

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра інжинірингу технічних систем

**Пояснювальна записка**

до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»  
на тему:

**Удосконалення технологічного процесу заготівлі стеблових  
кормів з розробкою пакувальника силосу**

**Виконав:** здобувач вищої освіти 4 курсу, групи АІ-3-21  
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Буштрук Данило Віталійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Дудін Володимир Юрійович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Астіон Василь Миколайович

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем  
Рівень вищої освіти: «Бакалавр»  
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
інжинірингу технічних систем  
(назва кафедри)  
ДОЦЕНТ  
(вчене звання)  
Дудін В.Ю.  
(підпис) (прізвище, ініціали)  
«07» травня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Бушtruk Данило Віталійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічного процесу заготівлі стеблових кормів з розробкою пакувальника силосу

керівник проєкту Дудін Володимир Юрійович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від  
«07» травня 2025 року № 964

2. Строк подання здобувачем проєкту 07.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Аналіз стану питання процесів та обладнання для заготівлі силосу. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика господарства. 2. Розробка процесу заготівлі кормів. 3. Удосконалення пакувальника AG-BAG RT 8000. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка. Загальні висновки. Бібліографічний список.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічні схеми заготівлі. 2. Конструкційно-технологічні схеми. 3. Вид загальний. 4. Прес-ротор. 5. Зуб. 6. Труба. 7. Цапфа в зборі. 8. Цапфа. 9. Диск. 10. Корпус. 11. Кільце. 12. Втулка. 13. Економічні показники.

## 6. Консультанти розділів проєкту

| Розділ        | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|               |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| 1-5           | Дудін В.Ю., доцент                        |                |                  |
| Нормоконтроль | Івлєв В.В., доцент                        |                |                  |
|               |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання: 07.05.2025 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Аналітичний (оглядовий)         | до 01.04.2025 р.              |          |
| 2     | Теоретичний                     | до 15.04.2025 р.              |          |
| 3     | Експериментальний               | до 30.04.2025 р.              |          |
| 4     | Охорона праці                   | до 10.05.2025 р.              |          |
| 5     | Економічний                     | до 22.05.2025 р.              |          |
| 6     | Демонстраційна частина          | до 05.06.2025 р.              |          |
|       |                                 |                               |          |
|       |                                 |                               |          |
|       |                                 |                               |          |
|       |                                 |                               |          |

Здобувач

\_\_\_\_\_

( підпис )

Буштрук Д.В.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_

( підпис )

Дудін В.Ю.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

[illegible]

|          |       |  |  |  |               |
|----------|-------|--|--|--|---------------|
| Затверд. | Дудін |  |  |  | ЛДАЕУ АІ-3-21 |
|----------|-------|--|--|--|---------------|

## АНОТАЦІЯ

Буштрук Д.В. Удосконалення технологічного процесу заготівлі стеблових кормів з розробкою пакувальника силосу / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У першому розділі дипломного проєкту проведено аналіз виробничої діяльності підприємства. У другому розділі, на основі огляду існуючих рішень та зоотехнічних вимог, здійснено розрахунок технологічної лінії заготівлі кормів. У третьому розділі розроблено удосконалення пакувальника силосної маси. У четвертому розділі розглянуто вимоги безпеки життєдіяльності під час виконання технологічних операцій заготівлі кормів. У п'ятому розділі виконано техніко-економічні розрахунки базового та проєктного варіантів лінії. Зроблено висновки та складено список використаної літератури.

Ключові слова: заготівля, силос, сінаж, корми, потужність, міцність.

## ЗМІСТ

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ                                                             | 8  |
| 1 Характеристика господарства                                     | 9  |
| 1.1 Загальні відомості про господарство                           | 9  |
| 1.2 Характеристика рослинництва                                   | 9  |
| 1.3 Характеристика тваринництва                                   | 11 |
| 1.4 Перспективні плани розвитку господарства                      | 13 |
| 1.5 Вибір теми дипломного проєкту                                 | 14 |
| 1.6 Висновки                                                      | 15 |
| 2 Розробка процесу заготівлі кормів                               | 16 |
| 2.1 Актуальність питання                                          | 16 |
| 2.2 Вихідні дані до проектування                                  | 17 |
| 2.3 Технологія заготівлі кормів                                   | 19 |
| 2.3.1 Заготівля сіна                                              | 19 |
| 2.3.2 Заготівля сінажу та силосу                                  | 21 |
| 2.3.3 Заготівля зернофуражу                                       | 24 |
| 2.4 Визначення об'ємів заготівлі кормів                           | 27 |
| 2.5 Визначення потреби в необхідних площах та засобах механізації | 29 |
| 2.5.1 Заготівля сіна                                              | 29 |
| 2.5.2 Заготівля силосу та сінажу                                  | 30 |
| 2.5.3 Заготівля концентрованих кормів                             | 32 |
| 2.6 Висновки                                                      | 36 |
| 3 Удосконалення пакувальника AG-BAG RT 8000                       | 37 |
| 3.1 Обґрунтування важливості питання                              | 37 |
| 3.2 Аналіз існуючих конструкцій пакувальних машин                 | 38 |
| 3.3 Розробка варіанту удосконалення                               | 40 |
| 3.3.1 Розрахунок кінематичних параметрів                          | 41 |

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.2 Розрахунок силових параметрів                                                | 42 |
| 3.3.3 Розрахунок елементів на міцність                                             | 43 |
| 3.4 Висновки                                                                       | 48 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ                                                                    | 49 |
| 4.1 Загальні вимоги                                                                | 49 |
| 4.2 Інструкція з охорони праці для оператора<br>удосконаленого пакувальника силосу | 51 |
| 4.3 Висновки                                                                       | 53 |
| 5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА                                                                | 54 |
| 5.1 Вихідні дані                                                                   | 54 |
| 5.2 Розрахунок показників економічної ефективності                                 | 54 |
| 5.3 Висновки                                                                       | 55 |
| ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ                                                             | 56 |
| БІБЛІОГРАФІЯ                                                                       | 58 |
| ДОДАТКИ                                                                            | 60 |

## ВСТУП

Сучасне тваринництво неможливо уявити без ефективної системи заготівлі та зберігання кормів, адже якість і кількість кормів безпосередньо впливають на продуктивність худоби. Одним із найважливіших видів кормів для великої рогатої худоби є стеблові корми, зокрема кукурудзяний та багаторічні трав'янисті силоси. Заготівля таких кормів є енергоємним і технологічно складним процесом, який вимагає застосування високопродуктивної, надійної та економічно обґрунтованої техніки.

На багатьох підприємствах агропромислового комплексу України все ще використовуються застарілі технології заготівлі стеблових кормів, що супроводжуються значними втратами поживних речовин, високими затратами праці та енергії. Одним із критичних етапів цього процесу є пакування подрібненої силосної маси, що впливає як на якість її зберігання, так і на загальну ефективність технологічної лінії. Тому актуальним є удосконалення пакувальних засобів та впровадження нових технічних рішень, які забезпечують щільне пакування маси, зменшення втрат та покращення умов зберігання.

Метою даного дипломного проєкту є удосконалення технологічного процесу заготівлі стеблових кормів шляхом розробки ефективного пакувальника силосу. У роботі проведено аналіз виробничої діяльності підприємства, обґрунтовано вибір технологічної схеми, виконано техніко-економічне порівняння існуючого та проєктного варіантів, а також розглянуто питання охорони праці при виконанні відповідних технологічних операцій.

Результати цього дослідження можуть бути впроваджені в практику кормозаготівлі на фермерських та промислових господарствах, сприяючи підвищенню продуктивності та економічної ефективності виробництва.



## **1 Характеристика господарства**

### **1.1 Загальні відомості про господарство**

ТОВ «Відродження» - це сільськогосподарське підприємство, розташоване в с.м.т. Покровське Дніпропетровської області. Господарство займається як рослинництвом, так і тваринництвом, дотримуючись інтегрованого підходу до агро-виробництва, що дозволяє раціонально використовувати наявні ресурси та підвищувати ефективність діяльності.

Загальна земельна площа ТОВ «Відродження» становить 1892 гектари, з яких рілля - 1842 га, а під дорогами та лісосмугами - 50 га. Завдяки сприятливим агрокліматичним умовам регіону, підприємство ефективно використовує ці площі для вирощування зернових, технічних та кормових культур.

У тваринницькій галузі господарство спеціалізується переважно на свинарстві. Загальне поголів'я свиней становить близько 1000 голів, включаючи 50 свиноматок. Вирощування тварин здійснюється з урахуванням сучасних вимог до годівлі, утримання та ветеринарного забезпечення, що сприяє підвищенню продуктивності галузі.

ТОВ «Відродження» має у власності основні засоби виробництва: виробничі приміщення, складські та адміністративні будівлі, машино-тракторний парк, до складу якого входять трактори, зернозбиральна техніка, ґрунтообробні та посівні агрегати. Також у наявності є обладнання для заготівлі та роздавання кормів, що забезпечує потреби тваринницького комплексу.

### **1.2 Характеристика рослинництва**

Основу товарної продукції ТОВ «Відродження» становлять зернові культури та соняшник. Проведений аналіз динаміки посівних площ сільськогосподарських культур за останні два роки свідчить про відносну стабільність у структурі посівів.

Представлена структура свідчить про раціональний підхід до формування сіво-зміни, що забезпечує як отримання товарної продукції, так і підтримання кормової бази для тваринництва. Зменшення площі під парами у 2024 році вказує на більш ефективне використання сільськогосподарських угідь, зокрема на користь кормових культур, що важливо для забезпечення повноцінного раціону тварин.

Одним із головних завдань землеробства у господарстві є підвищення врожайності культур. Зважаючи на значний винос поживних речовин із ґрунту з кожним урожаєм, у ТОВ «Відродження» велика увага приділяється системі удобрення. Використовуються мінеральні добрива - фосфорні (у вигляді гранул і порошку), калійні, азотні - а також органічні добрива: гній і компости.

Підвищенню врожайності також сприяє якісна підготовка ґрунту та удосконалення технологій посіву. У господарстві активно впроваджуються комбіновані агрегати, що дозволяють одночасно виконувати декілька технологічних операцій: передпосівну культивуацію, боронування, посів та прикочування. Конструкція таких агрегатів передбачає використання шарнірної рами з дисковими батареями, плоскорізними лапами, вирівнювачами та котками. Це дозволяє зменшити ущільнення ґрунту, краще зберігати вологу та створити оптимальні умови для проростання насіння.

Для поверхневої обробки ґрунту застосовуються зубові борони та сучасна широкозахватна імпортна техніка - культиватори, луцильники, борони. Завдяки такому підходу господарство досягає високого рівня агротехнічного обробітку ґрунту, що позитивно впливає на стабільність і якість врожаїв.

Для догляду за посівами в ТОВ «Відродження» використовуються зубові борони, культиватори-окучники, рослинорозпушувачі, фрезерні культиватори та проріджувачі. Застосування цих машин дозволяє виконувати комплекс агротехнічних операцій відповідно до вимог технології вирощування культур.

Аналіз врожайності сільськогосподарських культур за останні роки свідчить про вплив погодних умов на результати діяльності. Нестабільність клімату - зокрема посухи, зливи чи затяжні дощі - призводить до помітних коливань у врожайності більшості культур. Водночас, поряд із природними факторами, на

продуктивність впливають і технологічні недоліки: порушення сівозміни, недостатнє внесення мінеральних і органічних добрив, неврахування фізико-хімічних властивостей ґрунтів, недотримання агротехнічних вимог до підготовки посівного ложа, а також неякісне збирання врожаю.

Для формування стабільної кормової бази у господарстві важливим завданням є неухильне дотримання агротехнічних вимог на всіх етапах вирощування сільськогосподарських культур. Особлива увага приділяється використанню високоякісного посівного матеріалу, що є запорукою отримання стабільних та високих урожаїв.

### 1.3 Характеристика тваринництва

У структурі виробничої діяльності ТОВ «Відродження» важливе місце займає виробництво продукції тваринництва. На початку поточного року в господарстві функціонували дві ферми - одна з утримання великої рогатої худоби (ВРХ) та одна свиноферма. Ще одна ферма, призначена для відгодівлі птиці, перебуває в режимі консервації через відсутність поголів'я курей. Основною причиною консервації стала економічна недоцільність утримання птиці через різке зростання цін на закупні комбікорми.

