

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факкультет(ННІ) КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

УДК 631.374:656.073

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету (Директор ННІ)

конструювання та дизайну
(назва факультету (ННІ))

Зіновій РУЖИЛО

(підпис)

(ПБ)

“ ” 2023 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

конструювання машин і обладнання
(назва кафедри)

Вячеслав ЛОВЕЙКІН

(підпис)

(ПБ)

“ ” 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

ОБґРУНТУВАННЯМ КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ КОВШОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ
СПИКИХ ВАНТАЖІВ ІЗ ПНЕВМАТИЧНИМ ЗАВАНТАЖУВАЧЕМ

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування

(код і назва)

Освітня програма _ Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарських
виробництв _____

(назва)

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна _____

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Андрій НОВИЦЬКИЙ

(ПБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доц.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Вячеслав РИБАЛКО

(ПБ)

Виконав _____

(підпис)

Максим СВИРИДЕНКО

(ПБ студента)

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет (ФНП) КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
конструювання машин і обладнання
д.т.н., професор Вячеслав ЛОВЕЙКІН
(науковий ступінь, підпис) (ПІБ)
вчене звання)
“29” березня 2023 року

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
Свириденко Максим Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові)
Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування
(код і назва)

Освітня програма Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарських виробництв

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(назва) (освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи ОБГРУНТУВАННЯМ
КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОВШОВОГО
КОНВЕЄРА ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ СИПКИХ ВАНТАЖІВ ІЗ
ПНЕВМАТИЧНИМ ЗАВАНТАЖУВАЧЕМ

затверджена наказом ректора НУБіП України від “28” березня 2023 р. № 463 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2023.11.01
(рік, місяць, число)

1. Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: продуктивність конвеєри,
 $G=16\text{т/год}$; вантаж – жито; висота підйому $7,0\text{м}$; швидкість руху стрічки $v=1,9\text{м/с}$;
спосіб завантаження – засипання у ковші; спосіб розвантаження – відцентровий.

- Перелік питань, які потрібно розробити:
2. Аналіз конструкції та принципу роботи ковшових конвеєрів
 3. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів ковшового конвеєра
 4. Охорона праці
 5. Економічне обґрунтування проекту

Дата видачі завдання “29 березня 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
к.т.н., доц. Вячеслав РИБАЧКО
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)
Завдання прийняв до виконання Максим
СВИРИДЕНКО (підпис) (прізвище та ініціали студента)

Реферат
Вступ

НУБІП України

1. Аналіз конструкції та принципу роботи ковшових конвеєрів

1.1. Будова та основні вузли конвеєрів

1.2. Тягові органи конвеєрів

1.3. Способи завантаження конвеєрів

1.4. Визначення основних параметрів пневмотранспортних завантажувачів

НУБІП України

2. Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів ковшового конвеєра

2.1. Запропонована конструкція ковшового конвеєра

2.2. Обґрунтування основних параметрів конвеєра

2.3. Обґрунтування основних параметрів навантажувача

НУБІП України

3. Економічне обґрунтування проекту

Список літератури

Додатки

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Тема магістерської роботи «Обґрунтування конструкційно-технічних параметрів ковшового конвеєра для переміщення сипких вантажів із пневматичним завантажувачем»

Мета: Підвищення продуктивності ковшового конвеєра та зменшення пошкодженості зерна при завантаженні шляхом обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів завантажувального пристрою.

Задачі:

1. Провести аналіз конструкцій існуючих завантажувальних пристроїв ковшових конвеєрів
2. Запропонувати завантажувач, конструкція якого забезпечить підвищення продуктивності та зменшить пошкоджуваність зерна у процесі завантаження
3. Обґрунтувати конструкційно-технологічні параметри ковшового конвеєра із пневматичним завантажувачем

Магістерська робота включає пояснювальну записку, яка складається із реферату, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури та графічної частини (презентації), внесеної у додатки.

У роботі проаналізовані конструкції та принципи роботи ковшових конвеєрів, визначено основні недоліки завантажувальних пристроїв. Розглянуто теоретичні умови переміщення сипких вантажів. Проведено обґрунтування основних параметрів конвеєра та пневматичного завантажувального пристрою.

