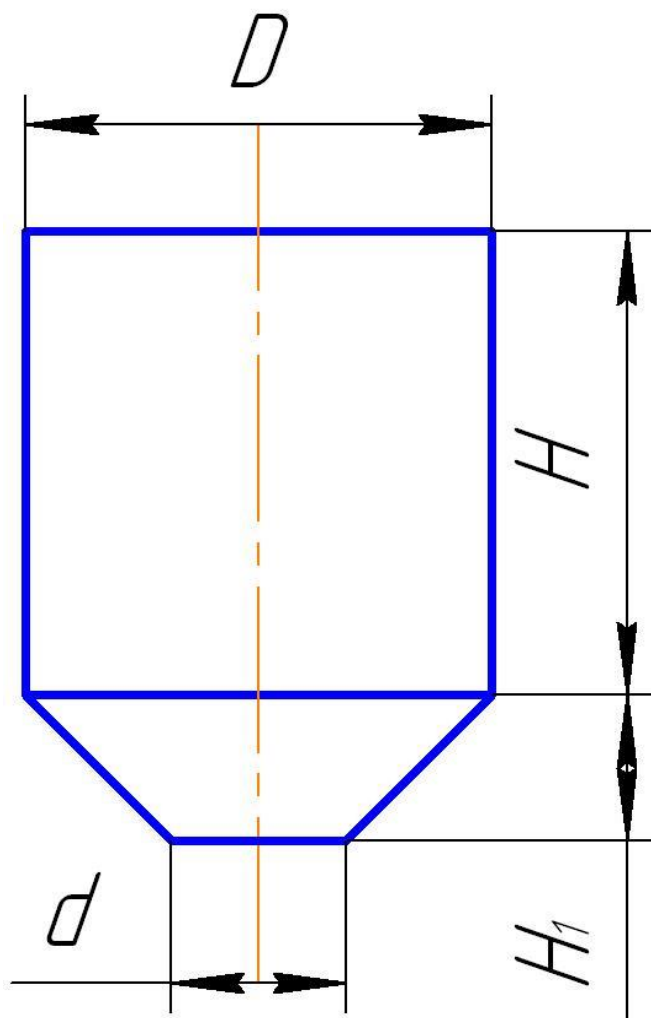


Рис. 3.2 . Схема для визначення ємності змішувача

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Підпис	Пит		

Відповідно обсяг змішувача буде рівний [11]:

$$V_{CM} = V_1 + V_2, \text{ м}^3, \quad (3.1)$$

де  $V_1, V_2$  - об'єми циліндричної й конічної частини,  $\text{м}^3$ .

$$V_{CM} = \frac{\pi D^2}{4} H + (r^2 + r_1^2 + rr_1) \frac{\pi H_1}{3}, \text{ м}^3,$$

де  $r, r_1$  - радіуси верхньої й нижньої основи усіченого конуса, відповідно, м.

$$V_{CM} = \frac{3,14 * 0,4^2}{4} * 0,5 + (0,2^2 + 0,1^2 + 0,2 * 0,1) \frac{3,14 * 0,05}{3} = 0,103 \text{ (м}^3\text{)}.$$

### 3.2.2 Визначення сили ваги матеріалу в камері змішування

Визначимо масу матеріалу, що перебуває в змішувачі [11]:

$$m = \gamma V, \quad (3.2)$$

де  $\gamma$  - густина матеріалу,  $\text{кг/м}^3$  ( $\gamma=600 \text{ кг/м}^3$ )

$$m = 600 * 0,103 = 61,8 \text{ (кг)}.$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док-им	Подпис	Лист		

Сила ваги матеріалу:

$$G = mg, \text{ Н}, \quad (3.3)$$

де  $g$  - прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ .

$$G = 61,8 * 9,8 = 605,64 \text{ (Н)}.$$

### 3.2.3 Визначення динамічних навантажень на тіло шатуна

$$F = G + G_1, \text{ Н}, \quad (3.4)$$

де  $G_1$  - сила ваги від маси шатуна й інших рухливих деталей, що створюють додатковий тиск на вал.

$$G_1 = (m_1 + m_2)g, \text{ Н}, \quad (3.5)$$

де  $m_1, m_2$  - маса шатуна й інших рухливих деталей, що створюють додаткове тиск на вал (маса шатуна рівна - 0,91 кг маса інших деталей приймається рівної 4,09 кг).

$$G_1 = (0,91 + 2,09)9,8 = 49 \text{ Н},$$

$$F = 605,64 + 49 = 654,64 \text{ Н}.$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Лист		

### 3.2.4 Розрахунок шатуна

При роботі змішувача шатун зазнає впливу знакозмінних і інерційних сил, а в окремих випадках ці сили створюють ударні навантаження. Тому шатуни виготовляють із марганцевих, хромистих, хромонікелевих сталей зі змістом вуглецю 0,3 – 0,45 %. Для підвищення втомної міцності при достатній в'язкості й пластичності сталеві шатуни піддають у процесі штампування проміжній термообробці, а після штампування – поліруванню, обдуванню дробом, нормалізації, загартуванню й відпусканні.

У нашому випадку ми ухвалюємо стандартний шатун від автомобіля ГАЗ-53 (див. рис. 3.3).

Визначимо напруження в поперечному перерізі шатуна:

$$\sigma = \frac{G}{F_{\Pi}}, \text{ Па}, \quad (3.6)$$

де  $F_{\Pi}$  - площа нижньої основи змішувача,  $\text{м}^2$  ( $S_{\text{СМ}}=0,02 \text{ м}^2$ )

$$\sigma = \frac{605,64}{0,02} = 30282 \text{ (Па)}$$

Вихідні дані для розрахунку:

$p_{z_0} = 30282 \text{ Па}$  - максимальний тиск на режимі  $n = 1028,1 \text{ хв}^{-1}$

при  $\varphi = 330^\circ$ ;

$m_{\Pi} = 65,89 \text{ кг}$  – маса групи, що діє на шатун;

$m_{\text{ш}} = 0,91 \text{ кг}$  – маса шатунної групи;

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лист		

$n_{xx \max} = 1028,1 \text{ хв}^{-1}$  – максимальна частота обертання ;

$S = 0,1 \text{ м}$  – хід нижньої основи змішувача;

$R=0,05 \text{ м}$  – радіус кривошипа;

$F_{\Pi} = 0,02 \text{ м}^2$  – площа нижньої основи змішувача;

$\lambda = 0,342$ ;

$d_{\Pi} = 23 \text{ мм}$  – діаметр поршневого пальця;

$l_{\text{ш}} = 31 \text{ мм}$  – довжина поршневої головки шатуна;

$d_{\Gamma} = 33 \text{ мм}$  – зовнішній діаметр головки;

$d = 30 \text{ мм}$  – внутрішній діаметр головки;

$h_{\Gamma} = 3,5 \text{ мм}$  – радіальна товщина стінки головки;

$s_{\text{в}} = 1,5 \text{ мм}$  – радіальна товщина стінки втулки.