На фермі ВРХ утримуються як корови, так і молодняк на відгодівлі. Динаміку зміни поголів'я тварин у господарстві наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Динаміка поголів'я тварин в ТОВ «Відродження»

| Група тварин      | Тварини |      |      |
|-------------------|---------|------|------|
|                   | 2022    | 2023 | 2024 |
| Всього ВРХ        | 253     | 243  | 282  |
| в т.ч. корови     | 120     | 115  | 132  |
| ВРХ на відгодівлі | 133     | 128  | 150  |
| Свині             | 6200    | 6311 | 5196 |

Таблиця 1.2 – Динаміка продуктивності тварин

| Вид продуктивності                                                | Роки |      |      |
|-------------------------------------------------------------------|------|------|------|
|                                                                   | 2022 | 2023 | 2024 |
| Річний удій молока в розрахунку на одну середньорічну корову, кг. | 3260 | 3300 | 3450 |
| Отримано телят на 100 корів, гол.                                 | 76   | 83   | 98   |
| Середньодобовий приріст молодняка ВРХ, г/гол                      | 433  | 430  | 444  |
| Середньодобовий приріст свиней, г/гол.                            | 480  | 525  | 540  |

Як видно з таблиці, продуктивність тварин у господарстві поступово зростає, зокрема річний надій молока з 2022 до 2024 року збільшився на 190 кг, а середньодобовий приріст свиней - на 60 г. Водночас, ці показники залишаються нижчими від середньообласних та загальнодержавних, що свідчить про необхідність удосконалення умов утримання, годівлі та догляду за тваринами.

Одним з важливих факторів підвищення ефективності тваринництва є рівень механізації виробничих процесів. Відповідні дані наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Рівень механізації виробничих процесів на фермах ТОВ «Відродження»

| Технологічний процес              | Рівень механізації, % |      |      |
|-----------------------------------|-----------------------|------|------|
|                                   | 2022                  | 2023 | 2024 |
| Водопостачання і напування тварин | 100                   | 100  | 100  |
| Кормоприготування                 | 90                    | 85   | 85   |
| Доставка і роздавання кормів      | 70                    | 65   | 60   |
| Прибирання гною                   | 80                    | 76   | 70   |
| Доїння і первинна обробка молока  | 85                    | 80   | 80   |

Як показує аналіз, рівень механізації за останні роки має тенденцію до зниження. Це пов'язано із виходом техніки з ладу та браком фінансування для її ремонту або заміни. Найменш механізованими залишаються процеси доставки та роздавання кормів, прибирання гною, доїння і первинної обробки молока.

Більшість машин, які все ще експлуатуються, значно зношені та відпрацювали свій нормативний строк. Постачання нової техніки в господарство протягом останніх років практично не здійснювалося. Ремонт техніки ускладнений через нестачу запасних частин. Через це більшість робіт виконується розрізнено, а не в складі повноцінних механізованих ліній, що негативно позначається на продуктивності ферми.

#### **1.4 Перспективні плани розвитку господарства**

Керівництво ТОВ «Відродження» планує і надалі зосереджувати основну увагу на розвитку галузі рослинництва, яка наразі залишається провідною. Однак, у зв'язку з актуальними тенденціями у тваринництві, зокрема:

- відставання обсягів пропозиції продукції тваринництва від потреб ринку;
- успішна адаптація в Україні новітніх малозатратних зарубіжних технологій;
- зростання рентабельності тваринницької продукції в ефективних агропідприємствах -

відзначається підвищення економічної доцільності відновлення тваринницької галузі в структурі господарства.

У зв'язку з цим розглядається можливість відновлення діяльності ферми ВРХ №1, яка перебуває в кращому технічному стані порівняно з іншими тваринницькими об'єктами. Її модернізація потребуватиме менших інвестицій завдяки наявності придатних приміщень, які можна адаптувати під сучасні вимоги.

Керівництво господарства вважає, що питання відновлення скотарства буде вирішено в найближчій перспективі. У разі ухвалення позитивного рішення, реконструйована ферма повинна відповідати таким вимогам:

- застосування передових і ефективних технологій утримання тварин;
- впровадження сучасних засобів механізації всіх основних процесів;
- досягнення конкурентоздатної собівартості продукції;
- раціональне використання існуючої інфраструктури (будівель, комунікацій, площадок тощо).

Проектна потужність ферми має визначатися на основі наявних приміщень та обраної технології утримання тварин.

### **1.5 Вибір теми дипломного проєкту**

Під час аналізу існуючої технологічної лінії заготівлі кормів у ТОВ «Відродження» було виявлено низку недоліків. Зокрема, використання курганного способу зберігання кормів призводить до значних втрат якості та обсягів кормової маси. Такі втрати негативно впливають на ефективність ведення тваринництва, особливо в умовах дефіциту якісних кормів та зростання собівартості тваринницької продукції.

З урахуванням виявлених недоліків, а також сучасних тенденцій у галузі механізації тваринництва, до розробки в дипломному проєкті обрано наступну тему: «Удосконалення технологічного процесу заготівлі стеблових кормів з розробкою пакувальника силосу».

Обґрунтуванням вибору теми є потреба підвищення ефективності процесу заготівлі та зберігання кормів шляхом впровадження сучасних технічних засобів, що дозволить:

- зменшити втрати кормів під час зберігання;
- підвищити якість заготівельної продукції;
- зменшити трудові витрати на виконання технологічних операцій;
- покращити загальну економічну ефективність виробництва тваринницької продукції. Реалізація проєкту сприятиме зміцненню кормової бази господарства та створенню передумов для відновлення і розвитку тваринництва в ТОВ «Відродження».

## 1.6 Висновки

У результаті проведеного аналізу діяльності ТОВ «Відродження» можна зробити такі висновки:

1. Господарство є багатогалузевим, із провідною роллю рослинництва, яке забезпечує як товарну продукцію, так і кормову базу для тваринництва. Основними культурами є озима пшениця, ячмінь, соняшник і кукурудза.

2. Посівні площі впродовж останніх років залишаються відносно стабільними, однак простежується зниження площ під кормовими культурами, що створює ризики для тваринництва в умовах відсутності повноцінної сівозміни.

3. У галузі тваринництва утримується велика рогата худоба та свині. Незважаючи на зменшення поголів'я свиней, показники продуктивності тварин мають позитивну динаміку. Проте рівень механізації на фермах поступово знижується, що обумовлено зношеністю техніки і браком її оновлення.

4. Господарство має потенціал для подальшого розвитку тваринництва, зокрема великої рогатої худоби, шляхом модернізації існуючих ферм і впровадження сучасних технологій утримання та годівлі тварин.

5. Аналіз існуючої технології заготівлі кормів виявив недоліки, зокрема значні втрати кормів при зберіганні в курганах. Це зумовило вибір теми дипломного проєкту, що спрямована на удосконалення механізації процесу заготівлі кормів для підвищення ефективності роботи ферми ВРХ.

6. Таким чином, розробка та впровадження сучасної технологічної лінії механізованої заготівлі кормів є актуальним і доцільним напрямом удосконалення виробничої діяльності ТОВ «Відродження».

## **2 Розробка процесу заготівлі кормів**

### **2.1 Актуальність питання**

Продуктивність сільськогосподарських тварин та загальна ефективність виробництва продукції тваринництва на підприємстві залежать від чотирьох основних факторів:

Корми - якість та збалансованість раціонів годівлі.

Умови утримання - якість технологічних процесів з обслуговування та догляду за тваринами.

Генетика - порода тварин та рівень селекційної роботи.

Організація - ефективність управління стадом та чітке дотримання технологічних параметрів виробничих процесів.

Перші три фактори безпосередньо визначають продуктивність самих тварин, тоді як четвертий забезпечує загальну ефективність господарської діяльності. Проте серед цих факторів саме кормова складова має визначальне значення, оскільки від неї залежить не лише рівень продуктивності, але й загальна рентабельність виробництва.

Як свідчить досвід провідних господарств, частка витрат на корми у собівартості продукції сягає:

40–50% - у виробництві молока та яловичини;

до 60% - у виробництві м'яса свиней.

Таким чином, процеси заготівлі, зберігання та приготування кормів є ключовими для забезпечення високої ефективності виробництва продукції тваринництва. Саме ці процеси визначають якість кормів, їхню поживність та збереження під час зберігання. Недосконалість технологій або їхня невідповідність сучасним вимогам призводять до втрат кормів, погіршення їх якості та підвищення собівартості виробленої продукції.



В умовах ТОВ «Відродження» зростання ефективності тваринництва можливе за рахунок удосконалення процесу заготівлі та зберігання кормів, що стане основною метою цього дипломного проєкту.

## 2.2 Вихідні дані до проектування

Для розробки та розрахунку технологічної лінії заготівлі кормів необхідно визначити основні параметри господарства, зокрема:

Поголів'я тварин на фермі.

Раціон годівлі тварин.

Технології заготівлі компонентів кормів.

На основі перспективного плану розвитку галузі скотарства (розділ 1) передбачено, що на відгодівельній фермі ТОВ «Відродження» буде утримуватися поголів'я, структура якого представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Структура стада та поголів'я тварин  
за виробничими групами

| Виробнича група                                             | Коефіцієнт | Поголів'я,<br>гол |
|-------------------------------------------------------------|------------|-------------------|
| Корови                                                      | 1,00       | 600               |
| в т.ч: новотільні та глибокотільні (в родильному відділені) | 0,29       | 174               |
| з підсисними телятами до 8 місяців                          | 0,41       | 426               |
| Нетелі                                                      | 0,2        | 120               |
| Нетелі до 6-7 місячної тільності                            | 0,2        | 120               |
| Молодняк від 8 до 12 місяців                                | 0,95       | 570               |
| Всього                                                      |            | 1410              |

Для забезпечення ефективного утримання та продуктивності тварин на фермі застосовується цілорічно-однотипний тип годівлі, заснований на використанні силосу та сінажу як основних компонентів раціону. Такий підхід має низку переваг у порівнянні з традиційною сезонною системою годівлі зеленими кормами:

- відсутність потреби в організації «зеленого конвеєра», що значно знижує необхідність у великих посівних площах для вирощування зелених кормів.
- забезпечення стабільної якості кормів і спрощення контролю за їх зберіганням та використанням.
- зниження транспортних витрат за рахунок скорочення перевезень свіжих кормів.
- зменшення ризиків, пов'язаних із несприятливими погодними умовами.
- поліпшення якості кінцевої продукції завдяки стабільності раціону та його збалансованості.
- стабільний раціон позитивно впливає на здоров'я тварин та їх продуктивність.

Цілорічно-однотипний тип годівлі - це система, яка передбачає використання однакового раціону для тварин протягом усього року, що забезпечує стабільний рівень поживних речовин та сприяє кращому засвоєнню кормів.

Добова потреба в кормах для різних груп тварин наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Добова потреба в кормах для різних груп тварин

| Вид кормів   | Потреба на одну голову, кг |        |                                  |                              |
|--------------|----------------------------|--------|----------------------------------|------------------------------|
|              | Корови                     | Нетелі | Нетелі до 6-7 місячної тільності | Молодняк від 8 до 12 місяців |
| Силос        | 27                         | 18     | 15                               | 12,5                         |
| Сінаж        | 8,2                        | 6,3    | 5,2                              | 5,1                          |
| Сіно         | 9,8                        | 8,2    | 6,5                              | 5,8                          |
| Концентрати  | 2,5                        | 1,2    | 1,1                              | 0,8                          |
| Мікрододатки | 0,14                       | 0,14   | 0,14                             | 0,11                         |

## 2.3 Технологія заготівлі кормів

Ефективність тваринництва значною мірою залежить від якості кормів, що використовуються в раціонах годівлі. Для забезпечення тварин високоякісними кормами в ТОВ «Відродження» передбачається застосування сучасних технологій заготівлі сіна, сінажу та силосу. У цьому підрозділі розглядається технологія заготівлі сіна як одного з ключових компонентів кормової бази.

### 2.3.1 Заготівля сіна

Сіно є одним із основних грубих кормів у раціоні тварин. Воно одержується шляхом природного або штучного висушування трав до вологості 14–17%. Для заготівлі сіна використовуються бобові, злакові кормові трави та їх суміші, а також травостої природних і поліпшених кормових угідь.

Основні технології заготівлі сіна:

Заготівля розсипного сіна: подрібнене сіно, неподрібнене сіно.

Заготівля пресованого сіна: у вигляді рулонів або тюків.