Ключові слова: ковшовий конвеєр, сипкий вантаж, активний завантажувальний пристрій.

Вступ

Ковшові елеватори призначені для транспортування сипких та шматкових вантажів, широко використовується в сільсько-господарському виробництві.

Недоліками таких елеваторів є пошкодження кромками ковшів насіння, яке при завантаженні просипалося в башмак елеватора. Зворотна висипка в башмак елеватора утворюється при завантаженні, розвантаженні і переміщенні сипучого вантажу. В башмак просипається 1-2% транспортованого вантажу. Башмак самоочищається власними ковшами. Вантаж, який просипався в башмак, зачерпується ковшами і знову транспортується вгору. Швидкість переміщення ковшів через башмак доходить до 5 м/с.

При транспортуванні зернових культур необхідно не травмувати його, не пошкодити оболонку і зерно насіння. Цілісність оболонки і його ядра впливає на ехожість посіву насіння, життєздатність майбутньої рослини у початковій фазі його розвитку, що в кінцевому рахунку, крім усього іншого, впливає на величину і якість майбутнього врожаю.

Була поставлена задача по удосконаленню конструкції завантажувального пристрою з метою унеможливлення просипання зерна в башмак та його травмування при завантаженні, з обґрунтуванням його основних параметрів.

Поставлена задача вирішується тим, що вертикальний ковшовий елеватор, що складається з однієї вертикальної норійної труби з завантажувальним та розвантажувальним патрубками, приводного та натяжного барабанів, нескінченим гнучким тяговим органом з закріпленими на ньому полімерними ковшами зі зменшеним кроком, нижче завантажувального патрубка додатково міститься вентиляторний привод, який створює повітряний потік в напрямку руху завантажених ковшів, що не уможливило просипання зерна в башмак.

Запропонована конструкція забезпечує зменшення просипання зерна в башмак норії, збільшення коефіцієнту заповнення ковшів, зменшення травмування зерна при завантаженні, підсушування зерна при завантаженні.

НУБІП України

1. Аналіз конструкції та принцип роботи ковшових конвеєрів

1.1 Будова та принцип дії

У ковшових конвеєрах матеріал переміщується в окремих ковшах, закріплених на тяговому елементі конвеєрної гумовотканинної стрічки чи на ланцюгах.

Ковшові конвеєри розділяють на ковшові елеватори, що переміщують матеріал у вертикальному чи круто похилому напрямку, і конвеєри що переміщують матеріал по просторовій кільцевій траєкторії. У будівництві застосовують тільки ковшові елеватори, що є, власне кажучи, підйомниками, що переміщують матеріал у ковшах безупинним потоком.