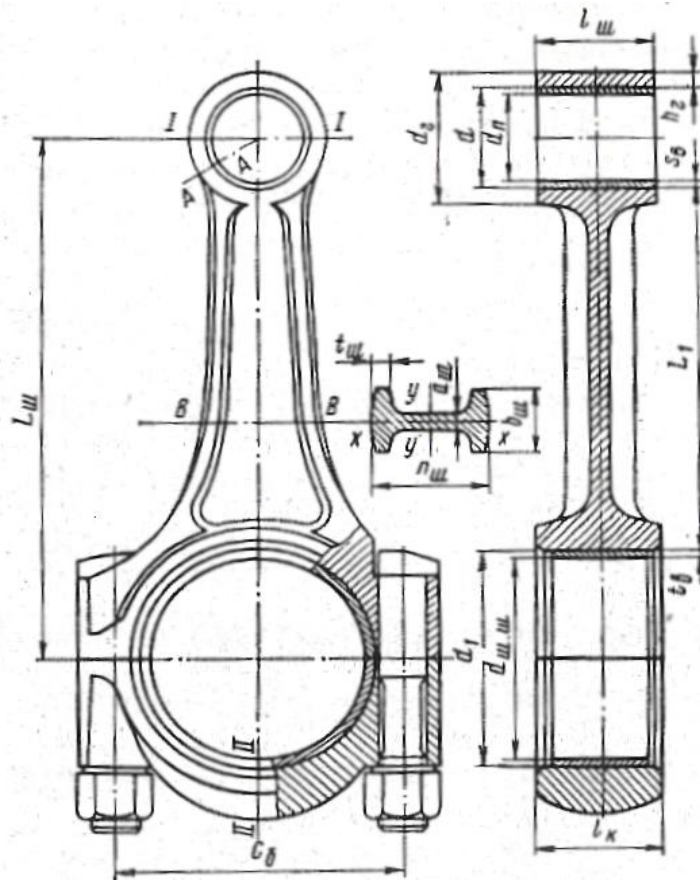


Рис. 3.3. Розрахункова схема шатунної групи

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лист

ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ

Лист

Матеріал шатуна – вуглецева сталь 40Х;

$$E_{ш} = 2,2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2; \alpha_T = 1 \cdot 10^{-5} \text{ 1/К.}$$

Матеріал втулки – бронза;  $E_b = 1,15 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2; \alpha_b = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ 1/К.}$

Для вуглецевої сталі 40Х:

- межа міцності  $\sigma_g = 980 \text{ МПа}$ ;

- межі втоми при згині  $\sigma_{-1} = 350 \text{ Н/мм}^2$  і розтязі– стиску

$$\sigma_{-1p} = 300 \text{ Н/мм}^2;$$

- границя текучості  $\sigma_T = 800 \text{ Н/мм}^2$ ;

- коефіцієнти приведення циклу при згинанні  $\alpha_\sigma = 0,21$  і розтяганні – стиску  $\alpha_\sigma = 0,13$ .

при згині

$$\beta_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_m} = \frac{350}{800} = 0,438; \frac{\beta_\sigma - \alpha_\sigma}{1 - \beta_\sigma} = \frac{0,438 - 0,21}{1 - 0,438} = 0,406,$$

при розтязі-стиску

$$\beta_\sigma = \frac{\sigma_{-1\delta}}{\sigma_\delta} = \frac{300}{800} = 0,375; \frac{\beta_\sigma - \alpha_\sigma}{1 - \beta_\sigma} = \frac{0,375 - 0,17}{1 - 0,375} = 0,328.$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Плат		

## Розрахунки перерізу I – I

Максимальне напруження пульсуючого циклу [11]:

$$\sigma_{\max} = \frac{(m_n + m_{e.z.}) \omega_{xx \max}^2 R(1 + \lambda)}{2h_e l_{ui}}, \text{ Н/мм}^2, \quad (3.7)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{(65,89 + 0,073) \cdot 107,61^2 \cdot 0,05(1 + 0,342) \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 0,0035 \cdot 0,031} = 236,19 \text{ МПа},$$

$$m_{e.z.} = 0,08m_{ui} = 0,08 \cdot 0,91 = 0,073 \text{ (кг)},$$

$$\omega_{xx \max} = \pi n_{xx \max} / 30 = \frac{3,14 \cdot 1028,1}{30} = 103,61 \text{ (с}^{-1}\text{)}.$$

Середнє напруження й амплітуда напружень:

$$\sigma_{m_0} = \sigma_{a_0} = \sigma_{\max} / 2 = 236,19 / 2 = 118,1 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{ak_0} = \sigma_{a_0} k_{\sigma} / (\varepsilon_m \varepsilon_n) = 21,98 \cdot 1,3 / (0,82 \cdot 0,72) = 48 \text{ МПа},$$

$k_{\sigma} = 1,2 + 1,8 \cdot 10^{-4} (\sigma_e - 400) = 1,2 + 1,8 \cdot 10^{-4} (800 - 400) = 1,272$  - ефективний коефіцієнт концентрації напруг;

$\varepsilon_m = 0,82$  - масштабний коефіцієнт (вибирається відносно  $l_{ш}$ );

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лир
Изм	Лир	№ док.им	Подпи	Плат		

$\varepsilon_i = 0,72$  - коефіцієнт поверхневої чутливості (грубе обточування).

Умови:

$$\text{якщо: } \sigma_{ak_0} / \sigma_{m_0} = 48/118,1 = 0,41 > \frac{\beta_\sigma - \alpha_\sigma}{1 - \beta_\sigma} = 0,328,$$

тоді запас міцності проводиться по межі втоми:

$$n_\sigma = \sigma_{-1p} / (\sigma_{ak_0} + \alpha_\sigma \sigma_{m_0}) = 300 / (48 + 0,17 \cdot 118,1) = 4,41 > 4.$$

### 3.3 Розрахунки кривошипної головки шатуна

Вихідні дані:

$d_{\text{шти}} = 52 \text{ мм}$  – діаметр шатунної шийки;

$t_b = 2,5 \text{ мм}$  – товщина стінки вкладиша;

$C_6 = 38 \text{ мм}$  – відстань між шатунними болтами;

$l_k = 32 \text{ мм}$  – довжина кривошипної головки.

#### 3.3.1 Максимальна сила інерції

$$P_{jp} = -R\omega_{xx \max}^2 [(m_n + m_{u.n.})(1 + \lambda) + (m_{u.k.} - m_{kp})] * 10^{-6}, \text{ Н} \quad (3.8)$$

$$P_{jp} = -0,05 \cdot 107,61^2 [(65,89 + 0,25)(1 + 0,342) + (0,66 - 0,23)] 10^{-6} = -0,052 \text{ Н},$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Плат		

$$m_{ун} = 0,275 \cdot m_{ui} = 0,275 \cdot 0,91 = 0,25 \text{ кг},$$

$$m_{ук} = 0,725 \cdot m_{ui} = 0,725 \cdot 0,91 = 0,66 \text{ кг},$$

$$m_{кр} = 0,25 \cdot m_{ui} = 0,25 \cdot 0,91 = 0,23 \text{ кг}.$$

3.3.2. Момент опору згину в розрахунковому перетині без врахування ребер вкладиша.

$$W_{уз} = l_{\kappa} (0,5c_{\sigma} - r_1)^2 / 6, \text{ м}^3, \quad (3.9)$$

$$W_{уз} = l_{\kappa} (0,5c_{\sigma} - r_1)^2 / 6 = 32(0,5 \cdot 78 - 28,5)^2 \cdot 10^{-9} / 6 = 5,88 \cdot 10^{-7} \text{ (м}^3\text{)},$$

$$r_1 = 0,5(d_{уш} + 2t_{\sigma}) = 0,5(52 + 2 \cdot 2,5) = 28,5 \text{ (мм)}.$$

де  $r_1$  - внутрішній радіус кривошипної головки шатуна, мм.