Заготівля сіна з досушуванням активним вентиляванням: як розсипного, так і пресованого.

Для ТОВ «Відродження» обрано технологію заготівлі пресованого сіна, що має низку переваг у порівнянні з іншими способами:

Скорочення польових втрат: завдяки зменшенню кількості технологічних операцій під час заготівлі.

Зменшення втрат під час зберігання: пресоване сіно має більшу щільність, що дозволяє економічно вигідно зберігати його в пристосованих приміщеннях. За об'ємом пресоване сіно компактніше у 1,5–2 рази порівняно з розсипним.

Зниження трудових затрат: використання механізованих засобів дозволяє скоротити затрати праці на 15–18%.

Зниження витрат палива: у процесі заготівлі паливні витрати зменшуються на 10–40%.

Можливість повної механізації процесу: використання сучасної техніки для скошування, сушіння, пресування та транспортування сіна.

Процес заготівлі пресованого сіна включає наступні основні етапи:

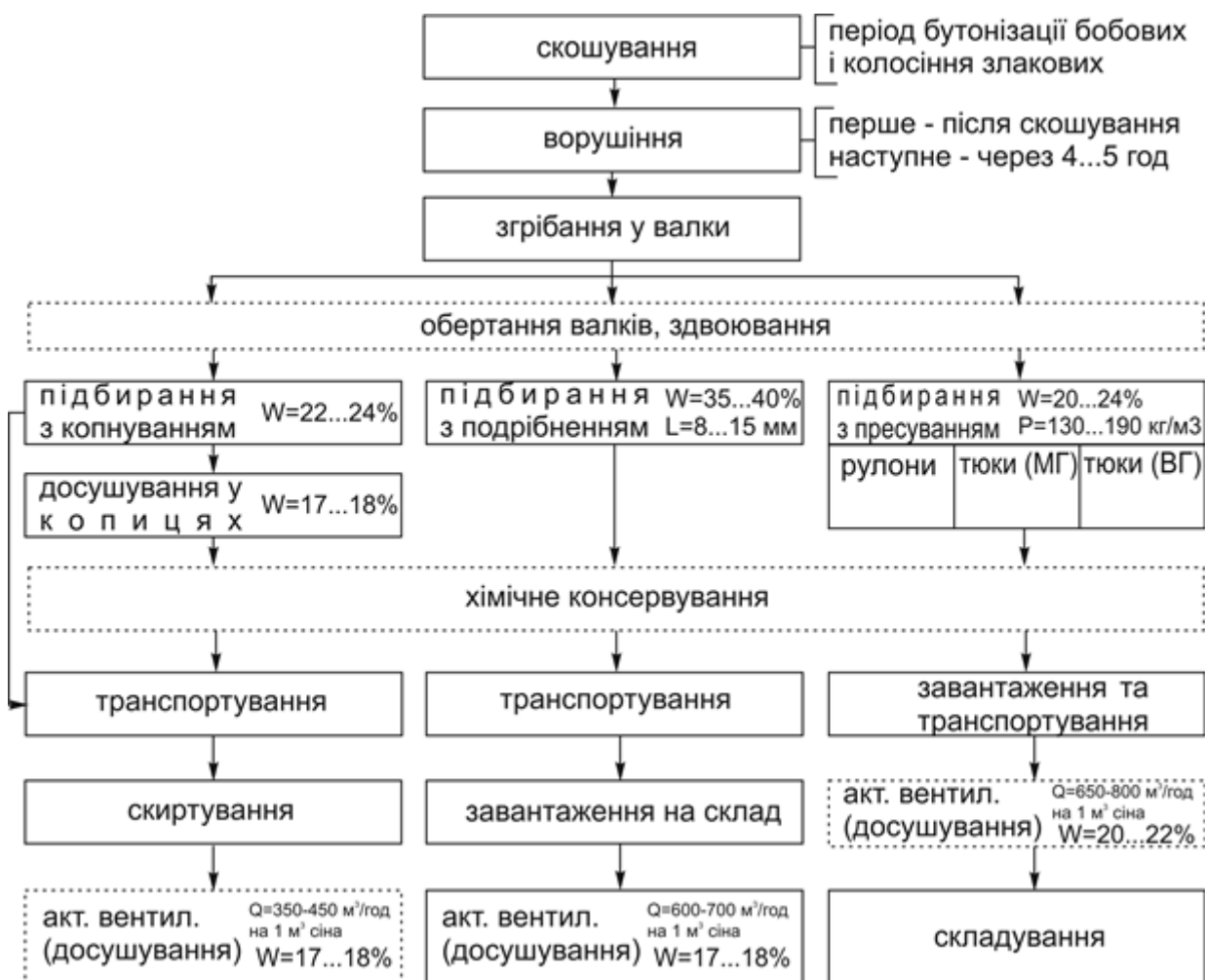
Скошування трав: здійснюється косарками, які забезпечують рівномірний зріз рослин та їх укладання у валки.

Пров'ялювання: трави залишають на полі до досягнення вологості близько 35–40%. У разі потреби застосовують ворущіння для прискорення висихання.

Підбирання і пресування: пров'ялену траву підбирають прес-підбирачами, які формують тюки або рулони з високою щільністю.

Транспортування та складування: пресоване сіно перевозять до місця зберігання і укладають у криті приміщення або під накриття, що захищає його від атмосферних опадів.

На рис. 2.1 представлена схема технологічного процесу заготівлі пресованого сіна.



### 2.3.2 Заготівля сінажу та силосу

Сінаж і силос є основними консервованими кормами, які забезпечують високоякісне живлення для великої рогатої худоби протягом усього року. Вибір оптимальної технології їх заготівлі має вирішальне значення для забезпечення якості кормів і ефективності їх використання в годівлі тварин.

#### Заготівля сінажу

Сінаж — це корм, отриманий із пров'ялених до 50–55% вологості трав, переважно бобових (конюшина, люцерна) або їх сумішей із злаковими культурами. Основні строки скошування трав для сінажу:

Бобові культури — фаза бутонізації.

Злакові культури — фаза колосіння.

Існує кілька основних технологій заготівлі сінажу: в буртах та курганах, у траншеях, у сінажних баштах, у рулонах та тюках, обгорнутих плівкою, у полімерних мішках (рукавах).

Для ТОВ «Відродження» обрано заготівлю сінажу в полімерних мішках (рукавах). Цей метод має низку переваг:

- Зменшення витрат палива та праці.
- Висока якість корму та мінімальні втрати.
- Відсутність витрат на будівництво сховищ.
- Менша питома матеріалоемність заготівлі.

Недоліки цього способу: високі витрати на пакувальний матеріал (плівку).

Технологічний процес заготівлі сінажу в полімерних мішках (рукавах):

Скошування трав: трави скошують на оптимальній фазі розвитку (бутонізація для бобових, колосіння для злакових).

Пров'ялювання: скошену траву залишають у полі до досягнення вологості 50–55%.

Підбирання та подрібнення: траву підбирають та подрібнюють кормозбиральними комбайнами.

Заповнення мішків (рукавів): подрібнена маса рівномірно закладається в полімерні мішки за допомогою спеціальних пакувальних машин.

Закупорювання: мішки герметично закриваються для створення анаеробного середовища, що забезпечує збереження корму.

Зберігання: мішки розміщують на підготовленій площадці, захищеній від води та гризунів.

На рис. 2.2 наведено технологічну схему заготівлі сінажу різними способами, включаючи обраний метод.



Рисунок 2.2 – Технологічна схема заготівлі вологого зернофуражу різними способами

### Заготівля силосу

Силосування - це біологічний метод консервування зелених рослин, заснований на молочнокислому бродінні. У процесі силосування молочнокислі бактерії в анаеробному середовищі зброджують цукри до молочної та оцтової кислот, що стабілізує корм і зберігає його поживні речовини.

Основні технології заготівлі силосу:

В буртах та курганах.

У траншеях.

У полімерних мішках (рукавах).

Як і у випадку з сінажем, для ТОВ «Відродження» обрано заготівлю силосу в полімерних мішках (рукавах). Цей спосіб має такі переваги:

- Зменшення витрат палива та праці.
- Висока якість та низькі втрати корму.
- Відсутність необхідності в будівництві спеціальних сховищ.
- Ефективна механізація технологічного процесу.

Недоліки: високі витрати на пакувальний матеріал (плівку).

Технологічний процес заготівлі силосу в полімерних мішках:

Скошування та подрібнення: зелена маса (кукурудза, сорго, люцерна) скошуються та подрібнюються кормозбиральними комбайнами.

Заповнення мішків (рукавів): подрібнена маса завантажується у полімерні мішки із застосуванням спеціальних пакувальних машин.

Закупорювання: мішки герметично закриваються для забезпечення анаеробних умов.

На рис. 2.3 наведено технологічну схему заготівлі силосу різними способами, включаючи обраний метод.

Для підвищення якості сінажу та силосу і продовження терміну їх зберігання до 2 років рекомендується застосування консервантів. Це дозволяє пом'якшити вимоги до технології заготівлі та стабілізувати корм у складних умовах зберігання.

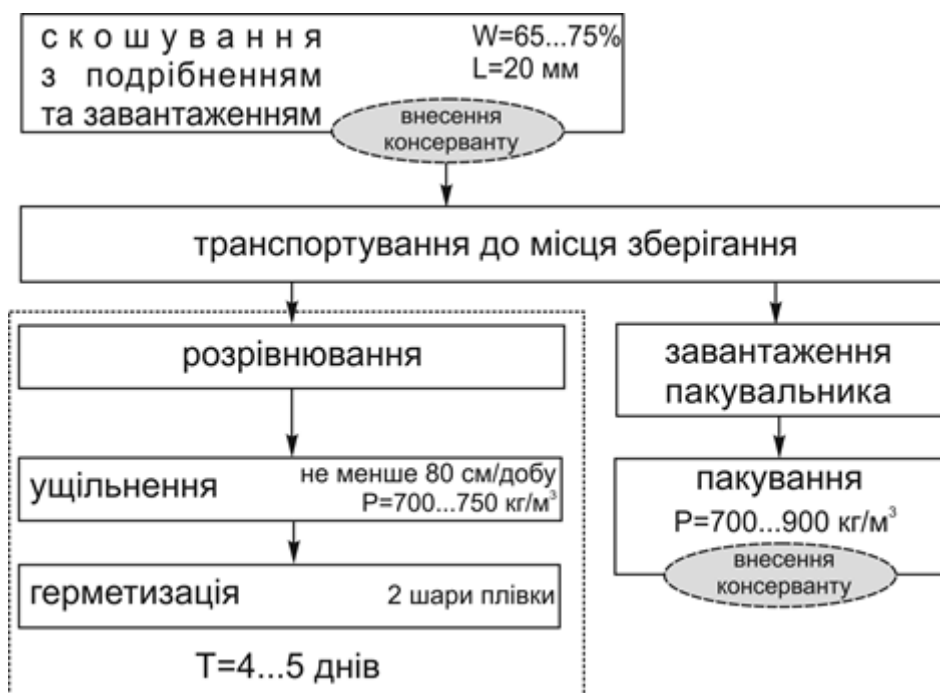


Рисунок 2.3 – Технологічна схема заготівлі силосу різними способами

### 2.3.3 Заготівля зернофуражу

Зернофураж (зерно кукурудзи, ячменю, пшениці тощо) є одним із основних компонентів раціону годівлі великої рогатої худоби, забезпечуючи їх необхідними поживними речовинами. Традиційно зерно зберігається у спеціалізованих зерносховищах при вологості не вище 12–14%. Перед згодовуванням зерно піддається механічній обробці: подрібнення, екструдкування, плющення.

Альтернативна технологія – заготівля вологого зернофуражу. Поряд із традиційною технологією, широкого застосування набуває заготівля вологого зернофуражу, яка має значні переваги в умовах господарств із інтенсивним тваринництвом.

Суть технології заготівлі вологого зернофуражу.

Збирання зернових: зернові культури (кукурудза, ячмінь, пшениця) збираються у фазі воскової стиглості, коли їх вологість становить 35–40%.

Транспортування: зібране зерно доставляється до місця зберігання.

Обробка: зернова маса обробляється за допомогою вальцевих плющилок,



що забезпечує її механічне руйнування та покращує засвоюваність корму.

Консервація: у зернову масу вносяться консерванти для пригнічення небажаної мікрофлори та покращення якості корму.