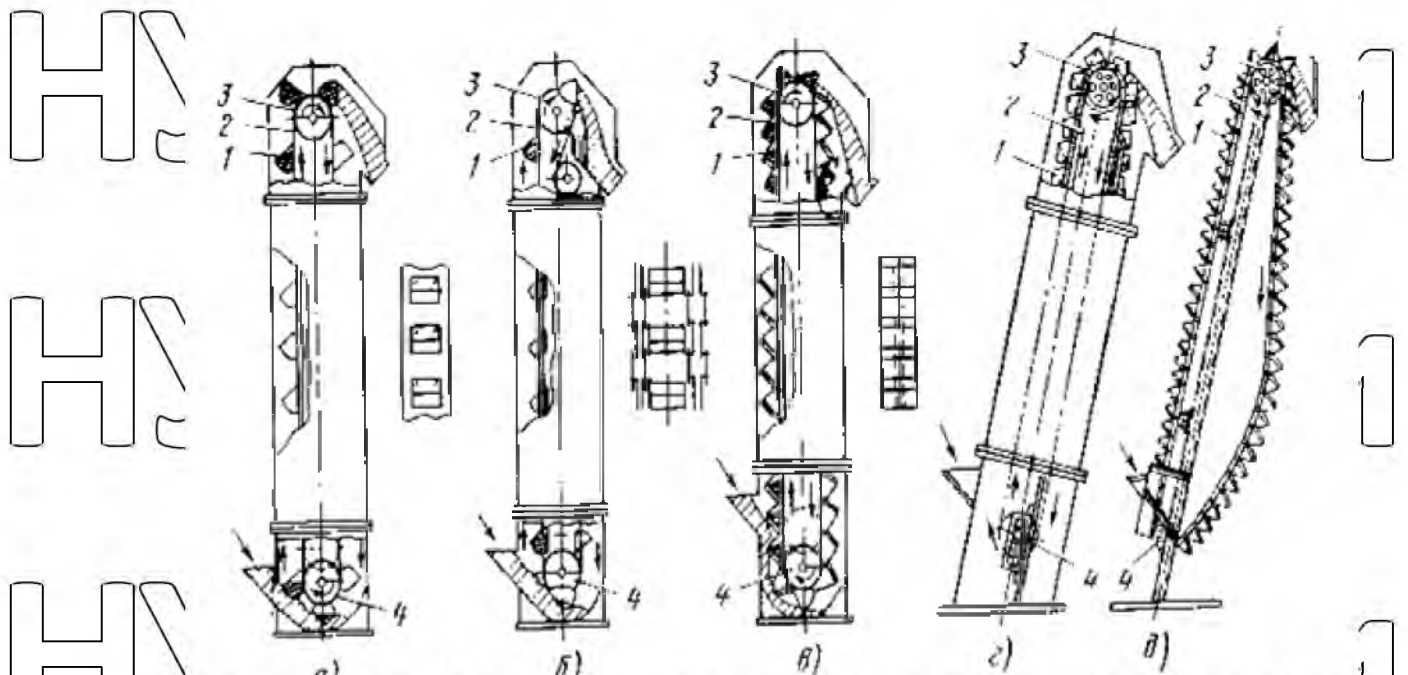


Рис. 1.1. Типи елеваторів:

а – стрічкового з розставленими ковшами; б – двошланцюгового з розставленими ковшами; в – одношланцюгового з зімкнутими ковшами; г – похилого з зімкнутими ковшами в кожусі; д – відкритого похилого з зімкнутими ковшами.

Ковшовий елеватор має нескінченний замкнутий тяговий елемент 2 (рис. 1.1, а), на якому з рівними інтервалами закріплені ковші. Тягвим елементом є стрічка (рис. 1.1, а), чи один або два ланцюги (рис. 1, б, в). Стрічка обгинає приводний 3 і натяжний 4 барабани, закріплені у верхній і нижній частинах елеватора. Ланцюг обгинає закріплені в цих же місцях зірочки. У прольоті, між крайніми точками, тяговий елемент у вертикальних елеваторах невеликої висоти опор не має. У похилому і високому вертикальному елеваторах стрічка спирається на напрямні ролики. Ланцюги котяться роликками по направляючим (рис. 1, г) чи спираються, так само як і стрічка, на

напрямні ролики (рис. 1.1, д). Елеватор закритий металевим кожухом з вікнами для огляду і складається з окремих секцій. Похилі елеватори іноді бувають відкритими, без кожуха (рис. 1.1, д).

З кожухом у місцях завантаження і розвантаження з'єднуються завантажувальний і розвантажувальний башмаки. Привод барабана чи зірочок розміщується у верхній частині елеватора. Вал нижнього барабана чи зірочки обертається в підшипниках, що переміщуються, зв'язаних із гвинтовим натяжним пристроєм.

Елеватори застосовують для транспортування матеріалу на висоту до 35 м при продуктивності до 100 м³/год. Найбільш доцільно використовувати їх для заповнення високих сховищ — силосів чи бункерів.

Розрізняють елеватори швидкохідні зі швидкістю тягового елемента 1,25...2,5 м/с і тихохідні зі швидкістю 0,4...1 м/с. Швидкохідні елеватори застосовуються для транспортування порошкоподібних, дрібно- і середньошматкових матеріалів; тихохідні — для транспортування середньошматкових абразивних, крупношматкових і погано рухливих матеріалів.