3.3.3 Моменти інерції вкладиша й кришки:

$$J_{\sigma} = l_{\kappa} t_{\sigma}^3 = 32 \cdot 2,5^3 \cdot 10^{-12} = 500 \cdot 10^{-12} \text{ м}^4,$$

$$J = l_{\kappa} (0,5c_{\sigma} - r_1)^3 \cdot 10^{-12} = 32 \cdot (0,5 \cdot 78 - 28,5)^3 \cdot 10^{-12} = 37044 \cdot 10^{-12} \text{ м}^4.$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпиш	Лист		

Напруження згину кришки й вкладиша в перетині II – II з врахуванням деформації вкладиша:

$$\sigma_{uz} = P_{jp} \left[ \frac{0.023 \cdot c_{\sigma}}{(1 + J_{\sigma} / J) W_{uz}} + \frac{0,4}{F_z} \right], \quad (3.10)$$

$$\sigma_{uz} = 0,052 \left[ \frac{0.023 \cdot 78}{(1 + 500 \cdot 10^{-12} / 37044 \cdot 10^{-12}) 5,88 \cdot 10^{-7}} + \frac{0,4}{0,000416} \right] = 49,9 < 300,$$

$$F_z = l_k 0,5(c_{\sigma} - d_{umi}) = 32 \cdot 0,5 \cdot (78 - 52) \cdot 10^{-6} = 0.000416 \text{ м}^2.$$

### 3.4 Розрахунки стержня шатуна

Вихідні дані:

$L_{ш} = 160$  мм – довжина шатуна;

$h_{шmin} = 20$  мм;

$h_{ш} = 26$  мм;

$b_{ш} = 20$  мм;

$a_{ш} = 5$  мм;

$t_{ш} = 5$  мм;

$d = 30$  мм - внутрішній діаметр головки;

$d_1 = 53$  мм;

матеріал – Сталь 40Х.

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Плат		

3.4.1 Стискаюча сила шатуна досягає максимальне значення на початку робочого ходу.

$$P_{сж} = P_z + P_j = 0,03МН \text{ при } \varphi = 370^\circ .$$

3.4.2 Розтягувальна сила шатуна досягає максимального значення на початку впуску.

$$P_p = P_z + P_j = -0,12МН \text{ при } \varphi = 0^\circ .$$

Значення тиску  $P_r$  і  $P_j$  вибирається з таблиці динамічного розрахунку для  $\varphi=0^\circ$  і  $\varphi=330^\circ$ .

3.4.3 Від стискаючих сил  $P_{сж}$  в перетині В-В виникають максимальні напруження стиску поздовжнього згину.

Площа розрахункового перерізу у-у

$$F_{cp} = h_{ш}b_{ш} - (b_{ш} - a_{ш}) \cdot (h_{ш} - 2t_{ш}) \quad (3.11)$$

$$F_{cp} = (26 \cdot 20 - (20 - 5) \cdot (26 - 2 \cdot 5)) \cdot 10^{-5} = 28 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

У площині коливання шатуна

Моменти інерції ( $J_x$ ) розрахункового січення В-В відносно осі х-х перпендикулярної площини коливання шатуна.

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		

$$J_x = [b_{ш}h_{ш}^3 - (b_{ш}-a_{ш})\cdot(h_{ш}-2t_{ш})^3]/12 = 24133 \text{ мм}^4 \approx 24\cdot 10^{-9} \text{ м}^4,$$

$$J_x = [20\cdot 26^3 - (20-5)\cdot(26-2\cdot 5)^3]/12 = 24133 \text{ мм}^4 \approx 24\cdot 10^{-9} \text{ м}^4.$$

Коефіцієнт  $K_x$  враховує вплив поздовжнього згину в площині коливання шатуна.

$$K_x = 1 + (\sigma_e \cdot L_{ш}^2 \cdot F_{ср} / (\pi^2 E_{ш} J_x)) = 1 + (980 \cdot 160^2 \cdot 280 / (3,14^2 \cdot 2,2 \cdot 10^5 \cdot 24133)) = 1,103.$$

$$\sigma_e = \sigma_B = 980 \text{ Н/мм}^2 \text{ – межа втоми матеріалу.}$$

Максимальні напруження від стискаючої сили в перетині В-В в площині коливання шатуна

$$\sigma_{\max x} = K_x P_{сж} / F_{ср} = 1,103 \cdot 0,03 / 28 \cdot 10^{-5} = 118,9 \text{ Н/мм}^2 \leq 200 \div 350 \text{ Н/мм}^2.$$

У площині, перпендикулярній площині коливання шатуна

Моменти інерції ( $J_y$ ) розрахункового перетину В-В відносно осі у-у яка лежить в площині коливання шатуна

$$J_y = [h_{ш}b_{ш}^3 - (h_{ш}-2t_{ш})\cdot(b_{ш}-a_{ш})^3]/12 = 12833 \text{ мм}^4 = 13\cdot 10^{-9} \text{ м}^4$$

$$J_y = [26\cdot 20^3 - (26-2\cdot 5)\cdot(20-5)^3]/12 = 12833 \text{ мм}^4 = 13\cdot 10^{-9} \text{ м}^4$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Коефіцієнт  $K_y$ , що враховує вплив поздовжнього згину шатуна в площині перпендикулярній до площини шатуна.

$$K_y = 1 + (\sigma_e \cdot L_1^2 \cdot F_{cp} / (\pi^2 E_{ш} \cdot 4J_y)) = 1 + (980 \cdot 113,38^2 \cdot 280 / (3,14^2 \cdot 2,2 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 13000)) = 1,02,$$

де  $L_1$  - довжина стержня шатуна між поршневою і кривошипною головками ( $L_1 = 113,38$  мм).

Максимальне напруження від стискаючої сили в перерізі В-В у площині, перпендикулярній площині коливання шатуна:

$$\sigma_{\max y} = K_y P_{сж} / F_{cp} = 1,01 \cdot 0,03 / 28 \cdot 10^{-5} = 109,03 \text{ Н/мм}^2 \leq 200 \div 350 \text{ Н/мм}^2.$$

Мінімальне напруження від розтягуючої сили в перерізі В-В.

$$\sigma_{\min} = P_p / F_{cp} = -0,012 / 28 \cdot 10^{-5} = -43 \text{ Н/мм}^2.$$

Середнє напруження й амплітуди циклу:

$$\sigma_{mx} = (\sigma_{\max x} + \sigma_{\min}) / 2 = (118,9 - 43) / 2 = 80,95 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\sigma_{my} = (\sigma_{\max y} + \sigma_{\min}) / 2 = (109,03 + 43) / 2 = 36,04 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\sigma_{ax} = (\sigma_{\max x} - \sigma_{\min}) / 2 = (118,9 - 43) / 2 = 33,95 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\sigma_{ay} = (\sigma_{\max y} - \sigma_{\min}) / 2 = (109,03 - 43) / 2 = 66,03 \text{ Н/мм}^2.$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Плат		

Амплітудне напруження з врахуванням концентрації напружень, масштабного й технологічного факторів.

$$\sigma_{акх} = \sigma_{ак} k_{\sigma} / \varepsilon_M \varepsilon_{\Pi} = 33,95 \cdot 1,3 / (0,86 \cdot 1,3) = 44,12 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\sigma_{аку} = \sigma_{ау} k_{\sigma} / \varepsilon_M \varepsilon_{\Pi} = 66,03 \cdot 1,3 / (0,86 \cdot 1,3) = 36,83 \text{ Н/мм}^2,$$

де  $k_{\sigma} = 1,2 + 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot (980 - 400) = 1,3$  – концентрація напружень;

$\varepsilon_M = 0,86$  - масштабний коефіцієнт (вибирається відносно  $h_{ш}$ );

$\varepsilon_{\Pi} = 1,3$  - коефіцієнт поверхневої чутливості (для азотування).

$$(\beta_{\sigma} - \alpha_{\sigma}) / (1 - \beta_{\sigma}) = 0,328,$$

Так як:  $\sigma_{акх} / \sigma_{мх} = 44,12 / 80,95 = 0,55 > (\beta_{\sigma} - \alpha_{\sigma}) / (1 - \beta_{\sigma})$ ;

тоді  $\sigma_{аку} / \sigma_{му} = 1,01 > (\beta_{\sigma} - \alpha_{\sigma}) / (1 - \beta_{\sigma})$ ,

тоді міцність в перерізі В-В визначаються по межі втоми:

$$n_{\sigmaх} = \sigma - 1_p / (\sigma_{акх} + \alpha_{\sigma} \sigma_{мх}) = 300 / (44,12 + 0,13 \cdot 80,95) = 5,18 > 1,5,$$

$$n_{\sigmaу} = \sigma - 1_p / (\sigma_{аку} + \alpha_{\sigma} \sigma_{му}) = 300 / (36,83 + 0,13 \cdot 36,04) = 3,34 > 1,5.$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лир
Изм	Лир	№ док.им	Подпи	Плт		

### 3.5 Розрахунок клинопасової передачі

Вихідні дані:

$N_{дв}=0,55$ ;  $D_1=96$  мм;

$D_2=140$  мм;

$n_{дв}=n_1=1490$  про/хв.;

$n_2=1028,1$  хв<sup>-1</sup>.