Закладання на зберігання: оброблене зерно закладається у полімерні мішки (рукави) або інші герметичні сховища.

На рис. 2.4 представлена технологічна схема заготівлі вологого зернофуражу різними способами.



Рисунок 2.4 – Технологічна схема заготівлі вологого зернофуражу різними способами

Для ТОВ «Відродження» обрано технологію заготівлі вологого зернофуражу в полімерних мішках (рукавах). Цей метод має ряд суттєвих переваг:

- Рівномірне навантаження на зернозбиральну техніку: Зернозбиральні

комбайни працюють стабільно протягом усього сезону.

- Збереження високої поживної цінності зерна: Мінімальні втрати поживних речовин завдяки анаеробним умовам зберігання.

- Відсутність витрат на досушування та післязбиральну очистку: Це дозволяє зекономити паливно-енергетичні ресурси та зменшити собівартість корму.

- Незалежність від природних умов: Процес заготівлі та зберігання зерна не залежить від погодних умов.

- Виключення енерговитрат на подрібнення перед згодовуванням: Зерно вже знаходиться у легкозасвоюваній формі завдяки попередній механічній обробці.

Технологічний процес заготівлі вологого зернофуражу в полімерних мішках:

Збирання зерна: зернові культури збираються у фазі воскової стиглості (вологість 35–40%).

Обробка зерна: зерно піддається плющенню вальцевими плющилками, що дозволяє зруйнувати зернову оболонку і покращити засвоюваність корму.

Консервація: до подрібненої зернової маси додається консервант (молочна кислота або її аналоги) для запобігання розвитку шкідливої мікрофлори.

Заповнення полімерних мішків: зернова маса рівномірно закладається у герметичні полімерні мішки.

Закупорювання та зберігання: мішки герметично закриваються, що забезпечує анаеробні умови зберігання і зберігає якість зернофуражу протягом тривалого часу.

Переваги використання полімерних мішків (рукавів) для зберігання вологого зерна: висока мобільність і можливість розташування мішків на будь-яких підготовлених майданчиках, відсутність потреби у будівництві спеціальних сховищ, можливість регулювання обсягів заготівлі відповідно до потреб господарства.

Недоліки: високі витрати на полімерний пакувальний матеріал (рукави).

## 2.4 Визначення об'ємів заготівлі кормів

Планові показники потреби в кормах по фермі розраховуються виходячи з раціонів годівлі різних технологічних груп

$$G_{\kappa}^i = k_{\kappa} \frac{\sum_{n=1}^i g_i n_i}{1000} \quad (2.1)$$

де  $n_i$  – середньорічне поголів'я тварин  $i$ -ой технологічної групи на фермі, гол;

$g_i$  – добова норма споживання корму на один тварину  $i$ -ой технологічної групи, кг/гол;

$k_{\kappa}$  – коефіцієнт, що враховує втрати кормів у корівнику,  $k=1,05$  ( тобто 5 %).

Тоді за (2.1) для силосу:

$$G_{\kappa}^c = 1,005 \frac{(600 \cdot 27 + 120 \cdot 18 + 120 \cdot 15 + 570 \cdot 12,5)}{1000} = 28,65m;$$

сінажу

$$G_{\kappa}^c = 1,005 \frac{(600 \cdot 8,2 + 120 \cdot 6,3 + 120 \cdot 5,2 + 570 \cdot 5,1)}{1000} = 9,67m;$$

сіна

$$G_{\kappa}^c = 1,005 \frac{(600 \cdot 9,8 + 120 \cdot 8,2 + 120 \cdot 6,5 + 570 \cdot 5,8)}{1000} = 11,5m;$$

концентратів

$$G_{\kappa}^{\kappa} = 1,005 \frac{(600 \cdot 2,5 + 120 \cdot 1,2 + 120 \cdot 1,1 + 570 \cdot 0,8)}{1000} = 2,34m;$$

мікродомішок

$$G_{\kappa}^c = 1,005 \frac{(600 \cdot 0,14 + 120 \cdot 0,14 + 120 \cdot 0,14 + 570 \cdot 0,11)}{1000} = 0,19m.$$

Дані по розрахунку заносимо в табл. 2.4.

Об'єм заготівлі знайдемо за формулою

$$G_{\text{з}}^i = 365 k_{\text{з}} G_{\kappa}^i, \quad (2.2)$$

де  $k_{\text{з}}$  – коефіцієнт, що враховує втрати кормів у корівнику,  $k=1,05 \dots 1,25$  (тобто 5...25 %).

Тоді за (2.2) для силосу:

$$G_{\text{з}}^i = 365 \cdot 1,25 \cdot 28,65 = 13071,2m;$$

сінажу

$$G_{\text{з}}^i = 365 \cdot 1,25 \cdot 9,67 = 4410,7m;$$

сіна

$$G_{\text{з}}^i = 365 \cdot 1,25 \cdot 11,5 = 5245,7m;$$

концентратів

$$G_{\text{з}}^i = 365 \cdot 1,05 \cdot 2,34 = 898,2m;$$

мікродомішок

$$G_3^i = 365 \cdot 1,0 \cdot 0,19 = 69,1m;$$

Дані по розрахунку заносимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 - Річна потреба в кормі, т

| Вид кормів   | Добова потреба по фермі, т | Річна потреба по фермі, т | Коефіцієнт запасу $k_3$ | Об'єм заготівлі, т |
|--------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|
| Силос        | 28,65                      | 10457,0                   | 1,25                    | 13071,2            |
| Сінаж        | 9,67                       | 3528,6                    | 1,25                    | 4410,7             |
| Сіно         | 11,50                      | 4196,6                    | 1,25                    | 5245,7             |
| Концентрати  | 2,34                       | 855,4                     | 1,05                    | 898,2              |
| Мікродомішки | 0,19                       | 69,1                      | 1                       | 69,1               |

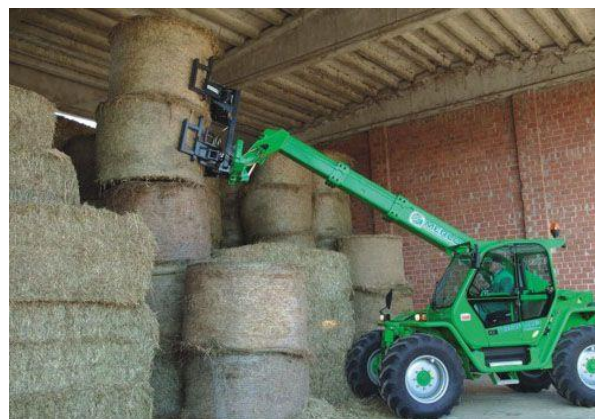
## 2.5 Визначення потреби в необхідних площах та засобах механізації

### 2.5.1 Заготівля сіна

Сіно будемо заготовляти в великогабаритних тюках, які формуватимуть на полі за допомогою прес-підбирача KRONE BiG Pack 1290 HDP (рис. 2.5). Далі тюки транспортуватимуть на ферму до місця зберігання загальногосподарським транспортом та укладатимуть за допомогою навантажувача Merlo.



а



б

Рисунок 2.5 - Прес-підбирач KRONE BiG Pack 1290 HDP (а) та телескопічний навантажувач Merlo

Розміри тюка, який формує BiG Pack 1290 - 1,2х0,9 м, з довжиною 3,2 м. Максимальна висота навантаження навантажувача Merlo – 14 м. Виходячи з цих даних визначимо площу майданчика для зберігання сіна:

$$F_{\text{сіна}} = \frac{G_z^{\text{сіна}}}{\rho \cdot h}, \quad (2.3)$$

де  $\rho$  - щільність пресованого сіна, т/м<sup>3</sup>. За  $\rho = 0,19$  т/м<sup>3</sup>;

$h$  – висота навантаження, м.  $h = 14,0$  м.

$$F_{\text{сіна}} = \frac{5245,7}{0,19 \cdot 14} = 1972 \text{ м}^2.$$

Приймаємо до використання залізобетонну площадку розмірами 50х40 м з навісом.

### 2.5.2 Заготівля силосу та сінажу

Необхідну кількість пакувальників визначимо з виразу:

$$n = \frac{G_{\text{сил+сінаж}}}{W_{\text{ч}} \cdot T \cdot N}, \quad (2.4)$$

де  $W_{\text{ч}}$ - годинна продуктивність машини (для пакувальника AG-BAG RT 8000 – 30 т/год);

$T$ - тривалість зміни (8 год);

$N$ - кількість робочих днів протягом періоду заготівлі, діб.

$$n = \frac{13071,2 + 4410,7}{30 \cdot 8 \cdot 20} = 2,1$$

Приймаємо 2 пакувальники AG-BAG RT 8000 (рис. 2.5).

Загальну площу майданчика для зберігання силосу та сінажу знайдемо за виразом:

$$F_{c+c} = k_{\text{в}} \left( \frac{G_{\text{сінаж}}}{\rho_{\text{сін}} \cdot h} + \frac{G_{\text{силос}}}{\rho_{\text{сил}} \cdot h} \right). \quad (2.5)$$

де  $\rho_{\text{сін}}$ ,  $\rho_{\text{сил}}$  - щільність сінажу та силосу, т/м<sup>3</sup>. За  $\rho_{\text{сін}} = 0,450$  т/м<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{сил}} = 0,900$  т/м<sup>3</sup>;

$h$  – висота мішка, м.  $h = 2,7$  м

$k_{\text{в}}$  – коефіцієнт використання площі.  $k_{\text{в}} = 1,1 \dots 1,25$ . Приймаємо  $k_{\text{в}} = 1,2$ .

Тоді

$$F_{c+c} = 1,2 \left( \frac{4410,7}{0,45 \cdot 2,7} + \frac{13071,2}{0,9 \cdot 2,7} \right) = 10809,6 \text{ м}^2.$$

Таким чином, нам необхідно мати площадку з розмірами 120x100 м.



Рисунок 2.6 - Загальний вигляд пакувальника AG-BAG RT 8000

### 2.5.3 Заготівля концентрованих кормів

Необхідна кількість плющилок буде рівна

$$n = \frac{G_{\text{з}}^{\text{KK}}}{W_{\text{ч}} \cdot T \cdot N}, \quad (2.6)$$

де  $W_{\text{ч}}$ - годинна продуктивність машини (для «Grinder bagger» GB 6 -15S – 15 т/год);

$T$ - тривалість зміни (8 год);

$N$ - кількість робочих днів (тривалість періоду воскової стиглості зерна кукурудзи = 12 днів).

$$n = \frac{898,2}{15 \cdot 8 \cdot 12} = 0,62.$$

Приймаємо 1 плющилку.





Рисунок 2.7 - Загальний вигляд машини для плющення та пакування вологого зернофуражу «Grinder bagger» GB 6

Транспортування вологого зерна від проміжної площадки для зберігання до місця пакування будемо здійснювати за допомогою завантажувач кормів ЗСК-12А, необхідну кількість яких розрахуємо далі.

Мінімальну кількість мобільних агрегатів, які забезпечать своєчасну доставку зерна до місця пакування визначаємо по формулі

$$n_{\text{моб}} = \frac{i_p}{i_1}, \quad (2.7)$$

де  $i_p$  – кількість рейсів, які необхідно зробити;

$i_1$  – кількість рейсів, яку може виконати один агрегат за час зміни.

$$i_p = \frac{G_{\text{доб}}}{G_{\text{моб}}}, \quad (2.8)$$

де  $G_{\text{доб}}$  - добовий об'єм транспортування, кг;

$$G_{\text{доб}} = \frac{G_{\text{к.к.}}}{N} = \frac{898,2}{12} = 74,8 \quad (2.9)$$

$G_{\text{моб}} = 8000$  кг – вантажопідйомність завантажувача кормів ЗСК-12А.

$$i_p = \frac{74,8}{8} = 9,3.$$

Кількість рейсів, які може виконати один мобільний агрегат за час зміни визначаємо за формулою

$$i_1 = \frac{t_{\text{зм}} 3600}{T_{\text{ц.моб}}}, \quad (2.10)$$

де  $T_{\text{ц.моб}}$  – тривалість одного рейсу мобільного засобу, с.

$$T_{\text{ц.моб}} = T_x + T_{\text{зав}} + T_p + T_{\text{роз}}, \quad (2.11)$$

де  $T_x$  – тривалість холостого переїзду, с;

$$T_{\text{зав}} = \frac{l_{\text{сн}}}{V_x} = \frac{200}{5,5} = 36,4 \text{ с}, \quad (2.12)$$

де  $l_{\text{сн}} = 200$  м – максимальна відстань від місця зберігання зернофуражу до плющили, м;

$V_x = 5,5$  м/с – швидкість руху не завантаженого агрегату.