Основні параметри стаціонарних вертикальних ковшових елеваторів загального призначення приведені в ГОСТ 2036—77*. Ковші кріпляться до тягового елемента із зазорами (у швидкохідних елеваторах з розставленими ковшами) чи впритул один до іншого (у тихохідних елеваторах із зімкнутими ковшами).

Завантаження ковшів швидкохідних елеваторів відбувається при проходженні ними нижнього (завантажувального) башмака шляхом зачерпування (рис. 1.1, а, б), а тихохідних — шляхом засипання матеріалу в ківш (рис. 1.1, б, м, д). Розвантаження ковшів у тихохідних елеваторах здійснюється гравітаційним шляхом, тобто природним висипанням матеріалу, що транспортується, у лоток при повороті ковшів навколо верхньої чи зірочки барабана. У швидкохідних елеваторах розвантаження ковшів відбувається шляхом викидання матеріалу з них під дією виникаючої при повороті ковша навколо барабана чи зірочки відцентрової сили. Проміжними є елеватори з гравітаційно-відцентровим розвантаженням. (рис. 1.1, б), у яких при розвантаженні матеріал в основному висипається, але деяка його частина, близька до віддаленої поверхні ковша, викидається під дією відцентрової сили. У таких (переважно ланцюгових) елеваторах доцільно розміщувати ковші між ланцюгами і відхилити їх напрямними роликами.

