

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**04.02-БР. 204 “С” 2023.02.08 034 ПЗ**

НУБІП України

**Олексієнка Максима Миколайовича**

**2023 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ  
Факультет (ННІ) Конструювання та  
дизайну

УДК  
ПОГОТЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Декан факультету (Директор ННІ) Завідувач кафедри  
(назва факультету (ННІ)) (назва кафедри)

(підпис) (ПІБ) (підпис) (ПІБ)  
“ ” 20 р. “ ” 20 р.  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ  
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Розробка завантажувального пристрою  
сіносковища  
Спеціальність 133 Галузеве  
машинобудування

(код і назва)  
Освітня програма  
Денна  
Орієнтація освітньої програми Магістр  
(назва)  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)  
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи  
Соломка О.В.  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав Олексієнко Максим Миколайович  
(підпис) (ПІБ студента)  
КИЇВ – 20 23



пристроїв

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАГОТІВЛІ СІНА З ДОСУШУВАННЯМ У СІНОСХОВИЩАХ
2. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ПРИ ЗАГОТІВЛІ ТА ДОСУШУВАННІ СІНА
3. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ
4. ОХОРОНА ПРАЦІ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ
5. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ СІНОСХОВИЩА

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

1. Схема агрегування пневмозавантажувача
2. Привод вентилятора. Кінематична схема

Дата видачі завдання “ 01 ” 05 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Соломка О.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Олексієнко  
М.М.

## ЗМІСТ

Завдання до дипломного проекту	3
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАГОТІВЛІ СІНА З ДОСУШУВАННЯМ У СІНОСХОВИЩАХ</b>	8
1.1. Основні способи заготівлі сіна	9
1.2. Заготівля пресованого сіна	10
1.3. Заготівля подрібненого сіна	10
1.4. Заготівля сіна активним вентиляванням	12
<b>РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ПРИ ЗАГОТІВЛІ ТА ДОСУШУВАННІ СІНА</b>	17
2.1. Пневматичний транспортер-завантажувач ТПЗ-10А	17
2.2. Геліопідігрівачі повітря	20
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ</b>	30
3.1. Розрахунок пневматичної системи пристрою для завантаження сіна	30
3.2. Розрахунок клинопасової передачі	35
3.3. Розрахунок запобіжної муфти	42
<b>РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ</b>	46
4.1. Вимоги охорони праці до сіносховища	46
4.2. Розрахунок блискавкозахисту	48
<b>РОЗДІЛ 5. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ СІНОСХОВИЩА</b>	50
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57
ДОДАТКИ	59

# НУБІП РЕФЕРАТ України

Дипломний проект містить 61 аркушів пояснювальної записки та 2 графічних розділів.

Сіно є одним з основних видів корму для сільськогосподарських тварин взимку. Для його приготування в основному використовуються трави, посіяні з високою поживністю, які попередньо висушені в полі, повністю залежно від погодних умов. В останні роки вони почали використовувати накопичену

сонячну енергію в силосах для сіна, щоб висушити їх шляхом активного

вентилювання гарячим повітрям. Такі технічні прийоми дають високоякісне сіно з мінімальними втратами поживних речовин, але обробка силосів є проблематичною.

**Метою** дипломного проекту було розширення застосування серійних навантажувачів за рахунок удосконалення системи приводу вентилятора, зниження трудовитрат у процесі сушіння сіна.

**Новизна та практична значущість** даної роботи полягає у застосуванні механізованого способу завантаження сіна в сіноскошвище, удосконаленні завантажувального пристрою та підтвердженні його обґрунтованих параметрів і режиму роботи.

У роботі проаналізовано сучасну технологію та технічні засоби заготівлі та сушіння сіна, розраховано основні параметри та методи роботи

завантажувального пристрою, висвітлено основні вимоги охорони праці,

проведено розрахунок економічної ефективності використання завантажувального пристрою для зберігання сіна.

# НУБІП України

## ВСТУП

НУВБІП України

Для вирішення проблеми збільшення виробництва тваринницької продукції можна без збільшення поголів'я зміцнити кормову базу та збільшити виробництво худоби та птиці. Тому необхідно значно підвищити вихід грубих і соковитих кормів, застосувати більш досконалу техніку посіву, збирання і зберігання, принципово поліпшити структуру і якість кормів. З цього видно, що основним шляхом прискорення підвищення продуктивності тваринництва України було і залишається зміцнення кормової бази із застосуванням комплексної механізації кормовиробництва.

НУВБІП України

Комбікорм, приготований зі свіжих шматочків рослин для зимової годівлі худоби, можна консервувати. Сіно, наприклад, консервується шляхом зневоднення рослинного організму, що зберігає його тривалий час.

НУВБІП України

Якщо заготовляють сіно або сіно, то найбільші втрати протеїну, каротину та інших речовин спостерігаються при підсиханні трави в полі. Неушкоджений корм отримують шляхом високотемпературного сушіння трави, а в період між скошуванням і зберіганням корму фактори зовнішнього середовища мало впливають на біохімічні процеси. При виготовленні штучно зневоднених кормів, сінажу та сіна шляхом активного вентиляванню забезпечується їх висока поживність.

НУВБІП України

Заготівля кормів є завершальним етапом їх виробництва. Через численні технічні операції, які виконуються під час збирання врожаю (косіння, сушіння, збирання, подрібнення, транспортування тощо), тривалі перерви у виконанні – як у зовнішньому середовищі, так і

НУВБІП України

З огляду на це всі технічно взаємопов'язані робочі процеси повинні виконуватися в короткі терміни з високим ступенем механізації, відповідаючи технічним, організаційно-економічним, механічним і ін. Лише за таких умов кінцевий етап кормовиробництва може забезпечити максимальний вихід високоякісного корму з гектара, відведеного під кормові культури [13].

НУВБІП України

НУВБІП України

Найбільш перспективним способом заготівлі сіна є сушіння сіна з активним вентиляванням гарячого повітря в сіносушарці, для чого пропонуються сонячні повітрянагрівачі. Найбільш трудомісткими і найменш механізованими операціями в цьому процесі є завантаження сіносушарки блоками рослин і вивантаження сіна, особливо коли сіно знаходиться в подрібненому розсипчастому стані. Дана робота присвячена вирішенню питання механізації завантаження сировини в сіносушарки.

## РОЗДІЛ I

### АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАГОТІВЛІ СІНА З ДОСУШУВАННЯМ У СІНОСХОВИЩАХ

З огляду на це всі технічно взаємопов'язані робочі процеси повинні виконуватися в короткі терміни з високим ступенем механізації, відповідаючи технічним, організаційно-економічним, механічним і ін. Лише за таких умов кінцевий етап кормовиробництва може забезпечити максимальний вихід високоякісного корму з гектара, відведеного під кормові культури [43].

Найбільш перспективним способом заготівлі сіна є сушіння сіна з активним вентиляванням гарячого повітря в сіносушарці, для чого пропонуються сонячні повітрянагрівачі. Найбільш трудомісткими і найменш механізованими операціями в цьому процесі є завантаження сіносушарки блоками рослин і вивантаження сіна, особливо коли сіно знаходиться в подрібненому розсипчастому стані. Дана робота присвячена вирішенню питання механізації завантаження сировини в сіносушарки.

Втрати поживних речовин при різних прийомах заготівлі сіна пов'язані з порушенням строків збирання трави та процесів біоферментативного окислення. Це механічні втрати під час технічних процесів, втрати від вилугування під час атмосферних опадів, втрати внаслідок мікробних процесів.

Стадія розвитку зібраних рослин істотно впливає на вихід поживних речовин з одиниці площі, якість одержаного сіна, його поживність і продуктивність. Відомо, що сіяні багаторічні бобові трави необхідно скошувати



у фазі бутонізації, а зернові – у фазі колосіння. Порушення строків заготівлі призведе до зниження якості сіна.

# НУВБІП УКРАЇНИ

## 1.1. Основні способи заготівлі сіна

При сушінні трав спостерігаються значні втрати поживних речовин. Вони звичайні, але їх розмір можна регулювати. Відомо, що після зрізання рослин їх клітини ще деякий час продовжують жити, використовуючи для обміну розчинні речовини. Цей процес називається голодуванням. Біохімічні процеси, що відбуваються на скошеній ділянці, залежать від інтенсивності сонячної радіації. У зрізаних рослинах фотосинтез продовжується під впливом сонячного світла, тобто в перші дні також відбувається синтез з розкладанням органічних речовин.

Крім біологічних втрат, при сушінні трав виникають також механічні втрати, викликані осинанням і обламуванням листя, суцвіть та інших дрібних вегетативних частин рослини. Механічні втрати переважають біологічні і, за даними багатьох дослідників, можуть досягати 6-27% від початкової маси сухої речовини в залежності від погоди і виду трав.

При змочуванні частково висушлих трав дощем спостерігаються значні втрати поживних речовин. У цій масі водорозчинна частка білка збільшена майже в 2,5 рази порівняно із зеленою травою. При змочуванні дощем альбумін, найбільш біологічно неушкоджена форма, втрачається, що знижує поживну цінність цього сіна.

Відомо, що різні мікроби потрапляють на пасовища з ґрунту та повітря, коли вони висихають у полі. Після того, як рослинні клітини відмирають і є достатня вологість, мікроби починають розвиватися, використовуючи поживні речовини в сіні. Особливо швидко розвивається цвіль, коли суха трава волога від роси та дощу.

Оптимальним етапом розвитку для зернобобових культур для заготівлі сіна є період проростання зерна – початок колосіння. Природну траву та посівну траву скошують причіпною або причіпною косаркою. Косять бобові

Оптимальним етапом розвитку для зернобобових культур для заготівлі сіна є період проростання зерна – початок колосіння. Природну траву та посівну траву скошують причіпною або причіпною косаркою. Косять бобові

Оптимальним етапом розвитку для зернобобових культур для заготівлі сіна є період проростання зерна – початок колосіння. Природну траву та посівну траву скошують причіпною або причіпною косаркою. Косять бобові

газонокосаркою. Висота зрізу натуральної трави та сіяної трави переважно становить 5-7 см.

Технологія розсипного збирання сіна включає косіння, плющення, ворущіння, згрібання, штабелювання, транспортування та бортування.

Найефективнішим способом заготівлі розсипного сіна для польового сушіння є висушування трави у валках до вологості 20-30 %, потім збирання її в круглі копиці граблями-підбирачами. У таких штабелях сіно підсушують до вологості 20 % і потім підтягують до скирти візками-штабелерами або завантажують у

транспортні засоби фронтальними навантажувачами та сіножаками.

### 1.2. Заготівля пресованого сіна

Пресоване сіно, заготовлене в полі, має значні переваги перед розсипним сіном. При заготівлі цього виду сіна значно зменшуються витрати праці.

Механічні втрати зменшуються приблизно в 2-2,5 рази за рахунок скорочення технічних операцій пресування, укладання та екручування сіна та транспортування його до місця зберігання. Пресоване сіно займає менше місця при зберіганні.

Останнім часом сіно заготовляють у валки. Процес збирання в рулони наступний: прес-підбирач збирає сіно з валків, згортає його в рулони і розміщує на полі. За допомогою обладнання ПШТУ-0,5 рулон завантажують у причіп трактора, доводять до плинтусного положення і цим же обладнанням укладають

у плинтус або на склад.

### 1.3. Заготівля подрібненого сіна

Заготівля подрібненого сіна значно зменшує втрати при збиранні та створює можливість повної механізації всіх процесів при заготівлі та роздачі кормів. За цією технологією зернозбиральний комбайн КСК-100 знімає з рулону

сухий матеріал вологістю 35-40% В - 280;

КПКУ - 75, КПІ - 2,4 та ПСЕ Інше - 12,5 з одночасним завантаженням у причіп; 2ПТС - 40, 2 ПТСР, Вет - 10К; . Довжина нарізаного сіна повинна бути

Для сушіння подрібненого сіна використовують комори або спеціальні вежі. За несприятливих погодних умов навіть активне провітрювання може не обов'язково висушити сіно до стандартної вологості через високу вологість повітря. У цьому контексті заслуговує на увагу досвід деяких господарств із зберігання подрібненого сіна високої вологості в бетонних силосах із сегментованими закритими кормами. Перед цим сіно ущільнюють важким трактором, ущільнюють поліетиленовою плівкою і шаром землі.