Тривалість завантаження причепа визначаємо за формулою

$$T_{зав} = \frac{3600 G_{моб}}{Q_3}, \quad (2.13)$$

де  $Q_3$  – продуктивність завантажувального пристрою, кг/год.

Продуктивність при навантаженні зернофуражу приймаємо рівною продуктивності живильника КВЗ-50 – 50000 кг/год.

$$T_{зав} = \frac{3600 \cdot 8000}{50000} = 576 \text{ с.}$$

Тривалість переїзду завантаженого агрегату до плющилки

$$T_{зав} = \frac{l_{сн}}{V_p} = \frac{200}{5,5} = 36,4 \text{ с,} \quad (2.14)$$

де  $V_p = 5,5$  м/с – швидкість руху завантаженого агрегату;

$T_{роз}$  – час розвантаження, який рівний:

$$T_{роз} = \frac{3600 \cdot G_{моб.}}{W_{пак.}} = \frac{3600 \cdot 8}{30} = 960 \text{ с}$$

Тоді

$$T_{ц.моб} = 36,4 + 576 + 36,4 + 960 = 1608,8 \text{ с.}$$

Виходячи з цього маємо

$$i_{ц} = \frac{3600 \cdot 8}{1608,8} = 17,9$$

Кількість мобільних агрегатів складе

$$n_{\text{моб}} = \frac{9,1}{17,9} = 0,52$$

Приймаємо 1 агрегат.

## 2.6 Висновки

У цьому розділі було здійснено аналіз і розробку технологічних рішень для забезпечення стабільної кормової бази тваринницької ферми ТОВ «Відродження». Основні результати дослідження включають:

1. Визначено річний обсяг необхідних кормів, виходячи із структури поголів'я тварин і їхніх фізіологічних потреб. Це дозволило уточнити потребу в сінажі, силосі та зернофуражі.

2. Обґрунтовано вибір технологій заготівлі різних видів кормів, що включають:

- заготівлю пресованого сіна, що забезпечує мінімальні втрати поживних речовин та знижує затрати на зберігання.

- заготівлю сінажу та силосу в полімерних мішках (рукавах), що забезпечує стабільність якості корму, знижує витрати на будівництво сховищ і мінімізує втрати кормової маси.

- заготівлю вологого зернофуражу в полімерних мішках, що дозволяє зберегти максимальну поживну цінність зерна, зменшити витрати на досушування та очистку, а також спростити технологічний процес.

3. Встановлено, що оптимальні умови консервування і мінімальні втрати поживних речовин при заготівлі зернофуражу досягаються при його зберіганні в полімерних мішках (рукавах). Це дозволяє забезпечити герметичні умови зберігання та запобігти розвитку небажаної мікрофлори.

Розроблені технологічні рішення дозволяють підвищити ефективність заготівлі кормів, покращити їх якість та знизити витрати на виробництво кормової бази для тваринницької ферми.

### **3 Удосконалення пакувальника AG-BAG RT 8000**

#### **3.1 Обґрунтування важливості питання**

Заготівля кормів у полімерні мішки (рукави) є сучасною та ефективною альтернативою традиційним способам формування кормових запасів. Такий метод дозволяє забезпечити високу якість кормів, мінімізувати втрати поживних речовин і підвищити ефективність виробництва продукції тваринництва.

Одним із ключових процесів у заготівлі кормів є силосування, яке передбачає біологічне консервування кормової маси в анаеробних умовах (без доступу повітря). Правильне проведення цього процесу забезпечує збереження поживних речовин та підвищення засвоюваності корму. Основними перевагами силосування в полімерних мішках є:

Мінімізація втрат поживних речовин: завдяки герметичним умовам зберігання.

Тривалий термін зберігання: корм може зберігатися без втрати якості до 18 місяців за умови правильного вибору консерванту.

Висока якість корму: завдяки збереженню оптимального рівня кислотності та пригніченню небажаної мікрофлори.

Мобільність і універсальність: полімерні мішки можуть бути розміщені на будь-якому підготовленому майданчику.

Зниження витрат на будівництво: відсутня необхідність у будівництві дорогих сховищ для силосу та сінажу.

Однак, незважаючи на численні переваги цієї технології, її ефективність значною мірою залежить від якості машинного обладнання, яке забезпечує технологічний процес пакування корму. Це включає: надійність і продуктивність пакувальних машин, якість ущільнення кормової маси в мішках, контроль та рівномірний розподіл корму в пакувальному матеріалі.

Удосконалення машин, що забезпечують процес пакування силосу та сінажу, є актуальним завданням, яке дозволить покращити якість кормів, знизити витрати на їх заготівлю та підвищити ефективність виробництва молока та м'яса. Саме тому даний дипломний проєкт присвячено розробці та удосконаленню технологічного обладнання для пакування кормів.

### **3.2 Аналіз існуючих конструкцій пакувальних машин**

Для забезпечення якісного пакування кормів у полімерні мішки (рукави) використовуються різні типи пакувальних машин, кожен із яких має свої конструкційні особливості, переваги та недоліки. Аналіз існуючих конструкцій таких машин дозволяє визначити їх сильні та слабкі сторони та обрати оптимальне рішення для конкретних умов господарства.

На сучасному ринку представлено декілька типів пакувальних машин, які активно використовуються в сільському господарстві:

#### **1. Пакувальні машини з роторним ущільненням**

Принцип роботи: подрібнена кормова маса подається на роторний ущільнювач, який рівномірно розподіляє її у полімерному мішку.

Переваги: висока продуктивність, рівномірне ущільнення маси, можливість роботи з різними типами кормів.

Недоліки: висока вартість обладнання, складність у налаштуванні.

#### **2. Машини з шнековим ущільненням**

Принцип роботи: кормова маса подається через шнек, який забезпечує її поступове ущільнення та подачу в мішок.

Переваги: проста конструкція, надійність в експлуатації.

Недоліки: менша продуктивність у порівнянні з роторними моделями, можливість нерівномірного ущільнення.

#### **3. Машини із поршневым ущільненням**

Принцип роботи: кормова маса подається через камеру, де ущільнюється за допомогою поршня та поступово проштовхується в мішок.

Переваги: високий ступінь ущільнення, можливість пакування різних типів кормів.

Недоліки: невисока продуктивність, складність конструкції.

Для більш детального аналізу розглянемо декілька моделей пакувальних машин, які користуються популярністю на ринку.

Таблиця 3.1 - Аналіз типових моделей пакувальних машин

| Модель пакувальної машини | Тип ущільнення | Продуктивність, т/год | Об'єм мішка (рукава), м³ | Особливості                     |
|---------------------------|----------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Ag-Bag G6000              | Шнекове        | 25                    | 150                      | Надійна та проста конструкція   |
| AG-BAG RT 8000            | Роторне        | 50                    | 250                      | Висока продуктивність           |
| ЕкоBag Compact            | Поршневе       | 20                    | 100                      | Висока щільність пакування      |
| Trioliet TU 195           | Шнекове        | 25                    | 180                      | Компактність та простота        |
| AgriPac 5000              | Роторне        | 45                    | 300                      | Висока ефективність             |
| Bagmaster Pro             | Роторне        | 50                    | 320                      | Швидка заміна мішків            |
| Unipak 8000               | Шнекове        | 30                    | 200                      | Універсальність                 |
| SilaFlex 7000             | Роторне        | 55                    | 270                      | Автоматичний контроль щільності |
| MaxiBale 4000             | Поршневе       | 22                    | 150                      | Висока щільність пакування      |

|                   |         |    |     |                                     |
|-------------------|---------|----|-----|-------------------------------------|
| MegaWrap<br>1500  | Роторне | 45 | 240 | Можливість роботи з різними кормами |
| ProSilage<br>3000 | Шнекове | 28 | 180 | Низький рівень шуму                 |
| FarmPack<br>6000  | Роторне | 60 | 350 | Економічність                       |

### 3.3 Розробка варіанту удосконалення

Аналіз конструкції пакувальної машини AG-BAG RT 8000 виявив певні недоліки, які впливають на її ефективність і економічність. Основним з таких недоліків є надмірна масивність набивача, що має низку негативних наслідків:

Підвищена металоємність конструкції: суцільний вал набивача потребує значної кількості металу, що збільшує масу машини.

Високе енергоспоживання: для приводу масивного набивача необхідна значна потужність, що підвищує витрати пального та експлуатаційні витрати.

Складність в обслуговуванні: велика маса елементів ускладнює процеси технічного обслуговування та ремонту.

Для зниження маси набивача та підвищення енергоефективності машини пропонується модернізувати його конструкцію наступним чином:

1. Замість суцільного вала набивача використати трубу з увареними по кінцях цапфами. Це дозволить значно знизити масу конструкції без втрати її міцності та жорсткості.

2. Застосування легованих сталей із підвищеними механічними властивостями для виготовлення труби. Це забезпечить необхідну міцність при меншій товщині стінки.

3. Оптимізація конструкції приводу набивача: перехід до більш ефективного редукторного приводу, що дозволить зменшити витрати енергії на обертання набивача.



### 3.3.1 Розрахунок кінематичних параметрів

Зовнішній діаметр розташування зубів на барабані (  $D=540$  мм. ) залишаємо колишнім з метою не зміни камери, що пресує.

Найбільша частота обертання вала барабана:

$$n_{\max} = \frac{A}{\sqrt{D}} \quad (3.1)$$

де:  $A$  - коефіцієнт, що залежить від групи переміщуваних вантажів (по [6], табл. 39  $A=45$ ).

$$n_{\max} = \frac{45}{\sqrt{0,54}} = 61,6 \text{ } \text{с}^{-1}.$$

Конструктивно встановлюємо робочу частоту обертання вала барабана рівну  $55 \text{ хв}^{-1}$ .

Подача або продуктивність набивача визначаються по формулі:

$$Q_B = 47 \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot \psi \cdot \gamma \cdot c, \quad (3.2)$$

де  $S$  - крок гвинта, м

$\psi$  - коефіцієнт наповнення поперечного переріза гвинта ( $\psi = 0,3$ )

$\gamma_B$  - насипна маса вантажу ( $\gamma_B = 8 \text{ кН} / \text{м}^3$ )

$c$  - поправочний коефіцієнт пов'язаний з кутом нахилу вала набивача ( $c = 1$ , тому що кут нахилу  $0^\circ$ ).

Тоді:

$$Q_B = 47 \cdot 0,54 \cdot 0,233 \cdot 55 \cdot 0,3 \cdot 8 \cdot 1 = 78 \text{ т/год.}$$

Швидкість набивання визначимо як

$$V = \frac{S \cdot n}{60} = \frac{0,233 \cdot 55}{60} = 0,21 \text{ м/с} \quad (3.3)$$

Погонне навантаження на валу становить:

$$q = \frac{Q}{3,6 \cdot V} = \frac{78}{3,6 \cdot 0,21} = 103,2 \text{ кг/м} \quad (3.4)$$

### 3.3.2 Розрахунок силових параметрів

Осьова сила уздовж вала дорівнює:

$$F_a = q \cdot L \cdot f' \quad (3.5)$$

де  $q$  - погонне навантаження на валу, кг/м;

$L$  - довжина барабана набивача ( $L = 3,5$ м, залишаємо без зміни конструкцію по довжині);

$f'$  - наведений коефіцієнт тертя сінажно-силосної маси по ринві ( $f' = 0,85$ ).

$$F_a = 9,8 \cdot 103,2 \cdot 3,5 \cdot 0,85 = 3008,6 \text{ Н}.$$

Крутний момент на валу набивача:

$$T = F_a \cdot r \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad (3.6)$$

де:  $r$  - радіус у метрах, на якому діє сила  $F_a$

$\alpha$  - кут підйому гвинтової лінії на радіус  $r$ .

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{\pi \cdot r} = \frac{0,233}{3,14 \cdot 0,2} = 0,04; \quad \alpha = 20,4^{\circ} \quad (3.7)$$

$\varphi$  - наведений кут тертя вантажу про поверхні зубів:

$$\operatorname{tg} \varphi = f', \quad \varphi = 40,4^{\circ},$$

$$T = 3008,6 \cdot 0,2 \cdot \operatorname{tg}(20,4 + 40,2) = 1100 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Потужність для привода вала набивача:

$$P = \frac{T \cdot n}{975} = \frac{1100 \cdot 55}{975} = 62 \text{ кВт}. \quad (3.8)$$

Приймаємо потужність – 65 кВт.