НУБІП України

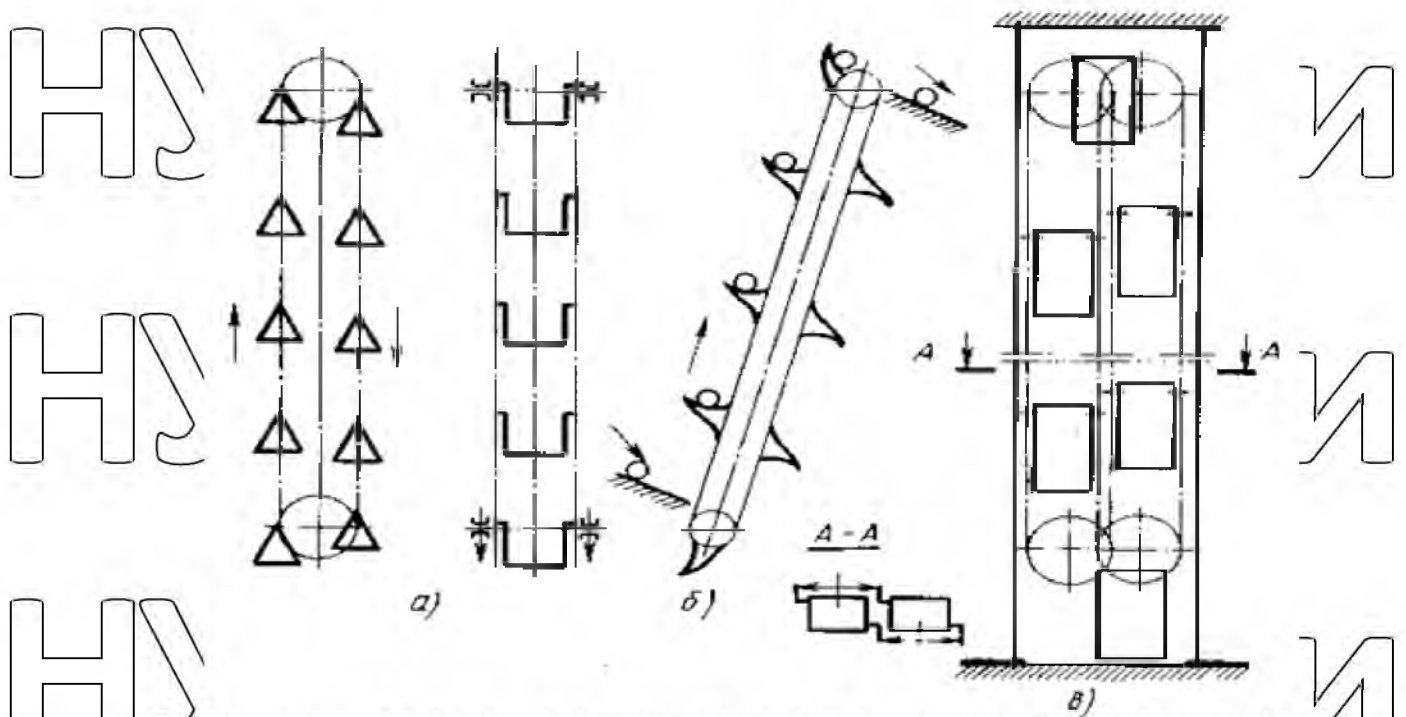


Рис. 1.2. Схеми конвеєрів-елеваторів для штучних грузів:
 а – люлькового; б – поличного; в – пасажирно-кабінного

Різновидом ковшових елеваторів є підйомники безперервної дії для штучних вантажів. У цих пристроях до тягових ланцюгів закріплюються не ковші, а шарнірно підвишені площадки-коліски (рис. 1.2, а), що дозволяє не тільки піднімати, але й опускати вантаж. Такі елеватори називають люльковими. При твердому кріпленні полиць до тягових ланцюгів елеватор виконують похилим (рис. 1.2, б) і використовують переважно для підйому різних штучних вантажів, що подаються самопливом на полки і самопливом скочуються з них. Такі елеватори використовують в основному як вантажно-розвантажувальні пристрої.

Елеватори застосовують також як пасажирські підйомники безперервної дії (рис. 1.2, в). Кабіни для пасажирів підвишують шарнірно до двох ланцюгів, що забезпечує їх вільне проходження через верхні і нижні зірочки. Щоб не робити зірочки занадто великого діаметра ($0,5 D_{зв} > H_{каб}$, де $D_{зв}$ — діаметр зірочки, $H_{каб}$ — висота кабіни), у кожнім ланцюзі їх зміщують одна відносно іншої, а кабіни підвишують до ланцюгів у діагонально розміщених точках. Для можливості входу в кабіну і виходу з її на ходу швидкість тягового елемента приймають рівній до 0,3 м/с, тому пропускна здатність подібних пасажирських елеваторів невелика і їх доцільно застосовувати при невеликих розосереджених пасажирських потоках в адміністративних будинках.

Механізм привода розміщаються на голівці — верхній частині елеватора (див. рис. 1.4). Барабан чи зірочки приводяться електродвигуном через двоступінчастий редуктор. При великих передаточних числах застосовують додаткову зубчасту, рідше клиноремінну передачу.

Для утримання тягового органа з ковшами від падіння при обриві і від зворотного ходу при випадковому вимиканні двигуна застосовують обмежники зворотного ходу.