Для поліпшення ущільнення маси в канавах заввишки більше 4 м можна на двометровий шар укладеного, розрівняного і частково утрамбованого сінажу укласти свіжоскошену зелену масу шаром 15-20 см. Якщо висота траншеї досягає трьох метрів, зелені блоки кладуть поверх корму шаром 30-40 см, щоб краще ущільнити сіно і швидше поглинати кисень з повітря між частинками корму.

Після заповнення сховища і накриття зверху свіжозрізаними матками товщиною 30-40 см корм утрамбовують трактором, а потім накривають плівкою і шаром землі.

Правильний підбір сіна для годівлі тварин дуже важливий для збереження якості збережених кормів. Шафка відкривається тільки з одного боку своєї довжини і не повинна використовуватися більше 4 днів взимку і 2-3 днів в теплому пору року.

Для вивантаження корму використовують фрезерні завантажувачі ПСК-5 та інші, які зрізають пласт по всій товщині. Такий вибір сіна запобігає його самонагріванню. Розкривати сіно по всій траншеї категорично забороняється, тому що на повітрі сіно швидко нагріється і засвоєваність основних поживних речовин, особливо протеїну, різко знизиться. У деяких випадках їжу розігрівають так, що відбувається процес самозаймання.

**1.4. Заготівля сіна активним вентиляванням.** При заготівлі сіна велике значення має час, протягом якого скошена трава залишається на полі. На першому етапі після скошування відносно швидко випаровується вільна вода

(бобові — до 50-55%, зернові — до 40-45%). На другому етапі сушіння з 45% до 25% швидкість сушіння зменшувалася в 5-6 разів, що призвело до збільшення втрат травостою на полі. Чим довше зрізаний матеріал залишається незібраним, тим більше поживних речовин і біоактивних речовин втрачається внаслідок біологічних процесів, розвитку мікроорганізмів, а також змивається дощем і росою.

Крім того, при сушінні скошеної трави в полі до 20% вологості збільшуються механічні втрати за рахунок обламування листків і суцвіть, які сохнуть набагато швидше ніж стебла. Час перебування живців у полі значно скорочується, якщо

живці зібрані ще вологими та висушені до умовної вологості методами активної вентиляції. При цьому зменшуються втрати поживних речовин і покращується якість корму. Розсипне, пресоване і подрібнене сіно можна сушити при активному вентиляванні. Для сушіння розсипного сіна в скиртах траву досушують до вологості 35-40%, у сіножатах до вологості 40-45%, а в польовому пресованому сіні траву досушують до вологості 35-40%, 40%, а потім пресують з невеликою щільністю. Висушену в польових умовах траву сушать на спеціальному обладнанні, що включає вентилятори та повітророзподільні системи, а при необхідності — повітронагрівачі.

Для сушіння розсипного і пресованого сіна рекомендують вентилятори різних марок. Вони повинні забезпечувати подачу повітря 800-1100 м<sup>3</sup>/год. Тиск води під 15-17 мм на 1 квадратний метр площі, ст. Сіно пресове, відповідно розсипне сіно 350-400 м<sup>3</sup>.

Швидкість, з якою трави сушать при активній вентиляції, повністю залежить від вологопоглинальної здатності повітря, яка змінюється залежно від температури повітря та відносної вологості. Добре відомо, що в повітрі міститься помірна кількість водяної пари, яка характеризується значенням відносної вологості (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Вміст водяної пари в повітрі залежно від температури та відносної вологості, г/м<sup>3</sup>  
Відносна вологість повітря, %

Температура повітря, °С	50	60	70	80	90	100
10	4,7	5,6	6,5	7,5	8,4	9,4
15	6,4	7,7	9,0	10,3	11,7	12,8
20	8,6	10,3	12,1	13,8	15,5	17,3
25	11,5	13,8	16,1	18,4	20,7	23,1
30	15,1	18,1	21,1	24,2	27,3	30,3

Будівництво сховищ з польовими і польовими системами повітророзподілу відповідно до ґрунтово-кліматичних умов і глибини ґрунтових вод.

Зовнішні системи добре розподіляють повітря за масою, але вони займають частину корисного об'єму, що зберігається, і потребують додаткових витрат на роботу, щоб зняти та встановити повітророзподільник. Якщо підрізні канали не видалити, вони можуть значно ускладнити механізоване вивантаження сіна.

Система польового повітророзподілу забезпечує більшу свободу пересування машин і механізмів під час укладання та розвантаження сухого матеріалу та готового сіна. Такі системи повинні бути захищені від затоплення ґрунтовими та дошовими водами. Їх споруджують на ділянках, де ґрунтові води залягають не менше 2 м і можуть дрениватися. У деяких випадках для запобігання затопленню повітророзподільних каналів у сінохховищах влаштовують насипні підлоги і високі фундаменти.

Існує три типи присадибних систем для активного вентиляції сіножатів:

- з вбудованими вушними раковинами на відстані 4,5 м один від одного.

Канали перекриті дерев'яними латами, залізобетонними перемичками та металевими поясами. Система розподілу повітря використовує відцентрові або осьові вентилятори.

- Система розподілу повітря для квартирних приміщень, розроблена Науково-дослідним проектно-технологічним науково-дослідним інститутом

механізації та електрифікації сільської місцевості в нечерній місцевості. Приміщення буди розкопані у вигляді прямокутників, розміщених по всьому склепінню. Якщо дивитися зверху, то вона покрита рейковими підлогами.

Посередині, по діагоналі, камера суцільною перегородкою розділена на дві трикутні частини. Подача повітря в кожен секцію здійснюється від окремого вентилятора, встановленого з одного боку трикутної основи, уздовж поздовжніх стінок сховища.

- Система повітророзподілу з відкритою ґратчастою підлогою, повітря

подається з центрального каналу або від окремих вентиляторів до кожної секції.

Конструктивні особливості цієї системи дозволяють заганяти транспортні засоби на склад для розвантаження товару, що знижує трудовитрати на монтаж.

Для безперешкодного скидання відпрацьованого вологого повітря буди побудовані склади з вікнами, площа яких в 5 разів перевищує загальну площу каналів, по яких вентилятори подають повітря в масу.

Отримати якісне сіно під час тривалої дошової погоди можна двома способами.

При першому способі сіно аерують повітрям, нагрітим до 5-7<sup>o</sup>C. Нагрівання повітря на 1<sup>o</sup>C знижує його відносну вологість на 4-5%, що дозволяє сушити сіно

24/7, включаючи періоди високої відносної вологості (понад 90%). Вентилятор можна вимикати тільки під час дощу. Підігрів повітря для сушіння сіна може здійснюватися теплогенераторами на рідкому паливі, електронагрівачами та водяними теплообмінниками.

В іншому методі збережену або висушену суху речовину обробляють безводним аміаком (10 кг на тону), щоб запобігти її погіршенню в часом. При гарній погоді активне вентиляційне сушіння продовжиться.

Цим способом краще обробляти сіно в стогах і скиртах безводним аміаком.

У канал вентиляційної системи прокласти 2-дюймову перфоровану металеву трубу діаметром 3 мм. Довжина труби повинна бути на 2 м коротше швелера.

Один кінець труби заглушили, а до іншого приварили різьбове з'єднання, щоб

з'єднати її з резервуаром для зберігання рідкого аміаку. Сторона муфти довжиною 3 м не має отворів.

2 хвилини після запуску. Облівальники роблять 15-20-хвилинні перерви протягом одного або кількох сеансів. Подайте аміак, поки його пари не почнуть виходити із спідниці.

Тиск повітря проптовхує пари аміаку в усі ділянки сіна, що сушиться, що забезпечує рівномірну обробку. Повітропровід можна використовувати поперемінно на кількох вентиляційних каналах.

Роботи з аміаком повинні проводитися спеціально навченими працівниками, суворо дотримуючись правил безпеки.

Сіно зберігають у активно провітрюваних і сухих приміщеннях або переносять на спеціально обладнані відгодівельні майданчики, склади чи пункти. Вологість сіна, придатного для тривалого зберігання, не повинна перевищувати 17%.

Під час зберігання сіна постійно контролюйте температуру за допомогою дистанційного термометра або стрижня з металевим наконечником довжиною 1,5-2,0 см. Перевіряйте температуру сіна щодня протягом перших 7-10 днів після закінчення провітрювання, потім - через тиждень. При виявленні вогнищ самозігрівання сіна застосовують додаткове провітрювання.

### Висновок по розділу

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що найбільш перспективними є технології заготівлі сіна, які сушать сіно шляхом активної вентиляції в сушарках з прокладеними пневматичними каналами та використанням сонячних повітрянагрівачів. При сушінні подрібненого сіна виникають великі труднощі із завантаженням його в сіносклад і подальшим його вивантаженням. Тому механізація вантажно-розвантажувальних робіт під час сушіння сіна в сіноскладі має важливе народногосподарське значення для України і потребує подальших досліджень.

## РОЗДІЛ 2

# ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ПРИ ЗАГОТІВЛЕННІ ТА ДОСУШУВАННІ СІНА

## 2.1. Пневматичний транспортер-завантажувач ТПЭ-10А

Струминний пневматичний транспортер ТПЭ-10А використовується для транспортування сіна, соломи, сухого торфу, тирси та ін. Основними компонентами машини є: рама, вентилятор, перегородка, живильний бункер, проміжна камера, розвантажувальна труба з вітровим дефлектором і ходова частина.

Конвеєр оснащений двостороннім всмоктуючим вентилятором середнього тиску. Складається з ротора (крила) і фюзеляжу. Основними вузлами ротора є вал, втулка і диск, з обох боків якого приварені вісім лопатей спеціального профілю. Ротор обертається в двох радіальних сферичних шарикопідшипниках.

Ведучі шківни можуть бути встановлені на будь-якому кінці ротора. Отвір корпусу вентилятора з боку всмоктування закритий напрямними лопатками, які запобігають блокуванню вентилятора транспортованим матеріалом і спрямовують потік повітря до ротора.

Перегородка приварена до корпусу вентилятора. Використовується для збільшення швидкості повітряного потоку, що нагнітається вентилятором у проміжну камеру.

Завантажувальний бункер кріпиться болтами до корпусу вентилятора та проміжної камери. Укіс бункера встановлений під кутом 55° від вертикалі.

Проміжна камера використовується для змішування транспортованого матеріалу з потоком повітря. Він з'єднує завантажувальний бункер і розвантажувальну трубу. До нього підключається обфускатор від вентилятора.

У верхній частині камера має закритий люк, який забезпечує доступ до її внутрішньої частини в разі засмічення транспортованим матеріалом. Всередині



порожнини встановлений спеціальний клапан, який забезпечує повернення повітря в завантажувальний бункер при закупорці порошнини або труби.

Труба складається з 15 прямих секцій, 4 колін і направляючої шторки. Коліно забезпечує загальний кут повороту труби 180°. Різні ділянки труби з'єднуються один з одним за допомогою хомутів.

Усі агрегати верстата змонтовані на зварній рамі, яка в робочому положенні ззаду спирається на опори рами, а спереду – на опори.

Опорні катки шарнірно закріплені на задньому кронштейні рами. У робочому положенні машини колеса підняті.

Конвеєрна стрічка працює наступним чином. Матеріал рухається під дією власної ваги, і за рахунок нагнітання повітряного потоку матеріал з бункера потрапляє в проміжну камеру, де змішується з повітряним потоком, що надходить в цю камеру від вентилятора через кополімеризатор. Отримана сіноповітряна суміш закачується в трубопровід і надходить по трубопроводу в

призначене місце. Напрямні сонцезахисні козирки, встановлені на кінці труби, рівномірно розподіляють її по точці подачі. Під час роботи конвеєра клапан проміжної камери відкривається за рахунок нагнітання повітряного потоку в нагнітальний патрубок. Після того, як у самому каналі або камері утворюється

засмічення, повітря повертається з машини через бункер. Після цього клапан закривається під тиском цього повітря і перешкодить його виходу в завантажувальний бункер. У середній камері підвищується тиск, що усуває пробки, і машина автоматично переходить на нормальний режим роботи.