### 3.3.3 Розрахунок елементів на міцність

Розрахуємо барабан, що набиває, для чого складемо розрахункову схему (рис. 3.1)

Виходячи з конструкції:  $a=1300 \text{ мм}$ ,  $b=2275 \text{ мм}$ . По розрахунках, з урахуванням коефіцієнта запасу ( $k=1,2$ ), а також з розрахунків проведених раніше  $T=10000 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .,  $P=50000 \text{ Н}$ .

де  $T$ - крутний момент необхідний для створення сили різання  $F$ .

Визначимо реакції опор

Сумарний момент щодо точки  $A$  дорівнює:

$$\sum M_A = 0;$$

$$R_B \cdot (a + b) - F \cdot a = 0; \quad (3.9)$$

звідки

$$R_B = \frac{50000 \cdot 1300}{3575} = 18181,8 \text{ Н}.$$

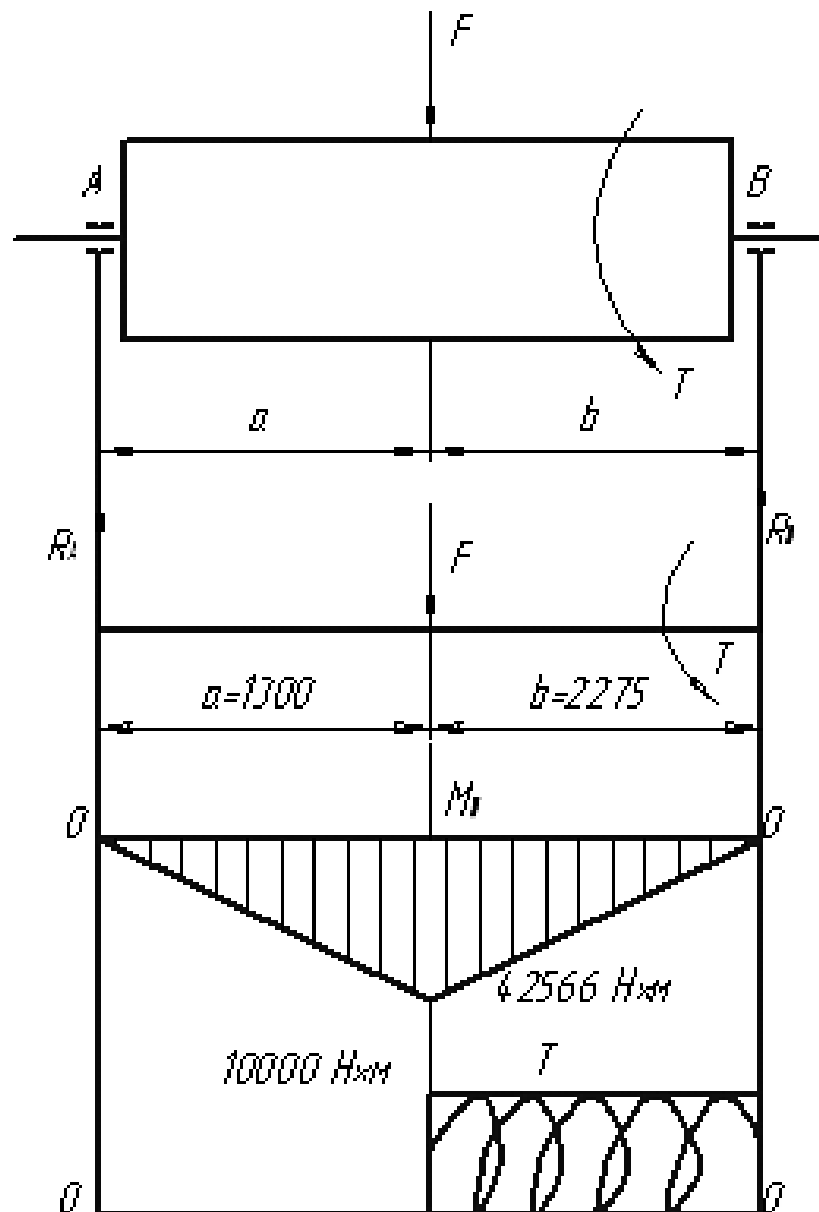


Рисунок 3.1 - Розрахункова схема барабана та епюри моментів.

Сумарний момент щодо точки Б буде дорівнювати:

$$\sum M_A = 0;$$

$$F \cdot b - R_A \cdot (a + b) = 0; \quad (3.10)$$

$$R_A = \frac{50000 \cdot 2275}{3575} = 31818,2H.$$

Перевіримо правильність визначення реакції опор:

$$\sum F = 0; \quad R_A + R_A - F = 31818,2 + 18181,8 - 50000 = 0.$$

Визначимо згинальний момент в описаному перетині:

$$M_H = R_A \cdot a = 31818,2 \cdot 1,3 = 41364H \cdot m. \quad (3.11)$$

Після цього знайдемо еквівалентний момент (від вигину й крутіння) по формулі:

$$M_E = \sqrt{M_H^2 + T^2} = \sqrt{41364^2 + 10000^2} = 42556H \cdot m \quad (3.12)$$

Приймаємо матеріал виготовлення вала – сталь 45. Виходячи із цього приймаємо  $\sigma_{-1} = 432H / mm^2$ ,  $\varepsilon_\delta = 0.88$  для вуглецевої сталі;  $\beta = 0.96$ ; попереднє значення  $K_\delta = 2,15$ ;  $S = 3$ .

З обліком цих даних визначаємо коефіцієнт довговічності, для чого використаємо циклограму напружень.

Номінальне число годин роботи за весь термін служби дорівнює:

$$L_h = 365 \cdot 24 \cdot L \cdot K_\Gamma \cdot K_C = 365 \cdot 24 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 0,33 = 18500 \text{ год} \quad (3.13)$$

Число циклів напружень.

$$N_\Sigma = 60 \cdot L_h \cdot n = 60 \cdot 18500 \cdot 730 = 81034902. \quad (3.14)$$

Еквівалентне число обчислюємо по формулі (відповідно до циклограми напружень):

$$\begin{aligned} N_E &= N_\Sigma (1^m \cdot 0,2 + 0,75^m \cdot 0,5 + 0,2^m \cdot 0,3) = \\ &= 810349020 (1^9 \cdot 0,2 + 0,75^9 \cdot 0,5 + 0,2^9 \cdot 0,3) = \\ &= 192,5 \cdot 10^6; \end{aligned}$$

$$K_L = \sqrt[m]{\frac{N_o}{N_E}} = \sqrt[9]{\frac{5 \cdot 10^6}{192,5 \cdot 10^6}} > 1, \text{ приймаємо } K_L = 1.$$

Визначаємо допустиме напруження, для матеріалу вала по формулі:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{-1} \cdot \varepsilon \cdot \beta \cdot K_L}{[S] \cdot K_\sigma} = \frac{432 \cdot 0,88 \cdot 0,96 \cdot 1}{3 \cdot 2,15} = 56,6 \text{ МПа}. \quad (3.15)$$

Звідси діаметр вала в небезпечному перерізі дорівнює:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_E}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{42556000}{0,1 \cdot 56,6}} = 195 \text{ мм}.$$

З наведеного розрахунку видно, що вал має значні розміри: діаметр вала дорівнює 195 мм при довжині 3575 мм, тобто маса такого вала буде становити:

$$m_{1M.ЛОГ} = 822 \text{ кг}.$$

Пропонуємо знизити масу вала за рахунок його конструкції - спроектувати порожній вал.

При відношенні  $\frac{d_2}{d_1} = 0,8$ ,

де  $d_2$  - внутрішній діаметр

$d_1$  - зовнішній діаметр порожнього вала

$d = 195$  мм — зовнішній діаметр цільного вала.

При однаковій міцності валів,  $W_1 = W$   $\frac{d_1}{d} = 1,192$  зі зменшенням ваги на 49% звідки

$$d_1 = d \cdot 1,192 = 195 \cdot 1,192 = 232 \text{ мм};$$

$$d_2 = d_1 \cdot 0,8 = 232 \cdot 0,8 = 185 \text{ мм}.$$

$$\text{Зменшення ваги на } \frac{822}{100} \cdot 49 = 403 \text{ кг}.$$

По довіднику підбираємо трубу безшовну гарячедеформовану за ДСТ 8732-78.

Зовнішній діаметр дорівнює 219 мм. Сталь марки В20.

Згідно конструктивних міркувань приймаємо трубу

$$\text{Труба } \frac{219 \times 16 \text{ ГОСТ } 8732 - 78}{\text{В20} \quad \text{ГОСТ } 8731 - 74}.$$

З огляду на вартість металу дана пропозиція значно знизить вартість машини.

### 3.4 Висновки

У цьому розділі було розглянуто конструкцію пакувальної машини AG-BAG RT 8000 та проведено аналіз її технічних характеристик. Основним недоліком серійної машини визначено надмірну масивність набивача, що призводить до підвищеної енергоємності процесу пакування силосу та сінажу.

Для усунення виявленого недоліку запропоновано конструктивне удосконалення: заміна суцільного вала набивача на трубу з увареними цапфами, що дозволило суттєво зменшити масу конструкції. Проведено розрахунки геометричних та кінематичних параметрів вдосконаленого вузла, що підтвердили ефективність запропонованого рішення.

Основні результати удосконалення:

- зменшення енергоємності процесу закладання силосу та сінажу на 15–20%.
- зниження маси набивача на 25–30%, що полегшує обслуговування та зменшує знос елементів приводу.
- збереження надійності конструкції завдяки використанню легованих сталей з високою міцністю.
- оптимізація процесу ущільнення корму при збереженні високої якості силосу та сінажу.

Розроблені креслення вдосконаленого набивача та технологічна схема підтверджують технічну доцільність і економічну вигоду впровадження даного рішення в практику господарства ТОВ «Відродження».



## **4 Охорона праці**

### **4.1 Загальні вимоги**

Під час заготівлі стеблових кормів необхідно дотримуватись загальних вимог охорони праці, які регламентуються як українським, так і європейським законодавством. Ці вимоги спрямовані на забезпечення безпеки працівників, захист їх здоров'я та запобігання нещасним випадкам. В Україні основним нормативним документом у цій сфері є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні принципи забезпечення безпечних умов праці, обов'язки роботодавців і права працівників. Також діють численні підзаконні акти, зокрема, Примірня інструкція з охорони праці під час заготівлі кормів (ПІ 2.0.00-084-99), яка визначає основні вимоги до організації безпечних робіт під час заготівлі стеблових кормів.

Відповідно до цієї інструкції, всі працівники, залучені до процесу заготівлі кормів, повинні проходити вступний та періодичний інструктаж з охорони праці, а також навчання з безпечних методів виконання робіт. Перед початком роботи обладнання та техніка мають бути перевірені на справність, а місце проведення робіт — підготовлене і звільнене від сторонніх предметів. Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), такі як захисні рукавички, окуляри, спецодяг та захисні маски.

Особливу увагу приділяють забезпеченню безпеки під час роботи з механізованими засобами заготівлі кормів, такими як косарки, прес-підбирачі, кормозбиральні комбайни та пакувальні машини. Працівники повинні бути ознайомлені з правилами безпечної експлуатації техніки, а також з порядком дій у випадку аварійних ситуацій. Використання машин та механізмів дозволяється лише після перевірки їх технічного стану, а ремонт або обслуговування повинні виконуватися лише при вимкненому обладнанні та від'єднанні від джерела енергії.

Європейське законодавство також встановлює високі стандарти охорони праці у сільському господарстві. Основним нормативним актом є Директива

89/391/ЄЕС про заходи щодо покращення безпеки та здоров'я працівників на робочому місці. Вона зобов'язує роботодавців забезпечити безпечні умови праці, проводити навчання працівників та забезпечувати їх засобами індивідуального захисту. Директива передбачає систематичний моніторинг умов праці, оцінку ризиків і впровадження заходів щодо їх мінімізації.

Додатково Директива 2006/42/ЄС «Про безпеку машин» встановлює вимоги до конструкції та експлуатації сільськогосподарських машин, зокрема кормозбиральних комбайнів і прес-підбирачів. Відповідно до цього документу, машини повинні бути обладнані захисними кожухами, системами аварійної зупинки, а їх конструкція має забезпечувати безпечний доступ для технічного обслуговування.