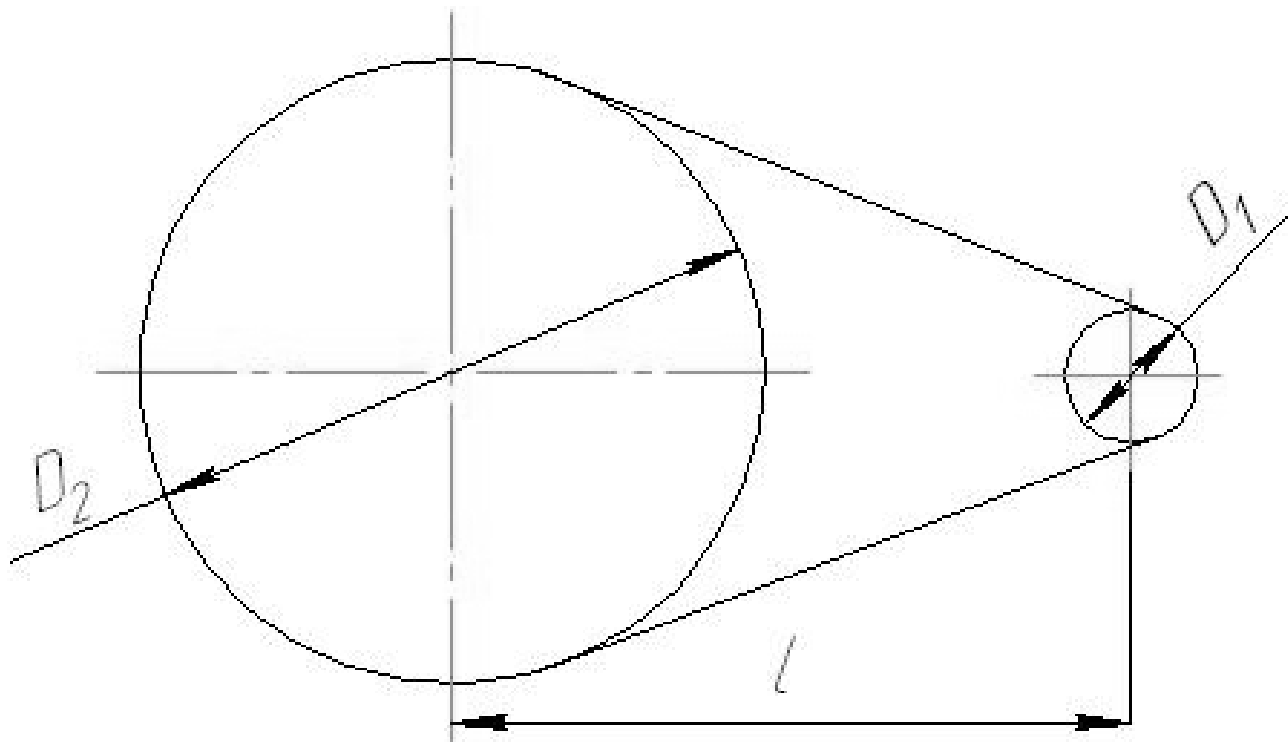


Рис. 3.4. Розрахункова схема клинопасової передачі

3.5.1 Розрахункову довжину паса знаходимо за формулою [9]:

$$L_{\delta} = 2l + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2), \text{ мм}, \quad (3.11)$$

де  $D_1, D_2$  - діаметри шківів, мм.

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Лист		

$$L_p = 2 \times 330,5 + \frac{3,14}{2} (96 + 140) = 1031,52 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо згідно ГОСТ 12843-80 -  $L=1060$  мм.

3.5.2 Кут обхвату пасом малого шківa:

$$\alpha_1 = 180 - \frac{(D_1 + D_2)60^\circ}{l}, \text{ град,} \quad (3.12)$$

$$\alpha_1 = 180 - \frac{(96 + 140)60^\circ}{1060} = 166,64$$

3.5.3 Кут між витками пасу рівний:

$$\gamma = 180 - \alpha_1, \text{ град,} \quad (3.13)$$

$$\gamma = 180 - 166,64 = 13,36$$

3.5.4 Передаточне число:

$$i = \frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (3.14)$$

					<i>ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпи</i>	<i>Лист</i>		

$$i = \frac{96}{140} = 0,69.$$

3.5.5 Число пробігів пасу за одиницю часу:

$$U = \frac{v}{l}, \text{ шт}, \quad (3.15)$$

де  $v$  - швидкість пасу, м/с.

$$U = \frac{7,48}{1,06} = 7,06(\text{шт}),$$

$$v = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60000}, \text{ м/с}, \quad (3.16)$$

$$v = \frac{3,14 \times 96 \times 1490}{60000} = 7,48 \text{ (м/с)}.$$

Число пробігів пасу задовільняє вимоги довговічності ( $3,06 < 15$ ). По потужності двигуна та його обертам вибираємо поперечний переріз пасу:

Приймаємо перетин Б:  $h=10,5$  мм,  $b_p=14$  мм,  $\varphi=40^\circ$ ,  $b=13$  мм,  $F=1,38$  см<sup>2</sup>.

Число перегинів пасу [15]:

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Підпис	Плат		

$$n = Um, \text{ шт,} \quad (3.17)$$

де  $m$  - число шківів передачі, включаючи натяжні ролики.

$$n = 7,06 \times 2 = 14,12 \text{ (шт).}$$

Потужність на веденому валу:

$$N_2 = \eta N_1, \text{ Вт,} \quad (3.18)$$

де  $\eta$  - к.п.д. рівний 0,85-0,95.

$$N_2 = 0,9 \times 1 = 0,9 \text{ (кВт).}$$

Крутні моменти  $M_1$  і  $M_2$  на ведучому й віденому валах:

$$M_1 = 9,55 \frac{1}{1490} = 0,006 \text{ (кН·м);}$$

$$M_2 = \eta M_1, \text{ кН·м,} \quad (3.19)$$

$$M_2 = 0,9 \times 0,69 \times 0,006 = 0,04 \text{ (кН·м).}$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лист		

Робоча корисна напруга з врахуванням впливу кута обхвату, швидкості й режиму роботи передачі:

$$\kappa = \kappa_0 C_1 C_2 C_3, \text{ Н/м}^2, \quad (3.20)$$

де  $C_1$  - коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату;

$C_2$  - коефіцієнт, що враховує режим роботи передачі;

$C_3$  - коефіцієнт, що враховує вплив швидкості пасу:

$$C_3 = 1,05 \dots 0,0005 v^2, \quad (3.21)$$

$$C_3 = 0,05 \times 0,94^2 = 0,044 ;$$

$$\kappa = 145 \times 0,92 \times 0,9 \times 1,2 = 144 \text{ (Н/м}^2\text{)}.$$

Колове зусилля:

$$P = \kappa \cdot F, \text{ Н}, \quad (3.22)$$

$$P = 144 \times 1,38 = 198,7 \text{ (Н)}.$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лист		

Робоча потужність, яка передається одним пасом:

$$N_1 = N_0 C_1 C_2, \text{ кВт}, \quad (3.23)$$

де  $N_0 = 2,18$  кВт;

$$N_1 = 2,18 \times 0,92 \times 0,9 = 1,8 \text{ (кВт)}.$$

Число пасів:

$$z = \frac{N}{N_0 C_1 C_2}, \text{ шт}, \quad (3.24)$$

$$z = \frac{1}{2,18 \times 0,92 \times 0,9} = 0,55 \text{ (шт)},$$

Приймаємо:  $z = 1$  шт.