### Технічна характеристика транспортера ТПЗ-10А

Продуктивність при переміщенні сіна і соломи т/год.....	1-10
Частота обертання ротора, об/хв. ....	1460
Потужність електричного двигуна, кВт .....	22
Апретується з трактором .....	Т-25 А
Діаметр шківів, мм .....	160
Загальна довжина трубопроводу, м .....	47

Діаметр трубопроводу, мм.....	600
Габарити без трубопроводу, мм:	
довжина.....	3800
ширина.....	1700
висота в робочому положенні.....	1450
висота в транспортному положенні.....	1660
Маса, кг:	
без трубопроводу.....	340
з повним комплектом трубопроводу.....	1285

Козирок черевика управляється дистанційно за допомогою двох мотузок.  
 Конвеєри оснащені тракторами Т-25А або електродвигунами потужністю 22 кВт з відповідними приводними шківками діаметром 160-180 мм.

Встановлюючи конвеєр, слідкуйте за тим, щоб доріжка поверталася якомога менше разів. Не встановлюйте кілька колін поспіль. Не підключайте їх до проміжної камери одночасно. Між камерою і колінами, а також між колінами краще встановити 1-2 прямих відрізка труби. Матеріали повинні подаватися в бункер безперервно і рівномірно.

Ремонт автомобілів 1-4 людини.

## 2.2. Геліопідігрівачі повітря

Сонячна енергія широко використовується для нагрівання повітря в процесі сушіння різноманітної сільськогосподарської продукції, в тому числі сіна. Якість сіна покращується за рахунок активного вентилявання під час сушіння сіна в скиртах і сінажниках. Цей процес можна підсилити нагріванням атмосфери. Таким чином, час сушіння на повітрі, нагрітому до 30 о С, зменшено вдвічі, а час до 40 о С – у 2,7 рази порівняно з сушінням на ненагрітому повітрі.

**2.2.1. Плівочний сонячний колектор.** Вільямс названий на честь корму, розробленого ВНИІ. Призначений для сушіння сіна, насіння трав і зерна, тютюну

і фруктів. Циліндричний модульний колектор універсальної безкаркасної конструкції, в якому труби з чорної плівки вставляються в труби з прозорої плівки великого діаметру, які можна збирати і розбирати. Він являє собою 10

циліндричних модулів, з'єднаних з одного кінця з розподільником, а з іншого - з фідером. Повітря в колектор подається окремим вентилятором з двигуном 4,5

кВт. Повітря, що нагнітається в розподільник, поширюється по модулях, де омиває чорну плівку, нагріту з обох боків сонячними променями, нагрівається і через приймальну порожнину направляється до повітряозабірника пристрою

активної вентиляції, де змішується з атмосферним повітрям, надходячи в канал

спідниці під ногами.

У сонячні дні колектори нагрівають повітря до 20-35°C, знижуючи при цьому відносну вологість повітря з 50-70% до 30-40%. У похмуру погоду без опадів під

впливом розсіяної радіації температура повітря в колекторі підвищиться на 6-

8oC, а відносна вологість знизиться на 15-30%.

#### Технічна характеристика плівочного колектора

Теплова потужність, кВт.....40

Робоча площа, м<sup>2</sup> .....150

Діаметр теплопоглинаючої труби, м.....0,85

Діаметр прозорого шару, м.....1,0

Робоча довжина, м .....15

Середнє значення КПД, %.....60

Продуктивність вентилятора, м<sup>3</sup>/ч.....170

Маса без вентилятора на вході, кг.....180

#### 2.2.2. Геліопристрій для сушіння сіна. Розроблений ВНПТТІМЕСХ.

Призначений для підігріву повітря під час сушіння сіна скиртою та активної вентиляції в сіноскладі. Можна також використовувати для сушіння пучка

насіння трави, кукурудзяного зерна та насіння соняшнику.

Складається з осевого вентилятора і плівкового колектора, наповненого повітрям, який включає розподільно-збірні канали і теплоприймальну секцію.

Роздавальний і монтажний шланги взаємозамінні і складаються з двох частин. У крайній частині розташовані вікна, а відповідна труба підключена до вікна. Поперечний переріз теплоприймача являє собою W-подібну хвилясту поліетиленову плівку чорного кольору, а вершина з'єднана з верхньою і нижньою прозорими захисними оболонками. Секції теплоприймача з'єднані колекторно-розподільними трубами з перехідними рамами.

Атмосферне повітря нагнітається вентилятором в розподільний канал і через вікно в порожнину секції теплоприймача. Коли деталь досягає заданого тиску, колектор розправляється і приводиться в робоче положення. Повітря, що опромінює поверхню нагріву колектора, нагрівається і подається через вихідний патрубок колекторної труби на вхід вентилятора установки УВС-16, де змішується з атмосферою і закачується в підніжний канал скирти.

#### Технічна характеристика геліопристрою для сушіння сіна

Робоча площа колектора, м <sup>2</sup> .....	200
Витрата повітря, тиск м <sup>3</sup> /ч.....	11-16
Кількість секцій теплоприймача, шт.....	13
Довжина секції термоприймача, м.....	15

Товщина плівок, мм:

теплопоглинаючої .....	0,25
захисного покриття.....	0,15
трубопроводу.....	0,6

Потужність електродвигуна нагнітаючого вентилятора, кВт.....

Маса колектора, кг.....

220

**2.2.3. Геліоколектор для сушіння сіна.** Розробник ЛитНИИМЕНІ. Є дві моделі на вибір.

У першому випадку це одношарне покриття безбарвним лаком. Вони використовуються для реконструкції існуючих сіносуховищ і для будівництва нових. Їх встановлюють з південної сторони кімнати.

Колектор складається з рами висотою 250-300 мм, закріпленої на переносній площині, пофарбованої в чорний колір. Каркас з безбарвним покриттям — армована плівка ПВХ. Теплоносії — атмосферне повітря, що всмоктується вентилятором, проходить по каналу, утвореному між транспортною площиною і прозорим покриттям, нагрівається і закачується в стіг сіна.

На південному схилі сіноскладу розташована зона збору тепла площею 600 квадратних метрів, яка отримує 2,7-3,0 кВт/год на добу теплової енергії, що дозволяє в середньому нагріти повітря за цей період на 3,0-3,4о С, частково споживаючи 180 тис. куб. При цьому інтенсивність сушіння збільшується в 1,5-3,0 рази, якість корму підвищується на 18-30%, а енерговитрати знижуються на 40-80 кВт/год. за тону сіна.

У другому варіанті сонячний колектор, який служить і кришкою, і огорожею, виготовлений зі скловолокна і плівки ПВХ. Колектори встановлені на схилах і стінах приміщення, зовнішні розміри 60x18x11 метрів, продуктивність сушарок з використанням даного колектора 1200 тонн за сезон.

#### Технічна характеристика геліоколектора для сушіння сіна

Загальна площа колектора, м <sup>2</sup> .....	2000
Середнє добове тепловиробництво, кВт.год.....	6400-11200
Потужність, кВт.год.....	620-750
Число вентиляторів, шт.....	20
Продуктивність вентиляторів, тис. м <sup>3</sup> /ч.....	760

Ця версія має тривалість сонячного нагріву повітря 16 годин на добу під час збирання сіна.

#### 2.2.4. Геліосушарка для сушіння сіна. Розробник SibIME.

Продуктивність - 1200 тонн за сезон, площа колектора - 1200 м2. Сезонна економія електроенергії - 250 000 кВт/год. Цей прилад може збільшити швидкість сушіння в 2-3 рази.

Сонячний колектор жорсткої конструкції без витяжного вентилятора із загальною продуктивністю повітря до 50 000 м<sup>3</sup>/год

### 2.2.5. Геліоповітрянагрівач. Розроблено MPTIMESH. Призначений

для поглинання сонячної енергії, перетворення її на тепло та відведення остаточного повітря, яке нагнітається вентиляторами в тюки сіна для сушіння сіна.

Сонячні повітрянагрівачі встановлені на даху та бічних стінках сінника та збираються з окремих модулів. Модуль складається з центральної частини у

виділі коробка з темною основою, в якій розміщений радіатор, і двох бічних

частин у вигляді тригранних призм, одна з граней яких виконана з темного сталевих листа. Бічні секції з'єднані з центральною за допомогою петель. У робочому положенні всі деталі мають світлопроникне покриття з полімерної плівки.

Модулі сонячних повітрянагрівачів розміщені на даху таким чином, що утворюється єдиний канал для потоку повітря, який забезпечують вентилятори.

Бічні сонячні повітрянагрівачі розміщені біля стін сінника, щоб вентилятори були всередині. На похилі доріжки таких утеплювачів натягується полімерна плівка. Схема потоку повітря показана на малюнку.

Щоб збільшити термін служби прозорого покриття, після висихання сіна сонячні повітрянагрівачі на даху сінноскладу перемикаються в режим зберігання.

Для цього рухомі бічні секції повертаються навколо петель і кладуть плівку вниз на поверхню центральної секції. При цьому захищене від атмосферних опадів,

вітру і пилу безбарвне покриття укладається на подвійний скат даху, який утворений металевими теплопоглинаючими поверхнями бічних секцій.

Сонячні повітрянагрівачі мають ККД 0,4.

Термін окупності сінноскладища з сонячним повітрянагрівачем становить приблизно рік, безперервна робота без капітального ремонту становить не менше 5 років.

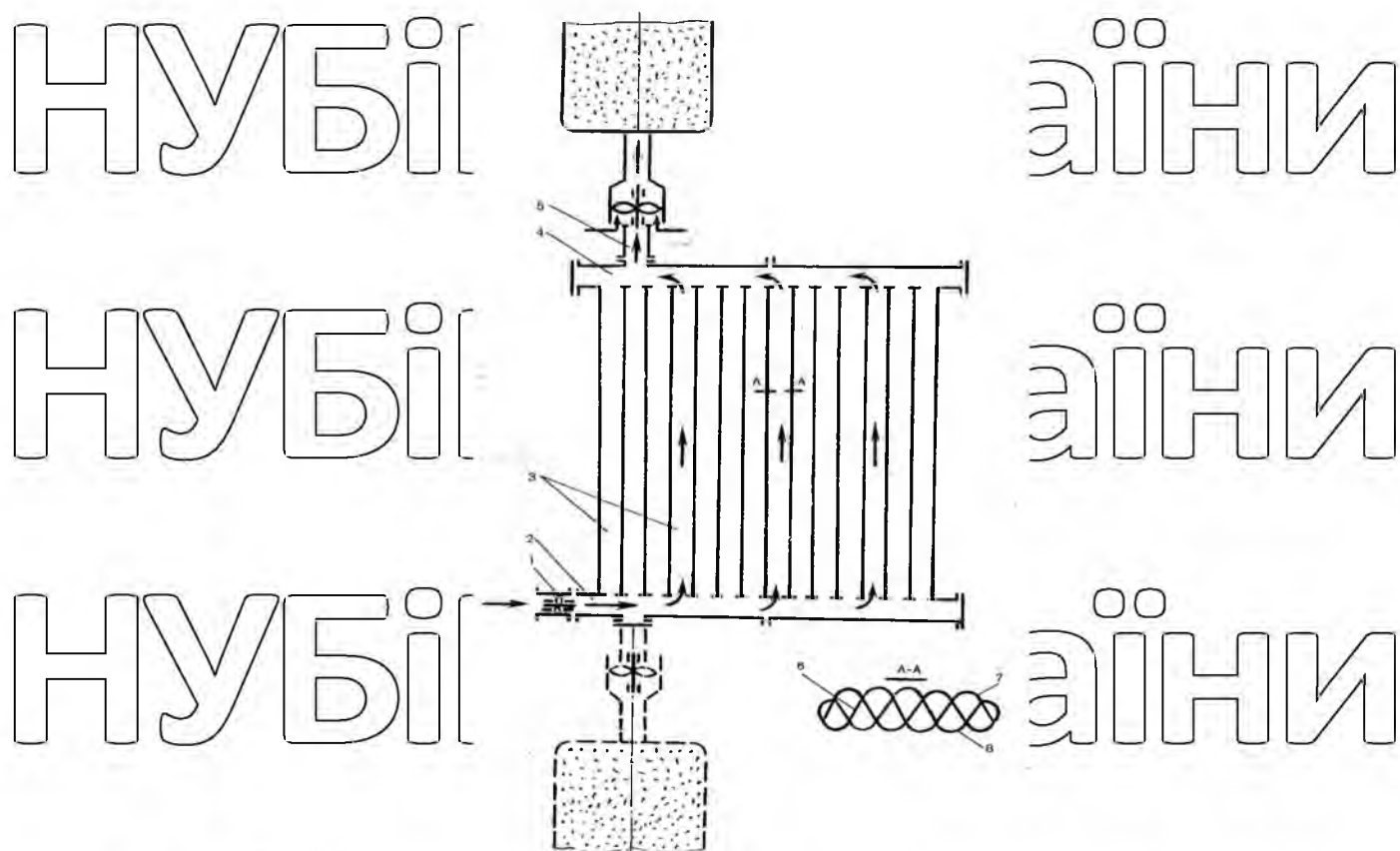


Рис.2.1. Схема геліоустановки для сушки сіна конструкції ВНИПТІМЕСІ:

1 – вентилятор; 2 – розподільчий повітропровід; 3 – секція теплоприймача; 4 – збірний повітропровід; 5 – випускний патрубок; 6 – чорна поліетиленова плівка; 7, 8 – захисна прозора оболонка.