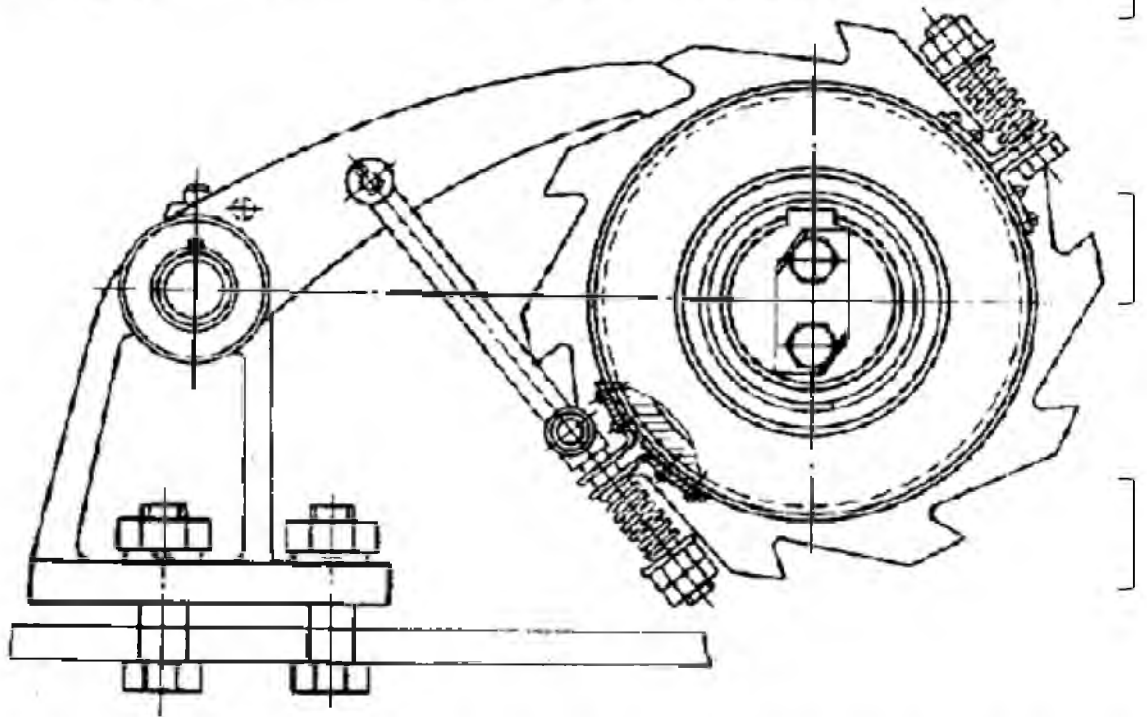


Рис. 1.3. Храповий зупинник

У стрічкових елеваторах використовують обмежники храпового типу (рис. 3), установлені на ведучому валу барабана. При наявності відкритих крупномодульних передач можна застосовувати валикові зупинники у вигляді вільно насадженого на проміжному валі і затягнутого пружиною повідця, що заклинюється при зворотному ході між шестірнями.

У ланцюгових елеваторах, крім обмежника зворотного ходу, використовують утримуючі ланцюг, що обірвався, однобічні поворотні кулачки, що взаємодіють із шарнірами ланцюга.

При спрацьовуванні запобіжних пристроїв зв'язані з ними ричажкові кінцеві вимикачі привода елеватора виключають електродвигун.

1.2 Тягові органи конвеєрів та натяжні пристрої

В елеваторах для насипних матеріалів застосовують напівкруглі розставлені (дрібні і глибокі) і зімкнуті (гострокутні й округлені трапецеїдальні) ковші (рис.1. 4).

Дрібні напівкруглі ковші (рис.1. 4, а) використовують для транспортування сипучих матеріалів, що мають малу рухливість (порошкова крейда й ін.); глибокі напівкруглі ковші (рис.1. 4, б) – для добре сипучих матеріалів (піску, цементу, щебеню та ін.), гострокутні (рис. 1.4, в, г) для середньо і крупно шматкових матеріалів (крупного щебеню та ін.). Закруглені трапецеїдальні ковші (рис.1. 4, д) застосовують для транспортування тих же матеріалів, що і гострокутні, але при більшій продуктивності і при бічному кріпленні до тягового елемента. Гострокутні і трапецеїдальні ковші встановлюють на тяговому елементі виритуд один до другого, вони мають бортові напрямні для матеріалу, що висипаючись при розвантаженні скачується по передній стінці перед розташованим перед ним ковшем. Задні стінки цих ковшів мають висоту, рівну чи кратну кроку ланцюгового тягового елемента.

Табл. 1.1. Характеристика ковшів за місткістю і габаритами.

Ширина ковша, мм	Розставлені напівкруглі		Зімкнуті		Глибoki	Дрібні	Крок, мм	Гострокутні	Заокруглені		
	Крок, мм	і, л		Крок, мм						і, л	
		Глибoki	Дрібні							Гострокутні	Заокруглені
100	200	0,2	0,1	160	0,65	-					
125	320	0,4	0,2	200	1,3	-					
160	320	0,6	0,35	200	2,0	-					
200	400	1,3	0,75	250	4,0	6,4					
250	400	2,0	1,4	320	7,8	14,0					
320	500	4,0	2,7	400	-	28,0					
400	500	6,3	4,2	500	-	60,0					
500	630	12,0	6,8	630	-	118,0					
650	630	16,8	11,5	630	-	148,0					