Оцінка довговічності роботи паса передачі:

$$T = \frac{T_0}{n} \xi_i \xi_H \xi_K, \text{ год}, \quad (3.25)$$

де  $T_0$  - розрахункова довговічність клинового паса для передачі із двох шківів, при передаточному числі  $i=1$ , числі пробігів паса  $m=1$  і постійному режимі навантаження, год;

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Плат		

$\xi_i$  - коефіцієнт впливу передаточного числа на довговічність паса;

$\xi_H$  - коефіцієнт впливу мінливості навантаження на довговічність паса;

$\xi_k$  - коефіцієнт, що враховує вплив конструкції паса на довговічність.

$$T = \frac{1400}{2} \times 1,97 \times 1,3 \times 1 = 1792,7 \text{ (год)}.$$

### 3.6 Розрахунок вала змішувача

Прикладаємо сили (рис 3.5), що діють на вал змішувача від шатуна й шківів приводу. Приводимо сили до осі вала роздільно у вертикальній і горизонтальній площинах.

Вихідні дані для розрахунку:

$$a=0,04 \text{ м};$$

$$b=0,09 \text{ м};$$

$$c=0,03 \text{ м};$$

$$F=654,64 \text{ Н};$$

$$T_{кр}=40 \text{ Н*м}.$$

Визначимо силу від клинопасової передачі:

$$F_B = 2F_0 \cos \frac{\beta}{2}, \text{ Н}, \quad (3.26)$$

де  $F_0$  - сила попереднього натягу ремня, Н;

$\beta$  - кут між витками паса, град.

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лист		

$$F_0 = \sigma_0 S, \text{ Н}, \quad (3.27)$$

де  $\sigma_0$  – початкові напруження паса, Па ( $\sigma_0 = 1,5 \text{ Н/мм}^2$ );

$S$  – площа перерізу паса,  $\text{см}^2$  ( $S = 1,38 \text{ см}^2$ ).

$$F_0 = 1,5 * 10^6 * 1,38 * 10^{-4} = 207 \text{ (Н)},$$

$$F_B = 2 * 207 * \cos \frac{13,36}{2} = 411,19 \text{ (Н)}.$$

Визначаємо реакції, що діють у вертикальній площині (рис. 3.5). Для цього запишемо рівняння:

$$\sum M_A = -F^B * a + R_B^B * b - f_B * (b+c) = 0, \quad (3.28)$$

$$R_B^B = \frac{654,64 * 0,04 + 411,19(0,09 + 0,07)}{0,09} = 1021,95 \text{ (Н)},$$

$$\sum M_B = -F * (a+b) + R_A^B * b - F_B * c = 0, \quad (3.29)$$

$$R_A^B = \frac{654,64(0,04 + 0,09) - 411,19 * 0,07}{0,09} = 625,36 \text{ (Н)}.$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Дата		

Правильність розрахунків перевіряємо  $\sum Q_y = 0$ .

Будуємо епюру згинальних моментів.

Визначаємо реакції діючі в горизонтальній площині для цього запишемо рівняння.

Так як сил, що діють у горизонтальній площині немає, то й реакції опор будуть дорівнюють нулю.

Будуємо епюру згинальних моментів у горизонтальній площині.

Будуємо епюру крутних моментів.

Будуємо епюру сумарних моментів:

$$M_{\sum C_{\min}} = \sqrt{(M_C^z)^2 + (M_C^y)^2} . \quad (3.30)$$

Епюра сумарних моментів буде рівна епюрі згинальних моментів у вертикальній площині.

$$M_{\sum C_{\text{Экв}_{\min}}} = \sqrt{T_{кр}^2 + M_u^2} . \quad (3.31)$$

Із проведених розрахунків випливає, що найнебезпечніший переріз вала в точці С.

Найбільше навантаження, що діє на вал перебуває в точці В.

Приймаємо діаметр вала 20 мм. Вибираємо Сталь 45  $\sigma_b = 600$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\sigma_T = 360$  Н/мм<sup>2</sup>.

Перевіряємо вал на міцність для обраного діаметра при складному опорі.

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лист		



## Нормальні напруження згину

$$\sigma_{\max} = M_{\max} / W, \text{ Н/мм}^2, \quad (3.32)$$

$$W = \pi d^{3/32}, \text{ мм}^3, \quad (3.33)$$

$$W = 3,14 * 203 / 32 = 385 \text{ (мм}^3\text{)},$$

$$\sigma_{\max} = 49,28 / 385 = 0,06 \text{ (Н/мм}^2\text{)}.$$

## Дотичні напруження кручення

$$\tau_{\max} = M_{\text{кр}} / W_p, \text{ Н/мм}^2, \quad (3.34)$$

$$W_p = \pi * d^{3/16}, \text{ мм}^3, \quad (3.35)$$

$$W_p = 3,14 * 203 / 16 = 1530 \text{ (мм}^3\text{)},$$

$$\tau_{\max} = 49,28 / 1530 = 0,03 \text{ Н/мм}^2.$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпиш	Лист		

Для перевірки міцності вала скористаємося IV- ою теорією міцності.

$$\sigma_{EKBIV} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma], \quad (3.36)$$

$$\sigma_{EKBIV} = \sqrt{0,06^2 + 3 \cdot 0,03^2} = 0,08 \text{ (Н/мм}^2\text{)},$$

$$[\sigma] = 0,8\sigma_T = 0,8 \cdot 3690 = 288 \text{ (Н/мм}^2\text{)},$$

$$\sigma_{EKBIV} = 0,08 \leq [\sigma] = 288 \text{ Н/мм}^2.$$

Перевіряємо вал на втомну міцність:

Запас опору втомі визначається за формулою:

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_t}{\sqrt{S_{\sigma^2} + S_{t^2}}} \geq [S] = 1,5; \quad (3.37)$$

де  $S_\sigma$  – запас опору втомі (згин);

$S_t$  – запас опору втомі (кручення);

$[S]$  – допустимий коефіцієнт запасу міцності.

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лист		

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{\sigma_a \cdot K_{\sigma}}{K_d \cdot K_f} + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m}, \quad (3.38)$$

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{\tau_a \cdot K_{\tau}}{K_d \cdot K_f} + \psi_{\tau} \cdot \tau_m},$$

де  $\sigma_a, \tau_a$  – амплітуди змінних складових циклу напруг;

$\sigma_a, \tau_a$  – постійні складові;

$\psi_{\sigma}, \psi_{\tau}$  – коефіцієнти, що коректують вплив постійної складової;

$\sigma_{-1}, \tau_{-1}$  – границі витривалості;

$K_d$  – масштабний фактор;

$K_f$  – фактор шорсткості поверхні;

$K_{\sigma}, K_{\tau}$  – ефективні коефіцієнти концентрації напружень при згині й крученні.