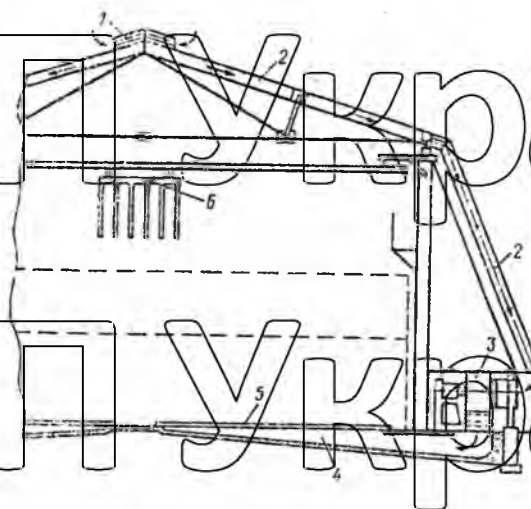


Рис.2.2. Схема сонячного колектора:

1 – повітрязабірна шахта; 2 – канал сонячного колектора; 3 – вентилятор ВЦ 4-70 №10; 4 – вентиляційний канал; 5 – вентиляційна решітка; 6 – рейферний завантажувач.

**2.2.6. Геліоколектор-сушарка.** Розробник SibIME. Використовуються для сушіння сіна в скирті шляхом активної вентиляції та підігріву осушувача повітря надходить як від сонця, так і тепле повітря, що виходить із скирти.

Складається з надувного елемента у формі спідниці з двома насосними каналами та одним збірним каналом.

Крім вентиляторів УВС-16 використовуються також допоміжні вентилятори. Процес сушіння сіна в цій сушарці відбувається в 1,3-1,5 рази швидше порівняно з атмосферною вентиляцією. Розрахована на стандартні розміри спідниць.

#### Технічна характеристика геліоколектора - сушарки

Активна площа колектора, м <sup>2</sup> .....	250
Об'єм просушеного сіна, м <sup>3</sup> .....	600
Маса сіна, т.....	160-180
Витрата повітря, м <sup>3</sup> /год.....	12000
Потужність допоміжного вентилятора, кВт.....	2,2
Підігрів повітря, °С.....	10-15

**2.2.7. Надувний геліопристрій.** Розроблено ВНДІ механізації сільського господарства. Спеціально розроблений для сушіння сільськогосподарських матеріалів за допомогою сонячної енергії. Колектор надувний з прозорим покриттям і абсорбуючою поверхнею з чорної плівки.

#### Технічна характеристика надувного геліопристрою

Теплова потужність, кВт.....	37,5
Площа колектора, м <sup>2</sup> .....	80
Максимальна витрата теплоносія, тис.м <sup>3</sup> /год.....	15
Ступінь підігріву повітря при максимальній витраті, °С.....	6
Економія рідкого палива за 4-місяці, т.....	1,5
Маса, кг.....	150

**2.2.8. Геліоповітренагриваюче обладнання ГУ-15.** Розроблено НВО Армсільгоспмеханізація. Використовується для підігріву повітря за допомогою



сонячної енергії в системі опалення сушарок різних сільськогосподарських матеріалів. Підходить для місцевостей, де середня інтенсивність сонячного випромінювання влітку і восени знаходиться в межах 700 Вт/м<sup>2</sup>.

Має жорстку структуру.

Матеріал рами - алюміній. Для цієї системи потрібен додатковий вентилятор змінного струму.

#### Технічна характеристика геліоповітренагрівача

Теплова потужність, кВт.....0,7

Об'єм повітря, що нагрівається в одному модулі, м<sup>3</sup>/год.....50

Максимальна температура підігріву повітря, °С.....20-25

ККД обладнання.....0,4

Габарити, мм.....2000 x 1000 x 120

Маса, кг.....50

Загальний термін експлуатації обладнання становить не менше 7 років.

Технічне обслуговування проводиться не частіше одного разу на місяць.

Обладнання площею 344 квадратних міліметра, 12 тонн нафти та дизельного палива в сухий сезон.

**2.2.9. Повітренагрівач.** Розробник ЦНИПТИМЕЖ. Спеціально розроблений для нагрівання повітря сонячною енергією. Являє собою жорстку конструкцію «hot box» з фасадом із прозорої поліетиленової плівки та абсорбером із чорного матеріалу.

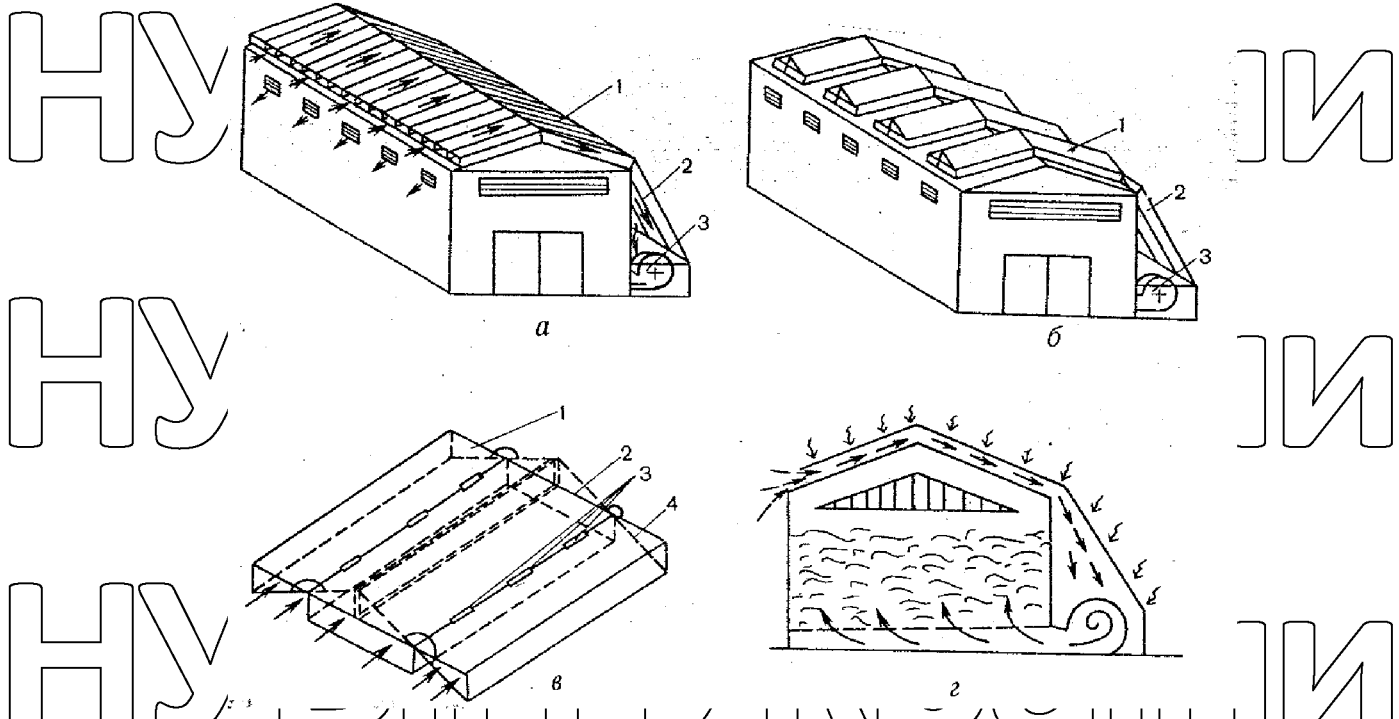


Рис.2.3. Геліоповітронагрівач сушарки конструкції ІНТНМЕСГ:  
*а* – розміщення в сіносховищі в робочому режимі; *б* – розміщення в сіносховищі в режимі зберігання; 1 – модулі; 2 – боковий нагрівач; 3 – вентилятор; *в* – модуль; 1 – бокові секції; 2 – центральний короб; 3 – шарніри; 4 – грань в листовій сталі; *г* – схема повітряного потоку.

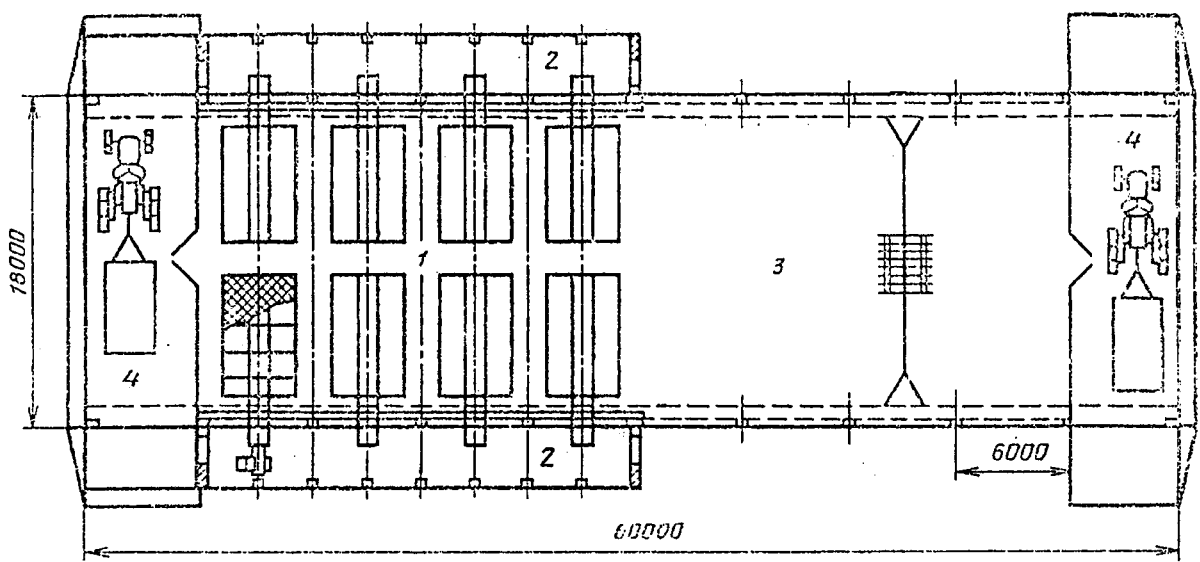


Рис.2.4. Геліоколекторна сушарка, продуктивністю 750 т сіна в сезон з блоком зберігання.

1 – сушильне відділення; 2 – вентиляційні камери; 3 – блок зберігання сіна; 4 – завантажувально-розвантажувальні відділення.

Площа абсорбера, м<sup>2</sup>.....25  
Витрата повітря, тис. м<sup>3</sup>/год.....5-7  
Підігрів повітря, °С.....5  
Коефіцієнт ефективності.....0,8  
Металоємність, кг/м<sup>2</sup>.....5

Габарити, мм.....12500 x 600 x 1250

Абсорбер колектора випускається в двох варіантах: скловолокно або чорна поліетиленова плівка, пофарбована в чорний колір, зі спеціальною технологією зниження тепловтрат.