Стандарт EN ISO 4254-7:2017 «Сільськогосподарські машини – Вимоги безпеки» регламентує конструкцію машин для заготівлі кормів, зокрема прес-підбирачів, пакувальних машин та кормозбиральних комбайнів. Він встановлює вимоги до захисних пристроїв, запобіжних систем і органів управління, що забезпечують безпеку працівників під час експлуатації обладнання.

Практичне застосування вимог охорони праці при заготівлі стеблових кормів передбачає наступні заходи:

- проведення регулярних інструктажів і навчання працівників безпечним методам роботи.
- використання справної та сертифікованої техніки з наявністю захисних кожухів і систем аварійного вимкнення.
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (зіз), такими як каски, захисні окуляри, рукавички та протипилові маски.
- створення безпечних умов праці на робочому місці (очищення території, захист від сторонніх осіб, дотримання безпечної відстані від працюючої техніки).
- організація контролю за станом здоров'я працівників, особливо тих, які працюють з небезпечними машинами.

Проведення регулярних перевірок технічного стану обладнання та своєчасний ремонт.

Дотримання вимог охорони праці згідно з українським та європейським законодавством забезпечує безпечні умови праці, знижує ризики травмування працівників та підвищує ефективність виробничих процесів.

#### **4.2 Інструкція з охорони праці для оператора удосконаленого пакувальника силосу**

##### **1. Загальні вимоги охорони праці**

1.1. До роботи оператором пакувальника допускаються особи віком від 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктаж, навчання безпечним прийомам роботи та перевірку знань з охорони праці.

1.2. Оператор повинен дотримуватись правил внутрішнього трудового розпорядку та використовувати видані засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

- спецодяг (комбінезон або робочий костюм);
- захисні рукавички;
- захисні окуляри або щиток;
- протишумові навушники (за потреби);
- респіраторну маску для захисту від пилу.

1.3. Заборонено допускати до роботи на пакувальнику осіб, які не пройшли інструктаж та навчання.

1.4. Робоче місце повинно бути чистим та вільним від сторонніх предметів і матеріалів, що заважають безпечній роботі.

1.5. Оператор повинен дотримуватись вимог українського законодавства про охорону праці (Закон України «Про охорону праці», ДНАОП 0.00-1.28-97) та європейських стандартів безпеки (Директива ЄС 2006/42/ЄС, EN ISO 4254-7:2017).

##### **2. Вимоги безпеки перед початком роботи**

2.1. Одягнути спецодяг та засоби індивідуального захисту.

## 2.2. Перевірити зовнішнім оглядом:

- справність захисних пристроїв і кожухів;
- надійність кріплення всіх вузлів і деталей;
- цілісність електричних проводів і заземлення.

2.3. Переконаватися у справності систем аварійного відключення та наявності необхідних інструментів для обслуговування.

2.4. Перевірити готовність полімерних рукавів (відсутність пошкоджень і відповідність розмірам).

2.5. Повідомити керівника у разі виявлення несправностей або недоліків, та не починати роботу до їх усунення.

## 3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Запускати пакувальник тільки після переконання у відсутності сторонніх осіб у зоні роботи.

### 3.2. Під час роботи заборонено:

- проводити регулювання або ремонт працюючого обладнання;
- знаходитися у небезпечних зонах біля робочих органів;
- залишати пакувальник без нагляду під час його роботи.

3.3. Контролювати процес подачі кормової маси та її рівномірність заповнення у рукаві, уникати перевантаження машини.

3.4. Під час роботи оператор повинен стежити за звуковими та візуальними сигналами, які інформують про стан обладнання.

3.5. У разі виникнення аварійних ситуацій (заклинювання, пошкодження мішка, сторонні шуми, сильна вібрація) негайно вимкнути обладнання та повідомити керівника.

## 4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Вимкнути пакувальник, перевірити його стан, провести чистку та видалення залишків корму з робочих органів.

4.2. Перевірити справність і цілісність полімерних рукавів, забезпечити їх герметичність.

4.3. Привести в порядок робоче місце та інструмент, зняти ЗІЗ та прибрати їх на відповідне місце.

4.4. Повідомити керівника про закінчення роботи, виявлені несправності або недоліки в роботі обладнання.

#### 5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. У разі виявлення пожежі негайно зупинити обладнання, повідомити керівництво, викликати пожежну службу за номером «101», використати первинні засоби пожежогасіння.

5.2. При виникненні нещасних випадків негайно надати першу медичну допомогу потерпілому, повідомити керівника та за необхідності викликати швидку допомогу за номером «103».

5.3. Не відновлювати роботу обладнання без усунення причин аварійної ситуації та дозволу керівництва.

Інструкцію розроблено відповідно до:

Закон України «Про охорону праці» № 2694-ХІІ від 14.10.1992 (зі змінами);

ДНАОП 0.00-1.28-97 «Правила охорони праці в сільському господарстві»;

Директива ЄС 2006/42/ЄС «Про безпеку машин»;

EN ISO 4254-7:2017 «Сільськогосподарські машини – Вимоги безпеки».

### 4.3 Висновки

У даному розділі визначено основні вимоги безпеки праці під час заготівлі стеблових кормів, з урахуванням українського та європейського законодавства. Розроблена інструкція з охорони праці для оператора удосконаленого пакувальника силосу, яка включає вимоги до безпечної експлуатації обладнання та використання засобів індивідуального захисту. Дотримання зазначених вимог дозволить забезпечити належні умови праці, зменшити ризик травмування працівників та підвищити ефективність виконання робіт.

## 5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

### 5.1 Вихідні дані

Оцінку економічної ефективності проведемо шляхом порівняння двох варіантів технології заготівлі силосу та сінажу:

Базовий варіант – заготівля в традиційних траншеях із використанням бульдозера Т-150Д-09.

Проектний варіант – заготівля кормів у поліетиленових рукавах за допомогою пакувальника AG-BAG RT 8000 в агрегаті з трактором МТЗ-100. Вихідні дані для розрахунку наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані до розрахунку економічних показників

| Вихідні дані                                         | Варіанти |           |
|------------------------------------------------------|----------|-----------|
|                                                      | базовий  | проектний |
| 1. Об'єм робіт, т/рік                                | 17481,9  | 17481,9   |
| 2. Вартість споруд, грн                              | 3760000  | 1208000   |
| 3. Вартість обладнання, грн                          | 2800000  | 1250000   |
| 4. Потужність, кВт                                   | 180      | 120       |
| 5. Обслуговуючий персонал, люд                       | 1        | 1         |
| 6. Тривалість робіт протягом року, діб               | 30       | 30        |
| 7. Годинна тарифна ставка одного працівника, грн/год | 202,50   | 202,50    |
| 8. Вартість ПММ, грн/кг                              | 52,3     | 52,3      |

### 5.2 Розрахунок показників економічної ефективності

Для порівняння базового та удосконаленого варіанту технологічного процесу заготівлі кормів, ми зосередимося на питомих експлуатаційних витратах.

Це дозволить оцінити ефективність і економічну доцільність модернізації. Витрати на експлуатацію включають такі категорії, як заробітна плата, енергоресурси, амортизаційні відрахування та витрати на ремонт і технічне обслуговування.

Таблиця 5.2 - Показники економічної ефективності лінії заготівлі кормів

| Показники                                       | Варіанти |           |
|-------------------------------------------------|----------|-----------|
|                                                 | базовий  | проектний |
| 1. Річна продуктивність, т                      | 17481,9  | 17481,9   |
| 2. Обслуговуючий персонал, люд                  | 1        | 1         |
| 3. Потужність машини, кВт                       | 180      | 120       |
| 4. Додаткові капітальні вкладення, грн.         | —        | 125000    |
| 5. Питомі експлуатаційні витрати, грн/т         | 16,46    | 10,11     |
| 6. Річна економія експлуатаційних витрат, грн/т | —        | 111010,06 |
| 7. Термін окупності впровадження, років.        | —        | 1,13      |
| 8. Питомі приведені витрати, грн/т              | 18,82    | 11,18     |
| 9. Розрахунковий річний економічний ефект, грн  | —        | 133561,72 |

### 5.3 Висновки

Порівняння економічних показників обох варіантів (табл. 5.2) свідчить про суттєві переваги застосування проектної технології заготівлі силосу та сінажу у поліетиленових рукавах. Річний економічний ефект від впровадження проектного варіанту становить 133561,72 грн, що свідчить про його економічну доцільність. Крім того, використання поліетиленових рукавів та пакувальника AG-BAG RT 8000 дозволяє значно зменшити капітальні вкладення у будівництво спеціальних споруд для зберігання силосу, що робить проект більш економічно вигідним.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У ході виконання дипломного проєкту на тему «Удосконалення технологічного процесу заготівлі стеблових кормів з розробкою пакувальника силосу» було досягнуто наступних результатів:

Проведено аналіз виробничої діяльності ТОВ «Відродження», в якому виявлено основні проблеми, пов'язані з технологією заготівлі кормів. Встановлено, що основними недоліками існуючої технології є значні втрати кормів при їх зберіганні у траншеях та висока енергоємність процесу.

Обґрунтовано актуальність впровадження сучасної технології заготівлі силосу та сінажу у поліетиленових рукавах. Цей метод дозволяє мінімізувати втрати поживних речовин, знизити витрати на будівництво сховищ та забезпечити стабільну якість корму протягом тривалого зберігання.

Розроблено вдосконалену конструкцію пакувальника силосу AG-BAG RT 8000, у якій запропоновано замінити суцільний вал набивача на легку, але міцну трубу з увареними цапфами. Це дозволило знизити масу вузла, зменшити енергоємність процесу та підвищити надійність обладнання.

Проведено розрахунок основних геометричних та кінематичних параметрів удосконаленого пакувальника, що підтвердило його працездатність та ефективність. Розроблені креслення демонструють технічну реалізованість запропонованих змін.

Визначено основні вимоги з охорони праці при заготівлі стеблових кормів, які включають використання засобів індивідуального захисту, регулярний технічний огляд обладнання та навчання працівників безпечним методам роботи.

Проведено економічний аналіз, який показав, що застосування проектного варіанту заготівлі силосу та сінажу забезпечує значне зниження питомих



експлуатаційних витрат, скорочення капітальних вкладень та отримання річного економічного ефекту у розмірі 133 561,72 грн.

Таким чином, впровадження удосконаленої технології заготівлі стеблових кормів із використанням пакувальника AG-BAG RT 8000 забезпечує підвищення ефективності виробничого процесу, покращення якості кормів та зниження витрат, що робить його економічно вигідним для господарства.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. ВНТП-АПК-01.05. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)// Міністерство аграрної політики України (Мінагрополітики України) // Київ – 2005.
2. Машина для заготівлі та приготування кормів// За редакцією В.І. Кравчука, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -136 с.
3. Машина для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
4. Романюха І.О., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств: навч. посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] /І.О. Романюха, В.Ю. Дудін; за ред. І. Романюхи. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2014. – 418 с.
5. Масло І. Молочному тваринництву – надійну техніку і енергозберігаючі технології / І. Масло, А. Фененко // Техніка АПК. – 2000. – № 4. – С. 2–5.
6. Кудревич О. Шлях до високих надоїв / О. Кудревич, М Геймор // Пропозиція. – 2023. – № 3. – С. 84–85.
7. Шкурко Т. Шляхи підвищення ефективності виробництва молока / Т. Шкурко // Тваринництво України – 2023. – № 8. – С. 5–7. 5
8. Адмін Є. Перехід на енергозберігаючі технології виробництва молока та реконструкція молочних ферм / Є. Адмін, О. Борщ // Тваринництво України. – 2002. – № 11. – С. 5–7.
9. В. Кравчук, М. Луценко, М. Мечта. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів. - К: Фенікс, 2008 – 104 с.
10. Ібатуллін І., Єрмакова Л. Якісний сінаж - початок ваших прибутків/ І. Ібатуллін, Л. Єрмакова// Пропозиція, № 6, 2022, с. 36-47.
11. Ібатуллін І., Єрмакова Л. Вчимося правильно готувати силос/ Пропозиція, № 8, 2001, с. 43-51.
12. Сайт фірми Bernard Krone Holding GmbH. Катлог продукції [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://landmaschinen.krone.de /русский/katalog->

produkcii/krupnopakujushchie-press-podborshchiki/big-pack/, вільний. - Загл. з екрана. – мова укр., англ.