Амплітуди змінних складових і постійні складові циклу напружень визначаємо в такий спосіб:

а) при згині:

$\sigma_m = 0$  (немає розтяжних зусиль)

$$\sigma_a = \sigma = 33,8 \text{ Н/мм}^2,$$

б) при крученні:

$$\tau_m = \tau_a = 0,5 \cdot \tau = 0,5 \cdot 12,6 = 6,3 \text{ Н/мм}^2.$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Плат		

Значення  $\psi_\sigma$  і  $\psi_\tau$  залежать від механічних характеристик матеріалу:

$$\psi_\sigma = 0,1, \quad \psi_\tau = 0,05 \text{ – для середньовуглецевих сталей.}$$

Границі міцності (витривалості) визначають у такий спосіб:

$$\sigma^{-1} = 0,5 \cdot \sigma_B = 0,5 \cdot 600 = 300 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\tau^{-1} = 0,3 \cdot \sigma_B = 0,3 \cdot 600 = 180 \text{ Н/мм}^2.$$

У небезпечному перерізі вала є виямка, тому  $K_\sigma = 1,85$ ,  $K_\tau = 1,4$ . Діаметр вала  $d = 20$  мм,  $K_d = 0,98$ . Для чистового обточування  $K_f = 0,93$ . Визначаємо запас опору втомі при згині:

$$S_\sigma = \frac{300}{\frac{73,8 \cdot 1,85}{0,98 \cdot 0,93} + 0,1 \cdot 0} = 2,0.$$

Визначаємо запас опору втомі при крученні:

$$S_\tau = \frac{180}{\frac{6,3 \cdot 1,4}{0,98 \cdot 0,93} + 0,05 \cdot 6,3} = 18.$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпиш	Лист		

Запас опору втомі:

$$S = \frac{2 \cdot 18}{\sqrt{2^2 + 18^2}} 1,99,$$

$S > [S]$  – умова по запасу міцності виконується.

### 3.7 Розрахунки підшипників

Вихідні дані:

$F_r = 1021,95$  Н – радіальне навантаження на найбільш навантажений підшипник;

$n = 1028,1$  об/хв – частота обертання вала;

$d = 20$  мм – посадковий діаметр вала;

$L = 500$  годин.

3.7.1 Попередньо обираємо підшипники шарикові радіальні однорядні середньої серії діаметрів № 204 [14]:

$$C_0 = 6200 \text{ Н}; n_{\text{пред}} = 12500 \text{ про/хв.}$$

3.7.2 Визначаємо еквівалентне навантаження на підшипник:

$$P = (x \cdot v \cdot F_r + y \cdot F_a) \cdot K_b \cdot K_m, \quad (3.39)$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Лист		

де  $F_r, F_a$  – радіальна й осьова сили;

$x, y$  – коефіцієнти радіальної й осової сили;

$v$  – коефіцієнт обертання,  $v = 1$  так як обертається внутрішнє кільце;

$K_6$  – коефіцієнт безпеки,  $K_6 = 1,3$ ;

$K_m$  – температурний коефіцієнт,  $K_m = 1$  ( $t < 1000\text{C}$ )

Визначаємо  $e$ :

Запишемо відношення:

$$\frac{F_a}{C_0} = 0 \Rightarrow e = 0,19.$$

Визначаємо коефіцієнти  $x, y$ .

Запишемо відношення:

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = 0 < e \Rightarrow x = 1, y = 0,$$

Еквівалентне навантаження:

$$P = (1 \cdot 1 \cdot 1021,95 + 0) \cdot 1,3 \cdot 1 = 1328,54 \text{ Н.}$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Лист		

### 3.7.3 Визначаємо довговічність підшипника:

$$L_k = \left( \frac{C_0}{P} \right)^m \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}, \text{ год,} \quad (3.40)$$

де  $t = 3$  – для шарикопідшипників

$$L_k = \left( \frac{6200}{1328,54} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 1028,1} = 7689,21 \text{ (год).}$$

$L_k > L$  – умова довговічності виконується

### 3.8 Розрахунок шпон очних з'єднань

Вихідні дані:

$D = 20$  мм - діаметр.

$T = 40$  Н\*м - крутний момент який передається.

За діаметром вала підбираємо призматичну шпонку ГОСТ 8388-68:

$b = 6$  мм – ширина шпонки,  $h = 6$  мм – висота шпонки,  $t = 3,5$  мм – глибина

паза вала.

Конструктивно приймаємо довжину шпонки,  $l = 32$  мм

Перевіряємо шпонку на зминання:

					<i>ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лир</i>
<i>Изм</i>	<i>Лир</i>	<i>№ док.им</i>	<i>Подпи</i>	<i>Лпт</i>		

$$\sigma_{cm} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h-t) \cdot l} \leq [\sigma]_{cv}, \quad (3.41)$$

де  $[\sigma]_{cm} = 100 \text{ Н/мм}^2$  - допустима напруга на зминання що допускається.

$$\sigma_{cm} < \frac{2 \cdot 40}{0,02 \cdot (0,006 - 0,0035) \cdot 0,032} = 50 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

$\sigma_{cm} < [\sigma]_{див}$  – умова міцності виконується.

### 3.9 Розрахунок норії

#### 3.9.1 Початкові дані

Вантаж – корма для ВРХ;

Продуктивність –  $Q = 15000 \text{ кг/год}$ ;

Висота підйому вантажу –  $H = 10 \text{ м}$ ;

Плечі загарбної частини елеватора –  $L = 0,2 \text{ м}$ .

#### 3.9.2 Вибір конструкції ковша й тягового елемента

Необхідна погонна місткість ковшів:

$$i_{п} = \frac{i_{к}}{t_{к}} = \frac{Q}{3,6 \cdot v \cdot \psi \cdot \rho} \text{ (л/м) [1, форм.12.14, стр.216]} \quad (3.41)$$

де  $Q$  – розрахункова продуктивність елеватора,  $Q=15000 \text{ кг/год}$ ;

$v$  – швидкість руху ковшів, виходячи з характеристики матеріалу, що перевантажується, і рекомендованого типу елеватора. Виходячи з високої продуктивності конвеєра, приймаємо максимально припустиму швидкість для даного типу вантажу  $v = 0,63 \text{ м/с}$  ([31], табл. 12.5, стор.212);

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док.им	Подпис	Лист		

$\psi$  – коефіцієнт заповнення ковшів,  $\psi=0,8$  ([1], табл. 12.5, стор.212);

$\rho$  – насипна щільність вантажу,  $\rho \approx 1,5 \text{ т/м}^3$  ([3], табл. 1.7, стор.31);

$$i_{\dot{t}} = \frac{i_{\dot{t}}}{t_{\dot{t}}} = \frac{Q}{3,6 \cdot v \cdot \psi \cdot \rho} = \frac{15}{3,6 \cdot 0,63 \cdot 0,8 \cdot 1,5} = \frac{15}{2,72} = 7,02(\ddot{e} / \dot{t})$$

Ухвалюємо ківш типу С, ємністю 11 л. Ширина ковша  $B_k=200$  мм., виліт  $A=45$  мм., висота  $h=65$  мм, радіус закруглення  $R=18$  з наближеною масою  $m_k=8$ , погонна маса ковшів  $q_k=16$  кг/м.

Попередньо вибираємо ленту елеваторну ЛЗ110-А/С (ГОСТ 588-81), з розривним зусиллям  $F_{\text{разр}}=180$  кН, погонна маса одного метра стрічки га  $q_{\text{лент}}=7,31$  кг/м.