Сонячні колектори виготовлені зі збірних дерев'яних елементів, сформованих у ромбовидну структуру поперечного перерізу та покритих мембраною.

У сіносховищах використовують один збірник на вентилятор, а при заготівлі сіна на боргах обладнують чотирма для використання з агрегатами УВС-10 або УВС-16.

Споживання електроенергії зменшується вдвічі при використанні сонячних повітрянагрівачів порівняно з сухою атмосферою без обігріву.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**РОЗДІЛ 3**  
**РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО**  
**ПРИСТРОЮ СІНОСХОВИЩА**

**3.1. Розрахунок пневматичної системи пристрою для завантаження сіна**

Вихідні дані для розрахунку:

- відстань пневматичної подачі сіна -  $L \cong 60$  м ;
- висота подачі сіна -  $H_n = 10$  м ;
- продуктивність пневмотранспортера -  $G_{np} = 2$  т/год;
- питома вага сіна -  $\rho = 90$  кг/м<sup>3</sup>;
- швидкість витання сіна -  $V_s = 8,5$  м/с ;
- температура оточуючого повітря -  $t = 20$  °С.

Завантажувальний бункер розміщено на нагнітальній частині повітропроводу.

Розрахунок:

**3.1.1.** Визначаємо коефіцієнт об'ємної концентрації – відношення об'єму секундної подачі продукту до об'єму секундної подачі повітря

$$E_{об'єм} = V_{np} / V_{пов.} \quad (1)$$

де,  $V_{np}$  - об'єм секундної подачі продукту;

$V_{пов.}$  - об'єм секундної подачі повітря.

При транспортуванні соломи, сіна, зернових продуктів:

$$E_{об'єм} = 1/1000...1/2000.$$

Вибираємо [1]  $E_{об'єм} = 1 / 1000$ .

**3.1.2.** Коефіцієнт вагової концентрації – відношення ваги транспортованого продукту до ваги транспортуючого повітря:

$$E_{ваг} = G_{пр} / G_{нов} = (V_{пр} \times \rho_{пр}) / (V_{нов} \times \rho_{п}) \quad (2)$$

де,  $G_{пр}$  - вага транспортованого продукту, кг;  
 $G_{нов}$  - вага транспортуючого повітря, кг.

$E_{ваг} = 1 / 1000 \times 90 / 1,1 = 0,082$  кг.

**3.1.3.** Залежність між швидкістю транспортуючого повітря  $V_{нов}$ , швидкість витання продукту  $V_v$  і коефіцієнтом вагової концентрації  $E_{ваг}$  наведено в [3,

табл. 35]. При  $E_{ваг}$  менше 1,0 відношення  $V_{нов} / V_v$  для сіно-соломистих матеріалів становить 1,5...2,0.

Вибираємо  $V_{нов} / V_v = 2,0$ .

При швидкості витання сіна  $V_v = 1,5$  м/с, швидкість транспортуючого повітря в трубопроводі буде:

$$V_{нов} = 2 \times V_v = 2 \times 8,5 = 17 \text{ м/с} \quad (3)$$

**3.1.4.** Знаходимо секундну подачу матеріалу:

$$V_{пр} = G_{пр} / 3600 \times \rho_{пр}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (4)$$

де:  $G_{пр}$  – подано в кг/ год

$$V_{пр} = 2000 / 3600 \times 90 = 0,061 \text{ м}^3/\text{с}.$$

**3.1.5.** Визначаємо секундну подачу повітря з співвідношення (1):

$$V_{нов} = V_{пр} / E_{об'єм}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5)$$

$$V_{нов} = 0,061 / 1000 = 6,1 \text{ м}^3/\text{с}$$

3.1.6. Визначаємо діаметр повітропроводу:

$$d_n = \sqrt[3]{4 \times V_{нов} / \pi \times V_{нов}, м} \quad (6)$$

де:  $V_{нов}$  - секундна подача повітря, м<sup>3</sup>/с;  
 $V_{нов}$  - швидкість повітря, м/с.

$$d_n = \sqrt[3]{4 \times 6,1 / \pi \times 17} = 0,47 м \approx 470 мм$$

Для забезпечення нормальної роботи пневмотранспортера при завантаженні сіна діаметр повітропроводу має бути не менше 470 мм. В серійній машині ТПЭ-10А він становить 600 мм, що нас задовольняє.

3.1.7. Визначаємо величину повного напору, який повинен створювати вентилятор, для забезпечення надійного транспортування сіна:

а) опір тертя повітря об стінки повітропроводу [3, ф. 8]:

$$R_h = 6,61 \times (V_{нов} / d_n) \times (\rho / 1,2) \quad (7)$$

Де:  $R_h$  - опір тертя повітря в мм вод. ст.;

$d_n$  - діаметр повітропроводу в мм;

$V_{нов}$  - швидкість повітря в м<sup>3</sup>/с;

$\rho$  - питома маса повітря в кг/м<sup>3</sup>.

б) загальна величина місцевих втрат в трубопроводі:

Трубопровід має 2 коліна з радіусом кривизни  $4 d_n$ , а одне коліно з радіусом кривизни  $d_n$  і закруглені краї при вході повітря. Користуючись [1, табл. 4], знаходимо величини місцевих втрат:

$$E_1 = 2 \times 0,12 = 0,24; \quad E_2 = 0,3; \quad E_3 = 0,5.$$

Загальна величина місцевих втрат:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 = 0,24 + 0,3 + 0,5 = 1,04 = 10,4 Па. \quad (8)$$

в) питома вага суміші повітря і соломи:

НУБІП УКРАЇНИ  $\text{кг/м}^3$ . (9)

г) повний напір:

НУБІП УКРАЇНИ 
$$H_p = [R_h \times L + E (V_{нов}^2 \times S / 2g)] \times (1 + E_{ваг} \times \text{tg} \varphi) + (V_{нов}^2 \times S / 2g) + (V_{пр} \times H_p / V_{нов})$$
 (10)

В даній формулі  $S$  залежить від співвідношення швидкостей транспортуючого повітря і швидкості витання. В нашому випадку:

НУБІП УКРАЇНИ  $V_{нов} / V_s = 17 / 8,5 = 2$ , а  $\text{tg} \varphi = 0,18$   
Тоді:

НУБІП УКРАЇНИ 
$$H_p = [0,65 \times 60 + 1,04 (289 \times 1,19 / 2 \times 9,81)] (1 + 0,082 \times 0,18) + (289 \times 1,19 / 2 \times 9,81) + (0,0061 \times 90 \times 10 / 6,1) = (39 + 18,23) \times 1,015 + 17,53 + 0,9 = 76,52 \text{ мм. вод. ст.}$$

### 3.1.8. Визначаємо діаметр сопла завантажувальної воронки:

а) швидкість повітря в соплі воронки :

НУБІП УКРАЇНИ 
$$V_{вор} = 2g \times H_p / \eta \rho_n$$
 (11)  
де,  $\eta$  - к. к. д. воронки (приймаємо  $\eta = 0,9$ ).  
$$V_{вор} = 2 \times 9,81 \times 76,52 / 1,1 \times 0,9 = 38,94 \text{ м/с}$$

Швидкість повітря в соплі воронки не повинна перевищувати 45 м/с, якщо вона буде більша цього значення, значно зросте потужність на привід пневмотранспортера.

б) діаметр сопла завантажної воронки.

НУБІП УКРАЇНИ 
$$d_c = 4 V_{нов} / \pi V_{вор}$$
 (12)  
$$d_c = (4 \times 6,1) / \pi \times 38,94 = 0,45 \text{ м}$$

### 3.1.9. Потужність, необхідна для приводу вентилятора.

$N = (V_{нов.} \cdot H_e \cdot B) / 102 \times \eta_v \times \eta_n, \quad (13)$

де,  $B$  – коефіцієнт запасу потужності, приймаємо

$B = 1,1$  [3, таб. 5].

$\eta_v$  – к.к.д. відцентрових вентиляторів ( $\eta_v = 0,45 \dots 0,64$ ), приймаємо

$\eta_n = 0,56$ ,  
 $\eta_n$  – к.к.д. пасової передачі,  $\eta_n = 0,9$ .

Тоді:

$$N = 6,1 \times 76,52 \times 1,1 / 102 \times 0,56 \times 0,9 = 9,99 \text{ кВт.}$$

**3.1.10.** Вибираємо необхідний вентилятор.  
Продуктивність вентилятора (за годину).

$$V_{нов.} = 6,1 \times 3600 = 21960 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Величина напору  $H_p = 76,52$  мм. вод. ст.

По цим величинам за ГОСТ 649 – 91 підбираємо вентилятор ЦАГИ № 6 7/2, к.к.д. цього вентилятора становить  $\eta_v = 0,56$ .

За ГОСТ 5459–90 підбираємо для приводу вентилятора електродвигун

трифазного струму загального застосування 4А 132 М4У3, потужністю  $N = 11$

кВт, частота обертання валу  $n = 1500$  об./хв.

### 3.2. Розрахунок клинопасової передачі

Оскільки вентилятор навантажувального агрегату працює одночасно через електродвигун і ВВП трактора, а крутний момент передається через клинопасову передачу, то визначимо розміри шківів і діючі на них сили.

Нескінченний клиновий гумовий трансмісійний ремінь виготовлений із

кордної тканини та корду. Для малих діаметрів блоків і високих швидкостей

рекомендується використовувати канатні стрічки, при відносно великих діаметрах блоків – канатні планки.



Розрахована ширина приблизно дорівнює ширині талії по середній лінії. Він залишається незмінним, коли ремень перегинається на шківках будь-якого діаметру. Розташування розрахункової ширини визначає розрахунковий діаметр шківка, довжину і швидкість проходу.

Обчислена довжина смуги – це довжина її обчисленого рівня ширини. Внутрішня довжина пояса - це довжина по його внутрішньому колу.

Шнури виготовляються за домовленістю між споживачем і виробником, максимальною довжиною 4 м.

Підошва поясного профілю може бути плоскою або опуклою, а менша — плоскою або увігнутотою із закругленими кутами.

Ремені повинні зберігати робочі характеристики в діапазоні температур від -30 до +600С.

Клинопасові передачі частіше використовуються для малих колісних баз і зазвичай використовуються для великих передавальних відношень (до 10).

Максимальна різниця в довжині проходу для того самого набору відповідає допуску на різницю в довжині проходу для набору. Комплект паспортів складається з паспортів однієї групи, номер яких вноситься до штампа паспорті.

Вихідні данні для розрахунків:

Потужність електродвигуна - 11 кВт

Кутова швидкість - 75,5 м/с.

**3.2.1.** Підбираємо переріз пасів /Приймаємо паси тип В.

**3.2.2.** Вибираємо діаметр ведучого шківка.

$d_1=200$  мм (Допустиме відхилення  $\pm 2,0$  мм).

**3.2.3.** Діаметр веденого шківка знаходимо з формули.

$$d_2 = d_1 \cdot u_0 \cdot (1 - \varepsilon) = 450, \text{ мм}$$

де  $u_0$  - передаточне число;  
 $d_1$  - діаметр ведучого шківa;

$$\varepsilon = 0,02.$$

**3.2.4.** Уточнимо передаточне число:

$$u = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)} = \frac{450}{200(1 - 0,02)} = 2,2$$

де  $d_2$  - діаметр веденого шківa,  
 $\varepsilon$  - коефіцієнт пружного ковзання для прогумованих пасів.

**3.2.5.** Визначимо діаметр натяжного ролика що б уникнути провисання паса.

$$d_p = (0,75 \dots 1,0) d_1 = 0,75 \cdot 200 = 150 \text{ мм,}$$

$$\frac{a}{d_2} = 1,2.$$

**3.2.6.** Щоб визначити розрахункову довжину паса нам потрібно визначити розрахункову міжосьову відстань:

$$a = (1,5 \dots 2)(d_1 + d_2) = 1,5 \cdot 650 = 975 \text{ мм.}$$

**3.2.7.** Після того як ми знайшли розрахункову міжосьову відстань можемо знайти розрахункову довжину паса:

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) - \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \cdot 975 + \frac{\pi}{2}(200 + 450) - \frac{(450 - 200)^2}{4 \cdot 975} = 2954,5 \approx 3000 \text{ мм.}$$

3.2.8. Визначимо кінцеву міжосьову відстань:

$$a = 0,25 \left[ (L_p - b_1) + \sqrt{(L_p - b_1)^2 - 8b_2} \right] =$$

$$= 0,25 \left[ 3000 - 1020,5 + \sqrt{(3000 - 1020,5)^2 - 8 \cdot 125} \right] = 989 \text{ мм},$$

де  $L_p$  - розрахункова довжина паса,

$b_1, b_2$  - ширина канавок.