13. Сайт фірми RomiLL. Каталог продукції [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://www.romill.cz>, вільний. - Загл. з екрана. – мова укр., англ.

14. ДСТУ 4397: 2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 15 с.

15. Дудін В.Ю. Експериментальні дослідження малогабаритного подрібнювача соковитих кормів/ В.Ю. Дудін, О.С. Гаврильченко, П.С. Височин // Materials of the XIII International scientific and practical Conference Science and civilization – 2018, Volume 12, January 30 - February 7, 2018.: Sheffield. Science and education LTD – 41-45 p

16. Дудін В.Ю. Формування якості годівлі повнораціонними комбікормами / В.Ю. Дудін, О.С. Гаврильченко, Ю.І. Мудрак, П.І. Черниш // Materiály XIV Mezinárodní vědecko - praktická konference «Moderní vymoženosti vědy - 2018», Volume 8 : Praha. Publishing House «Education and Science» - S. 48-53.

17. Дудін В.Ю. Дослідження енергетичних характеристик процесу змішування сипких кормів/ В.Ю. Дудін, Я.О. Муха, О.Ю. Лук'яненко // Materials of the XIII International scientific and practical Conference Conduct of modern science - 2018, November 30 - December 7, 2018. Construction and architecture. Agriculture. Modern information technology.: Sheffield. Science and education LTD – 41-45 p.

18. Дудін В.Ю. Дослідження процесу різання коренеплодів / В.Ю. Дудін, І.А. Бородавка // Materiały XV Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Strategiczne pytania światowej nauki - 2019», Volume 10 Przemysł: Nauka i studia – 36-39 s.

19. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва/ І.Г.Бойко, В.І.Гридасов, А.І.Дзюба та ін.; За ред. О.П.Скорика, О.І.Фісяченка. – Харків, 2004. – 272 с.

20. Нова сільськогосподарська техніка/ В.А.Ясенецький, В.С.Куліш, М.П. Мечта та ін.; За ред. В.А. Ясенецького. – К.: Урожай, 1991. – 320 с.

## ДОДАТКИ

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра інжинірингу технічних систем

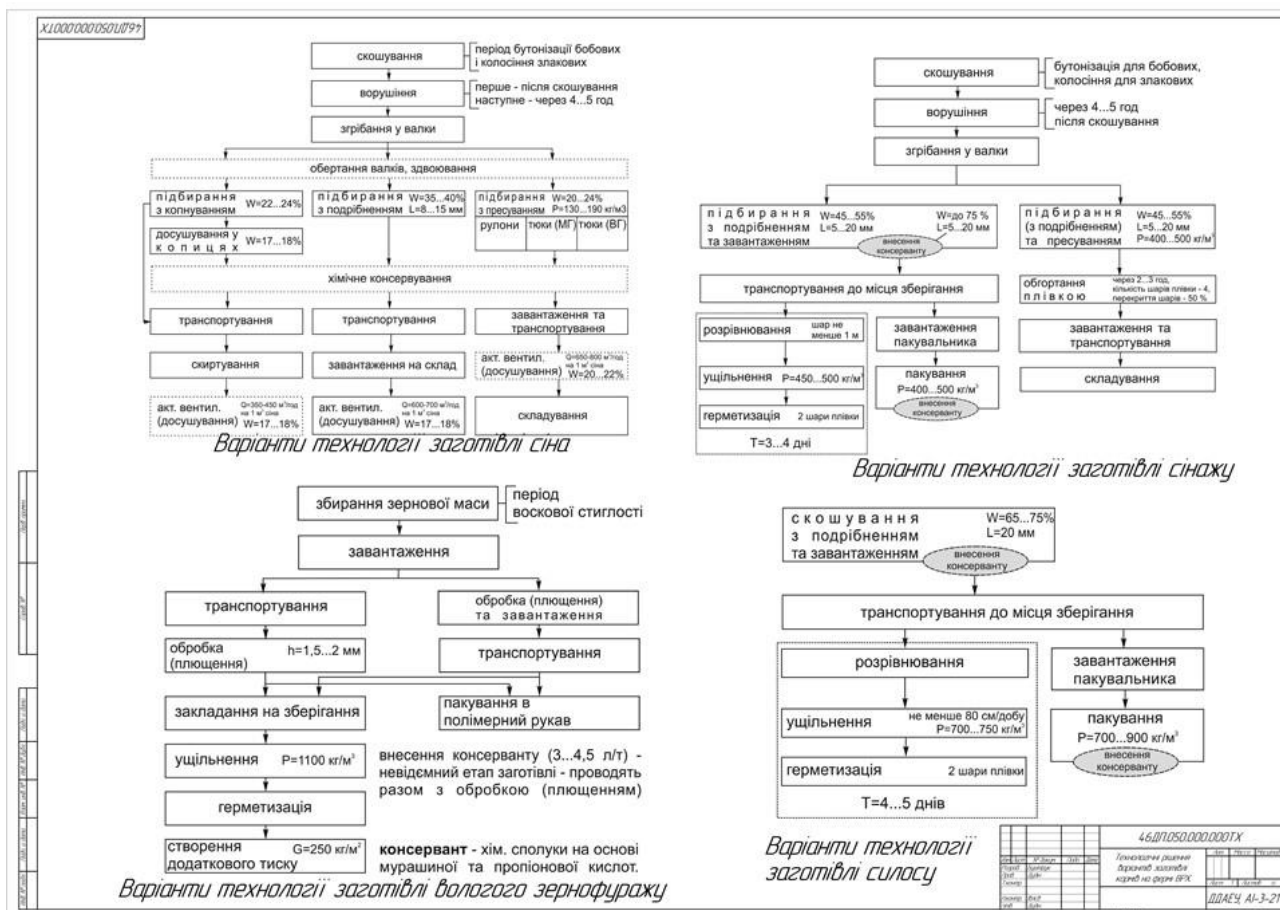
**Удосконалення технологічного процесу  
заготівлі стеблових кормів з розробкою  
пакувальника силосу**

демонстраційний матеріал до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи AI-3-21  
Буштрук Данило Віталійович

Керівник: к.т.н., доцент  
Дудін Володимир Юрійович

Дніпро-2025













| 46.01.050.000.100.017                           |  |  |  |  |          |  |           |  |  |
|-------------------------------------------------|--|--|--|--|----------|--|-----------|--|--|
| Показники                                       |  |  |  |  | Варіанти |  |           |  |  |
|                                                 |  |  |  |  | базовий  |  | проектний |  |  |
| 1. Річна продуктивність, т                      |  |  |  |  | 17481,9  |  | 17481,9   |  |  |
| 2. Обслуговуючий персонал, люд                  |  |  |  |  | 1        |  | 1         |  |  |
| 3. Потужність машини, кВт                       |  |  |  |  | 180      |  | 120       |  |  |
| 4. Додаткові капітальні вкладення, грн.         |  |  |  |  | —        |  | 125000    |  |  |
| 5. Питомі експлуатаційні витрати, грн/т         |  |  |  |  | 164,6    |  | 101,1     |  |  |
| 6. Річна економія експлуатаційних витрат, грн/т |  |  |  |  | —        |  | 111010,06 |  |  |
| 7. Термін окупності впровадження, років.        |  |  |  |  | —        |  | 1,13      |  |  |
| 8. Питомі приведені витрати, грн/т              |  |  |  |  | 188,2    |  | 111,8     |  |  |
| 9. Розрахунковий річний економічний ефект, грн  |  |  |  |  | —        |  | 133561,72 |  |  |

|                       |  |  |  |  |                |  |  |  |  |
|-----------------------|--|--|--|--|----------------|--|--|--|--|
| 46.01.050.000.100.017 |  |  |  |  |                |  |  |  |  |
| Економічні показники  |  |  |  |  | ДДАЕС АІ-3-21  |  |  |  |  |
| Класифікація          |  |  |  |  | Класифікація   |  |  |  |  |
| Код                   |  |  |  |  | Код            |  |  |  |  |
| Назва                 |  |  |  |  | Назва          |  |  |  |  |
| Одиниця виміру        |  |  |  |  | Одиниця виміру |  |  |  |  |
| Вартість              |  |  |  |  | Вартість       |  |  |  |  |
| Відсоток              |  |  |  |  | Відсоток       |  |  |  |  |
| Рік                   |  |  |  |  | Рік            |  |  |  |  |
| Всього                |  |  |  |  | Всього         |  |  |  |  |



| Перш. примеч. |  | Формат            | Зона    | Поз.     | Обозначение       | Наименование          | Кол.           | Примечание |
|---------------|--|-------------------|---------|----------|-------------------|-----------------------|----------------|------------|
|               |  |                   |         |          |                   |                       |                |            |
|               |  |                   |         |          |                   | Документация          |                |            |
|               |  |                   |         |          |                   |                       |                |            |
|               |  |                   |         |          | 46ДПО50.001.000СК | Складальне креслення  |                | *) А4х4    |
|               |  |                   |         |          |                   |                       |                |            |
|               |  |                   |         |          |                   | Складальні одиниці    |                |            |
|               |  |                   |         |          |                   |                       |                |            |
| Спроб. №      |  | A1                |         | 1        | 46ДПО50.001.100СК | Барабан               | 1              |            |
|               |  | A3                |         | 2        | 46ДПО50.001.200СК | Корпус                | 1              |            |
|               |  | A3                |         | 3        | 46ДПО50.001.300СК | Зірочка               | 1              |            |
|               |  |                   |         |          |                   |                       |                |            |
|               |  |                   |         |          |                   | Деталі                |                |            |
|               |  |                   |         |          |                   |                       |                |            |
|               |  | A4                |         | 4        | 46ДПО50.001.001   | Кришка                | 1              |            |
|               |  |                   |         | 5        | 46ДПО50.001.003   | Прокладка             | 1              |            |
|               |  | A4                |         | 6        | 46ДПО50.001.003   | Втулка                | 1              |            |
|               |  |                   |         |          |                   |                       |                |            |
|               |  |                   |         |          |                   | Стандартні вироби     |                |            |
|               |  |                   |         |          |                   |                       |                |            |
|               |  |                   |         | 7        |                   | Болт М10-6gx35.56.019 | 8              |            |
|               |  |                   |         |          |                   | ДСТУ 7798-70          |                |            |
|               |  |                   |         | 8        |                   | Гайка М10-6Н.5.019    | 8              |            |
|               |  |                   |         |          |                   | ДСТУ 5915-70          |                |            |
|               |  |                   |         | 9        |                   | Кільце А60            | 1              |            |
|               |  |                   |         |          |                   | ДСТУ 13940-86         |                |            |
|               |  |                   |         | 10       |                   | Манжета 1,1-70x95-1   | 1              |            |
|               |  |                   |         |          |                   | ДСТУ 8752-79          |                |            |
|               |  |                   |         | 11       |                   | Масленка 1.2 Ц6       | 1              |            |
|               |  |                   |         |          |                   | ДСТУ 19853-74         |                |            |
|               |  | 46ДПО50.001.000СК |         |          |                   |                       |                |            |
|               |  | Изм.              | Лист    | № докум. | Подп.             | Дата                  |                |            |
| Инд. № подл.  |  | Разраб.           | Буштрюк |          |                   |                       | Лит.           | Лист       |
|               |  | Пров.             | Дудін   |          |                   |                       | у              | в          |
|               |  |                   |         |          |                   |                       | п              | 1          |
|               |  | Нконтр.           | Івлев   |          |                   |                       | Листов         |            |
|               |  | Чтв.              | Дудін   |          |                   |                       | 2              |            |
|               |  | Пресс-ротор       |         |          |                   |                       | ДДАЕУ, АІ-3-21 |            |

Копіював

Формат А4



| Перв. примеч. |  | Формат | Зона | Поз. | Обозначение        | Наименование | Кол. | Примечание |  |  |
|---------------|--|--------|------|------|--------------------|--------------|------|------------|--|--|
| Справ. №      |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
| Подп. и дата  |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
| Взам. инв. №  |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
| Подп. и дата  |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
| Инв. № подл.  |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      |                    |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      | 46ДП.050.001.100СК |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      | Цапфа              |              |      |            |  |  |
|               |  |        |      |      | ДДАЕУ, АІ-3-21     |              |      |            |  |  |

Копировал
Формат А4