Погонна маса ходової частини:

$$q_{\text{д.х.}} = q_{\dot{t}} + 2 \cdot q_{\text{д.л.}} = 168 + 2 \cdot 73,1 = 31,4(\ddot{e} \ddot{a} / \dot{t})$$

Погонна маса вантажу, що транспортується:

$$q_{\dot{t}} = \frac{i_{\dot{t}} \cdot \psi \cdot \rho}{t_k} = \frac{0,118 \cdot 0,8 \cdot 15}{0,63} = 0,02247(\ddot{e} / \dot{t}) \approx 22,5(\ddot{e} \ddot{a} / \dot{t}) \text{ ([5], форм. 7, стор.34).}$$

### 3.9.3. Розрахунки елеватора методом тягового обходу

Визначимо тягове зусилля елеватора методом обходу по його контуру. Розіб'ємо трасу конвеєра на окремі ділянки, пронумерувавши їх границі відповідно до крапок натягу ланцюги елеватора. Визначимо натяг ленти в окремих точках траси конвеєра. Обхід починаємо із точки 1 (точка найменшого натягу), натяг ленти у якій позначається  $F_1$ . Натяг у кожній наступній точці дорівнює сумі натягу в попередній точці й опору на ділянці між цими точками при обході по ходу руху тягового органа:

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Лист		



Між точки 2 і 3 перебуває прямолінійна горизонтальна ділянка довжиною  $L=5$  м., отже натяг у точці 3:

$$F_3 = F_2 + W_{\text{ГОР}} = F_2 + q_{\text{Х.Ч.}} \cdot g \cdot L = 12,1 + 314,2 \cdot g \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 12,1 + 15,4 = 27,5 \text{ (кН)}.$$

На ділянці 3 – 4 ланцюг обходить натяжний пристрій, натяг у точці 4:

$$F_4 = k_{\text{ОБХ}} \cdot F_3 = 1,1 \cdot 27,5 = 30,25 \text{ (кН)}.$$

Між точками 4 і 5 перебуває горизонтальна прямолінійна ділянка, на якій відбувається зачерпування корму ковшами і його переміщення, це варто враховувати при визначенні зусилля на даній ділянці.

$$F_5 = F_4 + W'_{\text{ГОР}} + W_{\text{ЗАЧ}} = F_4 + (q_{\text{Х.Ч.}} + q_{\text{П}}) \cdot g \cdot L + q_{\text{П}} \cdot g \cdot L \cdot k_{\text{ЗАЧ}} = 30,25 + (314,2 + 225) \cdot g \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 225 \cdot g \cdot 5 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 3,25 + 2,95 + 1,3 = 7 \text{ (кН)}.$$

У даній формулі  $k_{\text{ЗАЧ}}$  – коефіцієнт зачерпування ([1], табл. 12.10, стор.215).

Між точками 5 і 6 відбувається обхід ланцюга по зірочці, отже натяг у точці 6:

$$F_6 = k_{\text{ОБХ}} \cdot F_5 = 1,1 \cdot 7 = 7,7 \text{ (кН)}.$$

Ділянка між точками 6 і 7 – вертикальна, по якій відбувається переміщення вантажу.

$$F_7 = F_6 + W_{\text{ВЕТВ}} = F_6 + (q_{\text{Х.Ч.}} + q_{\text{П}}) \cdot g \cdot H = 7,7 + (314,2 + 225) \cdot g \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 7,7 + 15,8 = 23,7 \text{ (кН)}.$$

У точці 8 відбувається розвантаження вантажу, ланцюг обходить натяжну зірочку, так само враховується провисання гнучких елементів.

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лист		

$$F_8 = k_{\text{ОБХ}} \cdot F_7 + q_{\text{Х.ч.}} \cdot g \cdot H = 1,1 \cdot 235,7 + 314,2 \cdot g \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 26 + 9,25 = 35,6 \text{ (кН)}.$$

Точка  $F_8$  є останньою точкою, при обході контуру, отже зусилля в даній точці максимальне, і дорівнює набігаю чому зусиллю на привідний вал,  $F_8 = F_{\text{СБ}}$

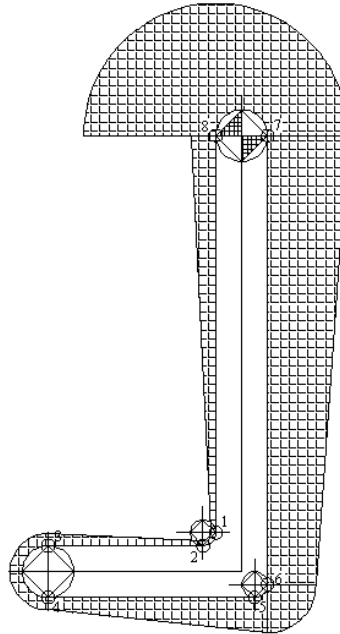


Рис.3.6. Схема розподілу навантаження на конвеєрі

У ланцюговому елеваторі при визначенні розрахункового зусилля в ленті повинне враховуватися динамічне зусилля.

$$F_{\text{РАСЧ}} = 1,15 \cdot \frac{F_{\text{СБ}} + F_{\text{ДИН}}}{2} \text{ ([4], стр.273)}$$

Динамічне зусилля в ленті для елеватора визначається по формулі:

$$F_{\text{ДИН}} = 3 \cdot \frac{G \cdot v^2}{z^2 \cdot t} \text{ ([4], стр.274)} \quad (3.43)$$

У даній формулі:

$G = (q_{\text{Х.ч.}} \cdot q_{\text{П}}) \cdot g \cdot H + F_6$  – усі частини вантажу, що нерівномірно рухається, і транспортується по всьому периметру тягового пристрою:

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Лист		



Потужність приводу конвеєра:

$$P = \frac{P_0 \cdot k}{\eta} \quad ([1], \text{ форм.6.21, стор.145}), \quad (3.44)$$

де  $k$  – коефіцієнт запасу,  $k=1,2$ ;

$\eta$  – КПД передач від двигуна до приводного вала,  $\eta=0,96$  ([31], табл.5.1, стр127), у пропозиції, що в приводі буде використовуватися двоступінчастий циліндричний редуктор.

$$P = \frac{P_0 \cdot k}{\eta} = \frac{0,989 \cdot 1,2}{0,96} = 1,06 \text{ (кВт)}$$

З каталогу ([1], табл. III.3.1, стр302) вибираємо електродвигун трифазний асинхронний короткозамкнений серії 4А, закритий, що обдувається, захищений, типу 4AS355S6Y3 номінальною потужністю  $P_{\text{дв}}=1,1$  кВт, частотою обертання

$n=985 \text{ хв}^{-1}$ , кутова швидкість ротора двигуна  $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 985}{30} = 103,1 \text{ (рад/с)}$ ,

момент інерції ротора  $I_p=7,8 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , кратність максимально моменту  $\psi_{\text{п}}=1,0$

номінальний момент на валу двигуна  $M_{\text{ном}} = 9550 \cdot \frac{P_{\text{дв}}}{n} = 9550 \cdot \frac{200}{985} = 1939,1 \text{ (Н}\cdot\text{м)}$ .

Частота обертання приводного вала конвеєра:

$$n_{\text{п.в.}} \approx \frac{60 \cdot v}{z \cdot t} = \frac{60 \cdot 0,63}{7 \cdot 0,63} = \frac{37,8}{4,41} \approx 8,6 \text{ хв}^{-1}$$

Необхідне передатне відношення привода:

$$u = \frac{n}{n_{\text{п.в.}}} = \frac{985}{8,6} = 114,5$$

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпиш	Лист		



$$\omega_{\text{т.в.}} = \frac{\omega_{\text{дв}}}{u_p} = \frac{103,1}{31,5} = 3,27 \text{ (рад/с)}. \quad (3.47)$$

Необхідний момент на тихохідній ступені редуктора:

$$M_{\text{т.в.}} = \frac{P_{\text{т.в.}}}{\omega_{\text{т.в.}}} = \frac{150}{3,27} = 45,1 \text{ (кН·м)}. \quad (3.48)$$

З каталогу вибираємо редуктор циліндричний триступінчастий Ц2-1000 ([31], т2, табл. V.1.43) вибираємо редуктор Ц2-1000, з наступними характеристиками:  $u_p=31,5$ , момент на тихохідному валу  $M_{\text{тих}}=65$  кН·м, при частоті обертання швидкохідного вала  $n_{\text{б.в.}}=985$   $\text{мин}^{-1}$ .

Перераховуємо обертаючий момент для безперервної роботи редуктора:

$$M'_{\text{оєо}} = \frac{\dot{I}_{\text{оєо}}}{\sqrt{\dot{I}_{\text{Ао}} \hat{A}_o}} = \frac{6,5}{\sqrt{\frac{100}{60}}} = \frac{6,5}{1,3} = 5,0 \text{ (кН·м)} \quad (3.45)$$

Дане значення обертаючого моменту задовольняє необхідному моменту на тихохідному щаблі,  $M_{\text{т.в.}} < M'_{\text{тих}} \rightarrow 45,1 < 50$ .