3.2.9. Після того як ми визначили остаточну кінцеву міжосьову відстань, визначимо кут обхвату паса ведучого шківка:

$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} = 165,6^\circ$$

3.2.10. Різниця між довжинами паса, яку треба вибрати відтяжним роликком.

$$\Delta L = L_p - L_0 = 3000 - 2954,5 = 45,5 \text{ мм}$$

де  $L_0$  - прийнята за стандартом розрахункова довжина.

3.2.11. Тепер підрахуємо кількість потрібних пасів  $z$  які визначаються за такою формулою.

$$z = \frac{P_1 C_p}{P_0 C_\alpha C_L C_Z} = \frac{11 \cdot 1,2}{4,21 \cdot 0,98 \cdot 0,96 \cdot 1} \approx 2$$

де  $C_p = 0,98$ ;

$P_0 = 4,21$  кВт;

$C_\alpha = 0,98$ ;

$C_L = 0,96$ ;

$C_Z = 1$ ;

$P_1$  - потрібна потужність.

Після підрахунку ми бачимо, що потрібна кількість пасів дорівнює 2.

# НУБІП УКРАЇНИ

3.2.12. Визначимо, які сили діють на клинопасову передачу.

Попередній натяг  $F_0$ :

$$F_0 = \frac{850 P C_p C_v}{z \sigma C_a} + Q \cdot \sigma^2 = \frac{850 \cdot 11 \cdot 1,2 \cdot 1}{2 \cdot 7,33 \cdot 0,98} + 0,30 \cdot 7,33^2 = 800 \text{ Н}$$

де:  $C_v = 1$ ;

$Q = 0,3$  – сила тиску на ведучій та ведений вали до початку і під час роботи;

# НУБІП УКРАЇНИ

$\sigma$  – початкове напруження

Визначимо потрібну швидкість паса  $V$ :

$$V = \frac{d_1 \omega_1}{2 \cdot 10^3} = \frac{200 \cdot 73,3}{2 \cdot 10^3} = 7,33 \text{ c}^{-1}$$

де  $\omega_1$  – кутова швидкість.

Визначимо колове зусилля яке діє на клинопасову передачу:

$$F_t = 10^3 \frac{P_1}{V} = 10^3 \frac{11}{7,33} = 1500 \text{ Н}$$

де  $P_1$  – потрібна потужність;

$V$  – швидкість клинопасової передачі.

# НУБІП УКРАЇНИ

Визначимо зусилля яке діє в ведучій гілці:

$$F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2} = 800 + 750 = 1550 \text{ Н}$$

# НУБІП УКРАЇНИ

Після цього, визначимо зусилля яке діє в відомій гілці:

$$F_2 = F_0 - \frac{F}{2} = 800 - 750 = 50H$$

де  $F_0$  - попередній натяг;

$F_t$  - зусилля яке діє на ведучій гілці.

Після того, як ми провели розрахунки по визначенню зусиль в ведучій і веденій гілці, можемо приступити до розрахунку зусилля на ведучому і веденому валу.

Визначимо зусилля яке діє на ведучій вал:

$$F_{b1} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1 F_2 \cos \alpha_1} =$$

$$= \sqrt{1550^2 + 50^2 - 2 \cdot 1550 \cdot 50 \cdot \cos 165} = 673,6H$$

Визначимо зусилля яке діє на веденій вал:

$$F_{b2} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1 F_2 \cos \alpha_1} =$$

$$= \sqrt{1550^2 + 50^2 - 2 \cdot 1550 \cdot 50 \cdot \cos 237} = 1577,5H$$

де  $F_1$  - зусилля яке діє на ведучій гілці;

$F_2$  - зусилля яке діє на веденій гілці.

Визначимо кут обхвату пасом веденого шків:

$$\alpha_2 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} = 237^\circ$$

де  $a_2$  - міжосьова відстань.

Визначимо остаточну ширину шків:

$$M = (z - 1)e + 2f = (z - 1)25.5 + 2 \cdot 17 = 59.5 \approx 60mm$$

де  $z$  - кількість пасів, дорівнює 2;  
 $e = 25,5$ ;  
 $f = 17$

# НУБІП УКРАЇНИ

Після того, як ми визначили всі основні розміри, визначимо діаметр вала, але перед цим визначимо крутний момент:

# НУБІП УКРАЇНИ

$$T = 10^3 \frac{P}{\omega} = 10^3 \frac{11}{73.3} = 150 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де  $P$  - необхідна потужність;  
 $\omega$  - кутова швидкість.

# НУБІП УКРАЇНИ

Визначимо який потрібен розрахунковий діаметр вала:

$$d_B = 10^3 \sqrt{\frac{150}{0,2 t'_{TP}}} = 28,9 \approx 30 \text{ мм}$$

де  $t'_{TP} = 30$ .

# НУБІП УКРАЇНИ

$T$  - крутний момент.

Підберемо матеріал для маточин. Приймемо їх чавунними.  
Визначимо діаметр маточин:

# НУБІП УКРАЇНИ

$$d_{cm} = 1,6 \cdot d_g + 10 = 1,6 \cdot 30 + 10 = 58 \text{ мм}$$

де  $d_g$  - діаметр валу.  
Визначимо ширину маточини:

# НУБІП УКРАЇНИ

$$l_{cm} = (1,2 \dots 1,5) d_g = 30 \cdot 1,2 = 36 \text{ мм}$$

Визначимо товщину обода:

# НУБІП УКРАЇНИ

$$\delta = 0,005 d \pm 5 = 0,005 \cdot 200 + 5 = 6 \text{ мм}$$

де  $d$  – діаметр валу який дорівнює 200 мм.

Визначимо товщину обода навушних шківів:

$$\delta_{\text{чуг}} = (0,65 \dots 0,75)e = 0,65 \cdot 25,5 = 16,5 \text{ мм}.$$

Визначимо діаметр обода:

- для ведучого шківа:

$$D_{\text{об}_1} = d_i - 2\delta = 171,4 - 2 \cdot 16,5 = 139,4 \text{ мм},$$

де  $\delta$  – товщина обода;

- для веденого шківа:

$$D_{\text{об}_2} = d_i - 2\delta = 421,4 - 2 \cdot 16,5 = 389,4 \text{ мм}.$$

Внутрішні діаметри шківів.

Ведучий шків:

$$d_{i_1} = d - 2h = 200 - 2 \cdot 14,3 = 171,4 \text{ мм},$$

де  $h$  – висота шківа;

$d$  – діаметр шківа.

Ведений шків:

$$d_{i_2} = d - 2h = 450 - 2 \cdot 14,3 = 421,4 \text{ мм}.$$

Для шківів з диском визначимо товщину диска:

$$C_1 = (1,2 \dots 1,3)\delta = 1,2 \cdot 16,5 = 19,8 \approx 20 \text{ мм}.$$

### 3.3. Розрахунок запобіжної муфти

Вихідні дані:

Електродвигун потужністю  $N = 11$  кВт;

частота обертання валу  $n \in 1500$  об./хв;

діаметр вала двигуна  $d_{\text{вала}} = 38$  мм.

# НУБІП УКРАЇНИ

3.3.1. Кутова швидкість вала двигуна:

$$\omega = n \times (\pi / 30) = 157 \text{ (рад/с)} \quad (1)$$

# НУБІП УКРАЇНИ

3.3.2. Номінальний момент на валу двигуна.

$$N = T_n \times \omega, \quad (2)$$

$$T_n = (N / \omega) = (11000 / 157) = 70 \text{ Нм.}$$

# НУБІП УКРАЇНИ

3.3.3. Розрахунковий крутний момент:

$$T_p = T_n \times k_3, \text{ Нм,} \quad (3)$$

де,  $k_3$ - коефіцієнт запасу зчеплення, приймаємо  $k_3 = 1,25$ .

Тоді:

# НУБІП УКРАЇНИ

$$T_p = 1,25 \times 70 = 87,6 \text{ Нм.}$$

Приймаємо:

Муфта запобіжна фрикційна дискова. Диски сталеві, ведучі диски – з

# НУБІП УКРАЇНИ

азбестовими накладками; коефіцієнт тертя  $f = 0,3$ ; максимальне значення тиску на диск:  $(P) \leq [p] = 0,05$  МПа.

3.3.4. Діаметри кільця тертя:

- зовнішній

# НУБІП УКРАЇНИ

$$D_1 = (3,5 \dots 5) d_v, \quad (4)$$

$$D_1 = (3,5 \dots 5) \times 38 = 133 \dots 190 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $D_1 = 180$  мм;

- внутрішній

# НУБІП УКРАЇНИ

$$D_2 = (2,5 \dots 3) d_v, \quad (5)$$

$$D_2 = (2,5 \dots 3) \times 38 = 95 \dots 114 \text{ мм.}$$



Приймаємо  $D_2 = 104$  мм.

3.3.5. Приведений радіус кінця тертя:

$$R = (180^3 - 104^3) / 3 (180^2 - 104^2) =$$

$$= (5832000 - 1124864) / 3 (32400 - 10816) =$$

$$4707136 / 64752 = 72,7 \text{ мм.} \quad (6)$$

3.3.6. Допускається осьова сила:

$$[F_a] = [p] \Pi / 4 (D_1^2 - D_2^2) \quad (7)$$

$$[F_a] = 0,05 \times \Pi / 4 (180^2 - 104^2) = 848 \text{ Н.}$$

3.3.7. Число пар тертя:

$$Z = T_p / f F_a \times R \quad (8)$$

$$Z = 87600 / (0,3 \times 848 \times 72,7) = 4,74.$$

Округлюємо  $Z = 5$ .

3.3.8. Число ведучих дисків  $Z_1 = 2$ ; відомих  $Z_2 = 3$ .

$$\text{Уточнюємо: } F_a = T_p / f Z R = 87600 / (0,3 \times 5 \times 72,7) = 803,3 \text{ Н} < 848 \text{ Н.}$$

Умова  $F_a \leq [F_a]$  виконана.

3.3.9. Розрахунок пружини.

Навантаження, яке повинна передавати пружина:

$$P = [P] \times S_k \quad (9)$$

$$[P] = 0,05 \text{ МПа; } S_k = \pi / 4 (D_1^2 - D_2^2).$$

$$P = 0,05 \times 10^6 \times \pi / 4 (180^2 - 104^2) \times 10^{-6} =$$

$$= 847,17 \text{ Н} = 86,45 \text{ кг.}$$

Деформацію пружини вибираємо:  $\lambda = 20$  мм.

Розрахунок ведемо з використанням табл. 10 [1].

Визначаємо:

$$P_{10} = 86,45 \times 10 \times 60 = 14,4 \text{ кг.}$$

Із таблиці 10 вибираємо пружину для якої  $P_{10}$  приблизно дорівнює 14,4 кг

$$P_{10} = 14,6 \text{ кг; } d = 3 \text{ мм; } D = 12 \text{ мм; } \beta = 0,213.$$

Визначаємо необхідну кількість витків пружини :

$$i = 0,1 \lambda / \beta P. \quad (10)$$

$$i = 0,1 \times 20 / (0,213 \times 86,45 / 10) = 10,8 \text{ витків.}$$

### Висновки по розділу

Розрахунки пневматичної системи пневмонавантажувача сінажу свідчать,

що в якості базової моделі для цієї мети можна використовувати пневмонавантажувач серії ППЕ-10А, який збільшує швидкість обертання вентилятора і забезпечує спільний привід електродвигуна і ВВП трактора (за наявності потужності). втрати в сіноскладі). Для цього потрібно було зробити новий ведучий шків і встановити коробку передач. Розрахунок для клинопасової передачі наведено вище.

Якщо вентилятор блокується, спрацює запобіжна муфта, встановлена на валу ротора.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

#### 4.1. Вимоги охорони праці до сіноєховища

Інженери з охорони праці проводять первинний інструктаж з техніки безпеки для працівників перед початком роботи на сіноскладі. Через деякий час інженер проводить ітераційний інструктаж.

Працівники віком від 18 років можуть працювати на сінниках, пройшовши належний інструктаж з техніки безпеки та пройшовши первинний медичний огляд.

Автомобілі для розвантаження ставляться тільки за розпорядженням відповідального, завантажені сіном.

Відповідальні за організацію збирання сінажу повинні забезпечити механізаторів і обслуговуючий персонал інструментами і засобами, необхідними для безпечного виконання робіт, засобами індивідуального захисту, вказати працівникам місця відпочинку, куріння, їжі, зберігання інструментів, аптечки. Під час виконання технологічного процесу суворо дотримуються позмінний режим праці та відпочинку обслуговуючого персоналу.

Кабелі живлення повинні бути надійно захищені від механічних пошкоджень. При підйомі швеллера шасі в робоче положення необхідно стежити за тим, щоб шатун підйомного механізму досяг упору, а канатна стійка зайняла стійке положення.

Допускає огляд, очищення каналів і шахт під наглядом старшого скиртника.

Над вентиляційною установкою повинен бути споруджений навіс, щоб вода не потрапляла в двигун під час дощу, а між установкою і бортиком повинна бути захисна кришка.

Перед підключенням вентилятора до повітроводу необхідно переконатися, що в повітропроводі немає працівників. Приміщення для сушіння сіна повинні бути обладнані вогнегасниками, водою і піском, відрами, лопатами і драбинами.

Для запобігання пожежі вентиляційні установки, обладнані повітрянагрівачами, повинні бути розміщені на відстані не менше 5 м від каміна.

При стягуванні фартухового швелера з-під перону трактором, копчення в зоні перонно-сушильної установки, стягуванні фартухового каналу з-під фартуха буксиром не допускається менше 10 м. від кабелів трактором.

Транспортер ТТЕ-10А працює під час закладки сіна у вентиляційній зоні сіносноховища. При установці конвеєра необхідно стежити за тим, щоб доріжка мала мало поворотів. Не встановлюйте кілька колін одночасно і підключайте їх

до проміжної камери. Між камерою і коліном, а також між колінами найкраще

встановити 1-2 прямих ділянки уздовж труби. Матеріали повинні подаватися в бункер безперервно і рівномірно.

До сітника підключена п'ятипровідна сітка. Серед п'яти проводів три є фазними, один – нейтральним, а один – для вуличних ліхтарів, і вони під'єднані

до вуличних ліхтарів. Відповідно до ПУЕ дроти на кронштейні розташовуються

наступним чином: фазний провід зверху, нульовий провід під фазним проводом,

провід вуличного освітлення встановлюється на кронштейн під усіма проводами,

і підключається до проводу вуличного освітлення з одного боку і нейтральний

провід з іншого боку.

Відповідно до встановлених стандартів ПУЕ в складі сіна використовувалися дроти з опором ізоляції приблизно 4,0 МОм.

До ремонту електроустановок у сіноскладі допускаються особи віком від 18 років, які є психічно здоровими та не мають ушкоджень тіла, що перешкоджають

їх роботі.

Обслуговуючий персонал електроустановки один раз на рік проходить перевірку знань з правил охорони праці, після чого продовжується термін дії

посвідчення на право проведення ремонтних робіт.

Щорічно завідуючий господарством наказом призначає осіб,

відповідальних за підготовку пожежної техніки, мінімальних пожежно-технічних вимог та проведення інструктажів відповідно до правил пожежної безпеки.

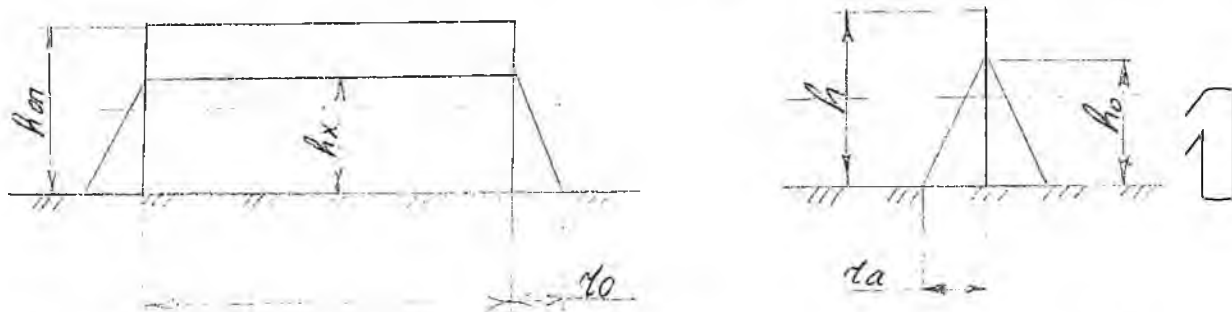
Персонал, який не пройшов навчання та інструктаж, не повинен виконувати цю роботу.

Заборонено палити при закладці сіна в активно провітрюваних приміщеннях. Місце для куріння 30 м від сінника. Біля сіноскладу встановлені пожежні щити з вогнегасниками та іншим обладнанням, пересувні резервуари для води (3 м<sup>3</sup>) і практичні драбини. Сіносклад знаходиться на відстані близько 50 м від інших будівель. Він також оснащений блискавкозахистом і огорожений по периметру смугою 4...6 м. Електрообладнання та силові приводи, розташовані в сіноскладах, призначені для приміщень II та IIа класів пожежної небезпеки згідно з ПУЕ.

Автомобілі та трактори, не обладнані іскрогасниками, не допускаються до місць зберігання сіна. Автомобілі дозволяється паркувати на відстані не менше 5 м, трактори 10 м.

#### 4.2. Розрахунок блискавкозахисту

Однотросовий блискавкозахист - це пристрій, що складається з горизонтальних тросів, закріплених на двох кронштейнах, кожен з яких має окремий заземлюючий пристрій, підключений до нижньої частини блискавковідводу. Зона блискавкозахисту одного кабелю, висота  $h=150$  м, як



показано на малюнку 4.1.

Рисунок 4.1

1, 2 – границі зони захисту відповідно на рівні землі і на рівні  $h_x$ , де,  $h$  – висота тросу у точці найбільшого прогину.

Із врахуванням стріли прогину при відомій висоті опор  $h_{оп}$  висоту сталюого тросу площею перерізу 30...50 мм<sup>2</sup> визначають при довжині прольоту

$a = 120$  м як  $h = h_{оп} - 2$  м, а при  $a = 120...150$  м як  $h = h_{оп} - 3$  м,

Зони захисту одиночних тросових блискавкозахистів мають слідуючі габарити ( СН 305-77, м4.6 ):

зона А -  $h_0 = 0,85$ ;  $r_0 = ( 1,35 - 0,0025 h )$ ;

$$r_x = ( 1,35 - 0,0025 h ) \times ( h - ( h_x / 0,85 ) )$$

зона Б -  $h_0 = 0,92 h$ ;  $r_0 = 1,7 h$ ;  $r_x = 1,7 ( h - ( h_x / 0,92 ) )$

Для зони Б при відомих висоті сіносховища  $h_x$  і його ширині  $r_x$  висота одинокого тросового блискавкозахисту:

$$h = ( r_x + 1,85 h_x ) / 1,7$$

$$h = ( 9 + 1,85 \times 12,6 ) / 1,7 = 19 \text{ м}$$

## РОЗДІЛ 5

### ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИБОРУ СІНОСХОВИЩА

Найбільш поширеним і ефективним способом заготівлі сіна є активне аераційне сушіння гарячим або холодним повітрям. При сушінні сіна підігрітим повітрям підвищується вологопоглинальна здатність повітря, що забезпечує підвищену швидкість сушіння і відповідно скорочення часу сушіння. Тривалість сушіння сіна істотно впливає на його якість. Оптимальний час сушіння сіна 100...150 годин. Якщо цей час перевищити, то втрати поживних речовин із сіном різко зростуть.

Для нагрівання повітря використовують електронагрівачі або теплогенератори на рідині або газі, а також сонячні повітрянагрівачі.

У цьому проекті розглядається процес сушіння сіна в типовому сіннику, обладнаному сонячними колекторами для підігріву повітря та пневматичним навантажувачем сіна. Залежно від базового варіанту, обраного для порівняння, процес сушіння проводився в тому ж сіноховищі без пневмонавантажувача. Усі інші операції на базі та новій технології узгоджуються.

Сіносклад має 20 вентиляторів ВК 4-70 № 10, кожен вентилятор через повітророзподільний канал нагнітає повітря в сінні ящики розміром 8х6х5 метрів, де розміщено 20 тонн сіна. Траву з початковою вологістю  $W_k = 35\%$  поміщали в провітрюване місце і висувували до вологості  $W_k = 17\%$ .

Потужність вентилятора  $N_1 = 10 \text{ кВт}$ , а час висихання  $t = 149,7$  годин по основі та новій технології, та 98,81 год. Урожайність сіна становить  $U = 5,2 \text{ т/га}$  за базовою та новою технологіями.

Порівняння економічної ефективності базової технології та нової технології ґрунтується на рівні здешевлення операції аерації сушого закладання сіна.

Методика розрахунку відповідає ГОСТ 23728-79 «Техніка землеробства. Метод економічної оцінки» Дані по машини взяті з [11]. Приведені затрати на одиницю продукції або площі визначають за формулою:

$$P_{np} = C_{np} + E * K_{mke} , \quad (1)$$

де  $C_{np}$  - прямі експлуатаційні затрати, грн / га ;

$K_{mke}$  - питомі капітальні вкладення, грн / га ;

$E$  - нормативний коефіцієнт капітальних вкладень, ( $E = 0,15$ ).

Прямі експлуатаційні затрати - це сума затрат на заробітну плату, реновацію, ремонт, паливо – мастильні матеріали і електроенергію, інші прямі затрати (вартість додаткових матеріалів):

$$C_{np} = C_{zn} + C_{ren} + C_{рем} + C_{пмм} + C_{ен} \quad (2)$$

В свою чергу, кожна із статей прямих затрат вираховується по наступним формулам.

Затрати на заробітну плату:

$$C_{z.n} = (\sum n_i * r_i) * K_n / W, \quad (3)$$

де  $W$  – продуктивність за годину змінного часу, га / год ;

$n_i$  - кількість робітників, щ 4єєєє працюють по і-тому розряду;

$r_i$  - тарифна ставка і-го розряду ( $r_1 = 2890$ ;  $r_2 = 2900$ ;  $r_3 = 2910$ ;

$r_4 = 2920$ ;  $r_5 = 2930$ ;  $r_6 = 2950$ ) грн / год;

$K_n$  - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату ( $K_n = 1,375$ ).

Затрати на реновацію та ремонт обчислюються за аналогічними формулами :

$$C_{ren(рем)} = B * a_{ren(рем)} / (100 * T * W) \quad (4)$$

де  $B$  - балансова вартість машини ( агрегату ), грн;

$a_{ren(рем)}$  - коефіцієнт відрахувань на реновацію (ремонт), %;

$T$  - річне завантаження машини (енергозасобу);

$W$  - продуктивність машини , агрегату, га / год.

Затрати на паливо-мастильні матеріали та електроенергію розраховуються за формулою:



де  $C_{пмм(e)} = g_{пмм(e)} * C_{пмм(e)}$ , (5)  
 де  $g_{пмм(e)}$  - витрата паливо - мастильних матеріалів (кг / га) або електроенергії (кВт год / га(г));

$C_{пмм(e)}$  - ціна паливо-мастильних матеріалів ( $C_{пмм} = 45$  грн/кг), або електроенергії ( $C_e = 1,40$  грн/кВт год).

Інші прямі затрати вираховуються за формулою:

$$C_{ин} = g_m * C_m, \quad (6)$$

де  $g_m$  - витрата додаткових матеріалів, кг / га ;

$C_m$  - ціна додаткових матеріалів, грн / кг.