Між електродвигуном і редуктором встановлюємо втулично-пальцеву муфту з гальмовим шківом. Розрахунковий момент, для вибору муфти:

$M_{\text{расч}} = M_{\text{НОМ}} \cdot k_1 \cdot k_2 = 1939,1 \cdot 1,55 \cdot 1,2 = 3606 \text{ (Н·м)}$ , де  $k_1$  – коефіцієнт, який враховує степінь відповідальності,  $k_2$  – коефіцієнт умов роботи. По каталогу ([7], Т2, табл. V.2.41) приймаємо муфту із наступними характеристиками:  $M_K=4000$  Н·м,  $I_{\text{МУВП}}=6,9$   $\text{кг·м}^2$ ,  $m \leq 11,5$  кг. Встановлюємо на муфту тормозний шків.

Уточнимо швидкість елеватора, виходячи з отриманого передаточного числа:

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лист		



## ВИСНОВОК

У дипломному проекті даний аналіз господарської діяльності ТОВ «Агропродукт Поділля» за період з 2020 по 2022 рік.

У технологічній частині дипломного проекту зроблені розрахунки й підбір устаткування для механізації виробничих процесів на молочно-товарній фермі в центральному господарстві аграрного підприємства.

Конструкторська частина проекту: запропонований вібраційний змішувач-дозатор преміксів відноситься до обладнання для змішування сипучих матеріалів і може застосовуватися в сільськогосподарському виробництві, харчовій промисловості, будівництві, медицині й багатьох інших галузях народного господарства, де є необхідність у приготуванні сипучих сумішей. Позитивний ефект від впровадження запропонованого змішувача-дозатора технічного полягає в поліпшенні якості отриманої суміші за рахунок інтенсифікації процесу змішування.

					ДПАІ 23.04.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ док-м	Подпи	Лист		

## ЛІТЕРАТУРА

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 1. М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 2. М.: Машиностроение, 1979. – 559 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 3. М.: Машиностроение, 1979. – 557 с.
4. Ветцель В. Новый этап развития технологий комбикормового производства. //Комбикормовая промышленность. - № 5. – 1997. – С. 17-22.
5. Демский А. Б., Веденьев В. Ф. Совершенствование комбикормового оборудования промышленных предприятий. - М.: Колос, 1982. – 127 с.
6. Жигунов С., Панин И. Как рассчитать оптимальный рецепт комбикорма. //Комбикормовая промышленность. - № 7. – 1996. – С. 10-14.
7. Земсков В.И. Механизация животноводческих ферм. Учебное пособие по курсовому проектированию.- Бараул, 1983.- 116 с.
8. Кошелев А.Н., Глебов Л.А. Производство комбикормов и кормовых смесей.- М.: Агропромиздат, 1986.-176 с.
9. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. Пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов/С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин и др.-2-е изд., перераб. И доп.- М.:Машиностроение,1988.- 416с.:ил.
10. Леонтьев П.И. Технологическое оборудование кормоцехов.-М.:Колос, 1984.- 157 с.: ил.
11. Машиностроение: энциклопедия: в 40 т. / под ред. И.П. Ксеновича. - М.: Машиностроение.- Т.4-16: Сельскохозяйственные машины и оборудование. - 1998. - 720 с.
12. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации. - М., 1998. - 219 с.
13. Нормы технологического проектирования сельскохозяйственных

					<i>ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док-им</i>	<i>Подписи</i>	<i>Лист</i>		

предприятий по производству комбикормов НТП-АПК 1.10.16.002-03.  
Министерство сельского хозяйства РФ. Москва.- 2003.

14. Общетеchnический справочник / Под. ред. Е.А. Скороходова.- 2-е изд. перераб и доп.- М.: Машиностроение, 1982- 415 с.
15. Патент России № 2155526 С2 МПК, А23N17/00. Малогобаритный комбикормовый агрегат / У.К. Сабиев. 98119349/13; заявл. 26.10.1998; опубл. 10.09.2000, Бюл. №7.
16. Патент России № 2185081 С2 МПК, А23N17/00, В02С9/00, В02С13/04. Малогобаритный комбикормовый агрегат / В.Н. Бабаев В.Н.. 2000101116/13; заявл. 20.07.1998; опубл. 10.09.2002, Бюл. №7.
17. Патент России № 2222239 С2 МПК, А23N17/00. Малогобаритный комбикормовый агрегат / В.И. Сыроватка, В.И. Ломов и др. 2001120304/13; заявл. 19.07.2001; опубл. 27.01.2004, Бюл. №7.
18. Патент России № 2265386 С1 МПК, А23N17/00, G01G19/22. Комбикормовый агрегат / В.М. Ульянов, И.А. Иванова. 2004109422/13; заявл. 29.03.2004; опубл. 10.12.2005, Бюл. №7.
19. Патент России № 2284860 С2 МПК, В02С13/00. Комбикормовый агрегат / И.Я. Федоренко, С.Н. Васильев, М.Г. Желтунов. 2004129230/03; заявл. 04.10.2004; опубл. 10.03.2006, Бюл. №7.
20. Патент России № 2081625 С1 МПК, А23N17/00. Передвижной комбикормовый агрегат / Е.М. Клычев, А.А. Перов. 93011542/13; заявл. 03.03.1993; опубл. 20.06.1997, Бюл. №6.
21. Патент России № 2111690 С1 МПК, А23N17/00. Агрегат для приготовления комбикормов / А.А. Титов, М.В. Новожилов и др. 97114207/13; заявл. 28.08.1997; опубл. 27.05.1998, Бюл. №6.
22. Патент России № 2276568 С1 МПК, А23N17/00. Цех для приготовления комбикормов / В.Ф. Ужик, С.А. Булавин и др. 2004135407/13; заявл. 03.12.2004; опубл. 20.05.2006, Бюл. №6.
23. Патент России № 2212833 С2 МПК, А23N17/00, В02С2/02. Агрегат для приготовления комбинированных кормов / О.Ю. Маркин, В.Т. Ольшевская и др. 2000121717/13; заявл. 14.08.2000; опубл. 27.09.2003, Бюл. №7.

					<i>ДПАИС 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

24. Пешкова А.И., Маркова А.М., Кисленко А. К. Руководство к инженерным расчетам по охране труда: Учебное пособие. Алтайский государственный аграрный университет. - Барнаул, 1992. - 99с.
25. Производство и использование комбикормов в коллективных и фермерских хозяйствах: Учебное пособие/ С.Н. Васильев, А.А. Эленшлегер, С.В. Золотарев, А.М. Булгаков; Под общ. ред. И.Я. Федоренко.-Барнаул,2003.-150 с.
26. Сысоев В.Н., Толпекин С.А. Техника и технология приготовления комбикормов:Электронное учебное пособие.-Самара: ФГОУ ВПО Самарская государственная сельскохозяйственная академия.- 2004.
27. Тургиев А.К. Охрана труда в сельском хозяйстве М.: Издательский центр "Академия", 2003. -320с.
28. Федоренко И.Я., Золотарев С.В. Переработка сельскохозяйственного сырья на малогабаритном оборудовании: Учебн. пособие. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1998.-317 с.
29. Федоренко И. Я. Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов: Учебное пособие. - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2004. – 201 с.
30. Черняев Н.П. Технология комбикормового производства.-2-е изд., доп. и перераб. -М.:Колос, 1992.-368с.:ил.
31. Кузьмин А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин / А.В. Кузьмин, Ф.Л. Марон. - Минск, 1983. – 368с.

					<i>ДПАІС 23.04.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		