Витомі капітальні вкладення на машину (агрегат) визначають за формулою:

$$K_{шт} = B / (T * W), \quad (7)$$

Затрати праці на виконання операції визначають за формулою:

$$З_{пр} = n / W, \quad (8)$$

де  $n$  - кількість обслуговуючого персоналу.

### 5.1. Базова технологія

Закладання трави на вентилювання: Агрегат Т-25А + ПП-0,2А.

Активне вентилювання: установка УВС-16,  $B = 205000$  грн,  $T = 160$  год.

Встановлена електрична потужність  $N_e = 15$  кВт;  $a_{рем} = 14,2\%$ ,

$a_{рем} = 7,0\%$  час досушування  $\tau = 149,71$  год.; маса сіна, що досушується - 50т; обслуговуючий персонал  $n = 2$  чол. ( $r_3 = 2910$  грн/год.).

Продуктивність установки становить:

$$W = 50 / 149,71 = 0,33 \text{ т/год} = 0,063 \text{ га/год.}$$

$$C_{з.н.} = (n_2 * r_3) * K_n / W = (2 * 2910) * 1,375 / 0,063 = 126,9 \text{ грн/га ;}$$

$$C_{рем} = B_m * a_{рем} / (100 * T_m * W) = 205000 * 14,2 / (100 * 160 * 0,063) = 2882,32 \text{ грн/га;}$$

$$C_{рем} = B_m * a_{рем} / (100 * T_m * W) = 205000 * 7 / (100 * 160 * 0,063) = 1423,61 \text{ грн/га;}$$

$$C_{пмм(e)} = N_e * \tau * C_e / M_c = 15 * 149,71 * 5,2 * 1,40 / 50 = 431,03 \text{ грн / га;}$$

$$K_{\text{шт}} = B_{\text{шт}} / (T_{\text{шт}} * W) = 205000 / 160 * 0,063 = 52,98 \text{ грн/га};$$

$$P_{\text{пр}} = 126,9 + 2882,32 + 1423,61 + 131,03 + 52,98 * 0,15 = 4571,8 \text{ грн/га};$$

$$C_{\text{пр}} = 126,9 + 2882,32 + 1423,61 + 131,03 + 52,98 = 4616,84 \text{ грн/га};$$

$$Z_{\text{пр}} = n / W = 2 / 0,063 = 31,75 \text{ люд.год/га};$$

## 5.2. Нова технологія

Агрегат КТУ – 10 + ТПЕ. Продуктивність  $W = 2,5 \text{ га/год}$ .  
 Активне вентилявання: установка УВС-16,  $B = 190000 \text{ грн.}$ ,  $T = 160 \text{ год}$ .

Встановлена потужність двигунів  $N_{\text{ел}} = 22 \text{ кВт.}$ ;  $\tau = 98,81 \text{ год.}$ ; маса сіна, що досушується  $M_{\text{с}} = 50 \text{ т.}$ ; обслуговуючий персонал  $n = 2 \text{ чол.}$  ( $r_3 = 2910 \text{ грн/год.}$ ).  
 Продуктивність установки становить:

$$W = 50 / 98,81 = 0,51 \text{ т/год.} = 0,098 \text{ га/год.}$$

$$B_{\text{кол}} = 52080 \text{ грн}; T_{\text{к}} = 160 \text{ год}; a_{\text{рем}} = 20\%; a_{\text{рем}} = 3\%.$$

$$B_{\text{т}} = 14105 \text{ грн}; T_{\text{т}} = 160 \text{ год}; a_{\text{рем}} = 14,2\%; a_{\text{рем}} = 7\%.$$

$$C_{\text{з.п.}} = (n * r_3) * K_{\text{п}} / W = 2 * 2910 * 1,375 / 0,098 = 163,11 \text{ грн/га};$$

$$C_{\text{рем}} = B_{\text{к}} * a_{\text{рем}} / (100 * T_{\text{к}} * W) = 25975 * 14,2 / (100 * 160 * 0,098) = 235,21 \text{ грн/га};$$

$$C_{\text{рем}} = B_{\text{т}} * a_{\text{рем}} / (100 * T_{\text{т}} * W) = 52080 * 20 / (100 * 160 * 0,098) = 664,28 \text{ грн/га};$$

$$C_{\text{рем}} = B_{\text{к}} * a_{\text{рем}} / (100 * T_{\text{к}} * W) = 25975 * 7 / (100 * 160 * 0,098) = 116,02 \text{ грн/га};$$

$$C_{\text{рем}} = B_{\text{т}} * a_{\text{рем}} / (100 * T_{\text{т}} * W) = 52080 * 3 / (100 * 160 * 0,098) = 99,64 \text{ грн/га};$$

$$C_{\text{зм.е}} = N_{\text{е}} * \tau * U * C_{\text{е}} / M_{\text{с}} = 22 * 98,81 * 5,2 * 1,40 / 50 = 536,78 \text{ грн/га};$$

$$K_{\text{шт}} = (B_{\text{к}} + B_{\text{у}} + B_{\text{в}}) / (T_{\text{к}} * W) = (25975 + 14105 + 520080) / (160 * 0,098) = 35724,48 \text{ грн/га};$$

$$P_{\text{пр}} = 163,11 + 235,21 + 664,28 + 116,02 + 99,64 + 536,78 + 35724,48 * 0,15 = 7173,71 \text{ грн/га};$$

$$Z_{\text{пр}} = n / W = 2 / 0,098 = 21,51 \text{ люд.год/га};$$

$$C_{\text{пр}} = 163,11 + 235,21 + 664,28 + 116,02 + 99,64 + 536,78 + 35724,48 = 37539,52 \text{ грн/га};$$

## 5.3. Порівняння базової та нової технологій

Як видно з наведених результатів, за новою технологією прямі витрати зросли на 57,38% з 4571,8грн/га до 7173,74 грн/га. Але завдяки впровадженню нової технології вартість праці знизилася на 32,25 %, а продуктивність роботи

вентиляції зростає з 0,063 га/год до 0,093 га/год.

Крім того, використання пневматичних конвексів для операцій із завантаження трави дозволяє більш рівномірно розподілити шари сіна та

скоротити час сушіння, тим самим зменшивши втрати поживних речовин

(обмінної енергії) у новій технології на 8,4% порівняно з базовою моделлю

Економічний ефект за рахунок підвищення якості сіна складає :

$$\Delta Y = \Delta m (OE) * C_{oe} * Y \quad \text{грн/га,} \quad (9)$$

де  $\Delta m$  - ступінь підвищення вмісту обмінної енергії в сіні, заготовленому по новій технології в порівнянні з базовою;

$(OE)$  - вміст обмінної енергії в 1кг сіна, МДж/кг;  $(OE) = 8,4$  МДж/кг;

$C_{oe} = 0,45$  грн/МДж - ціна одного МДж обмінної енергії, вирахована

через зерновий еквівалент;

$Y = 5200$  кг/га - урожай сіна з 1 га.

$$\Delta Y = 0,114 * 8,4 * 0,45 * 5200 = 2240,78 \text{ грн/га}$$

Річний економічний ефект від впровадження нової технології в порівнянні

з базовою вираховується за формулою:

$$E_{p.e.} = [(H_{np}^b - H_{np}^n) + \Delta Y] * B, \quad (10)$$

де  $B$  - площа, на якій збирають сіно ( $B = 165$  га).

$$E_{p.e.} = [(4571,8 - 7173,71) + 2240,784] * 165 = 145143,9 \text{ грн.}$$

Термін окупності вкладень по новій технології визначимо за

формулою:

$$T_{ок} = (B_в + B_к) / E_{p.e.}, \quad (11)$$

де  $B_в, B_к$  - додаткові капітальні вкладення по новій технології:

$$T_{\text{ок}} = (14105 + 52080) / 145143,9 = 0,4 \text{ роки.}$$

Таблиця 5.1. Техніко-економічні показники вдосконалення процесу

Показники	Одиниця виміру	Технологія	
		Базова	Нова
Площа збирання сіна	га	165	165
Урожай сіна	т/га	5,2	5,2
Капітальні вкладення	грн	205000	271185
Приведені затрати	грн./га	4571,8	7173,71
Прямі експлуатаційні затрати	грн./га	4616,84	37539,52
Затрати праці	люд.год/га	31,75	21,51
Поживність (обмінна енергія)	МДж/кг	8,4	9,1
Річний економічний ефект*	грн		145143,9
Термін окупності	років		0,4

\*Річний економічний ефект отриманий за рахунок підвищення якості сіна та удосконалення закладання його на сушіння

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабич А.О., Олішинський С.Й. Довідник по заготівлі і зберіганню кормів. – К.: Урожай, 1989. – 176 с.
2. Буракова С.О. та ін. Записна книжка інженера з охорони праці. – К.: Урожай, 1991. – 182 с.
3. ГОСТ 23728-79-ГОСТ 23730-79. Техника сельскохозяйственная. Экономические методы оценки. – М.: 1979. – 24 с.
4. Данилевська Л.П. Сушіння сіна за допомогою сонячної енергії // Механізації і електрифікація сільського господарства. – 1989. - №7.
5. Данилевська Л.П., Васько Л.Н. Використання сонячної енергії при сушільному пункті // Механізації і електрифікація сільського господарства. – 1989. - №8.
6. Зінченко О.І. Кормовиробництво. – К.: Вища школа, 1994. – 440 с.

7. Куклин Н.Г., Куклина Г.С. Детали машин: Учебник для учащихся машиностроительных техникумов. – М.: Высш. шк., 1973. – 384 с.

8. Кукшик М.Ф., Засуха Т.В. Основы технологий виробництва продукції тваринництва. – К.: Сільгоспосвіта, 1994. – 432 с.

9. Лешахін С.Д. Довідник з праці в сільському господарстві. – К.: Урожай, 1990. – 165 с.

10. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 170 с.

11. Мельник І.І., Гречкосій В.Д. та ін. Оптимізація комплексів машин і структура машинотракторного парку. – К.: НАУ, 1999. – 120 с.

12. Михайлов В.П. и др. Охрана труда в сельском хозяйстве. Справочник, изд. 4-е. – М.: Агропромиздательство, 1989. – 175 с.

13. Олішчинський С.Й. Механізація кормовиробництва // Економічний і соціальний розвиток села. 1989. - №5.

14. Рекомендации по технологии приготовления сена методом активного вентилирования. – М.: Колос, 1991. - 62 с.

15. Спірін А.В., Срицун А.В. Тривалість досушування сіна методом активного вентильовання // 36. Наук. Праць агроекологічної академії України. – Житомир, 2000. – 153 с.

16. Ткачук К.Н. та ін. Безпека праці в промисловості. Довідник. – К.: Техніка, 1982. - 320 с.

# НУБІП України

## ВИСНОВКИ

Аналіз сучасних технологій заготівлі сіна показує, що найбільш перспективними є технології сушіння сіна активним вентиляванням нагрітого повітря в сушарках з відкритими динамічними каналами різної конструкції. З метою економії палива доцільно використовувати сонячну енергію для підігріву теплоносія та використання сонячної енергії повітря для водонагрівачів.

# НУБІП України

При сушінні розсипного сіна, особливо подрібненого, виникають значні проблеми із завантаженням його в силоси та подальшим вивантаженням. Існуючі механізовані засоби проведення цих робіт не відповідають встановленим вимогам якості та економічних показників. Тому механізація вантажно-розвантажувальних робіт сіноскладів має велике народногосподарське значення для України.

# НУБІП України

Розрахунки показали, що пропонується модифікована пневмосистема пневмонавантажувачів серії ТПЕ-10А для завантаження сіна в сіносклади, підвищення швидкості вентилятора та забезпечення спільного приводу електродвигуна та ВВП трактора (за відсутності електроенергії).

# НУБІП України

Визначено основні параметри та режими роботи пневмонавантажувача, підтверджено загальні вимоги безпеки до виконання механізованих робіт під час сушіння сіна в сіноскладах.

# НУБІП України

Річний економічний ефект від застосування технології пневматичного навантаження сухого сіна з використанням сонячних нагрівачів та вдосконалених транспортних навантажувачів становить 63,6 тис. грн.

# НУБІП України

# НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України  
**ДОДАТКИ**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України