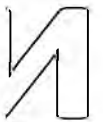
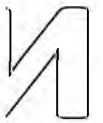
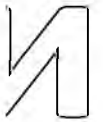
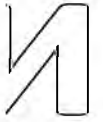
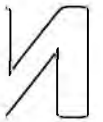
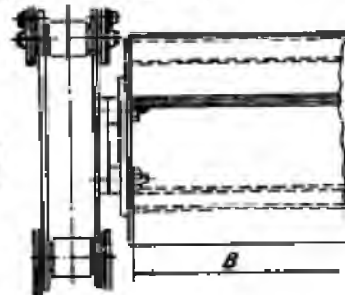
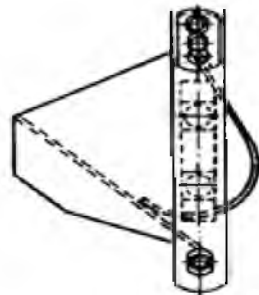
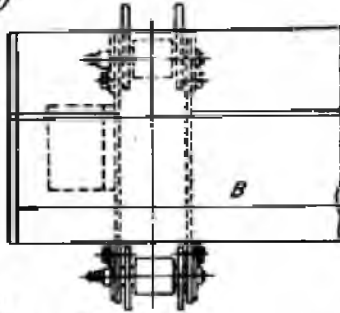
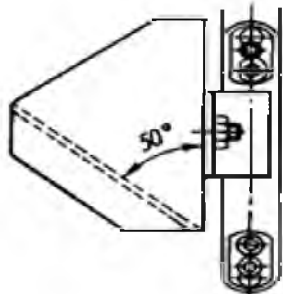
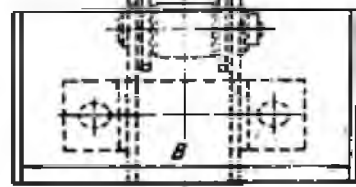
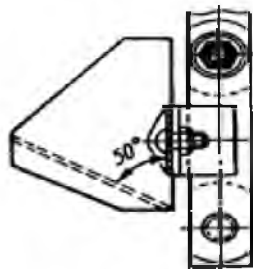
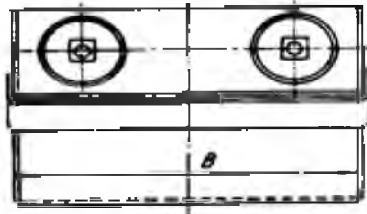
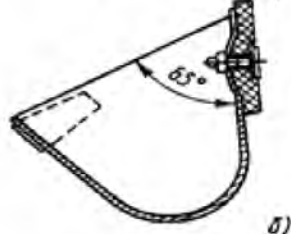
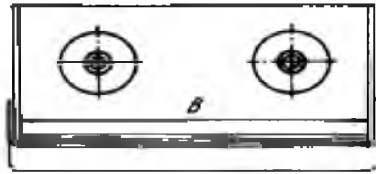
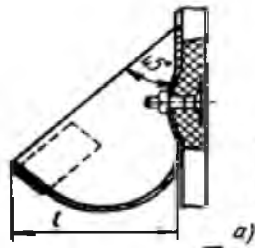


Рис. 1.4. Ковші:

а — полу круглий мілкий; б — полу круглий глибокий; в, г — гострокутні; д — заокруглений трапецеїдальний

Розрахунковим параметром є лінійна місткість ковша q_0 (де i — місткість ковша, л; t — крок ковшів, м)



Ковші прикріплюють до тягового елемента задніми стінками, до стрічок - болтами з потайними голівками, до ланцюгів - куточками на болтах чи заклепках.

Ковші зварюють з листової сталі товщиною 2...6 мм, робочу кромку, яка зачерпує, підсилюють зварюванням до неї смуги з твердої зносостійкої сталі.

У стрічкових елеваторах як тяговий орган використовуються гумовотканинні стрічки за ГОСТ 20—85 шириною, що перевищує на 25...50 мм ширину ковша. Число прокладок у стрічці визначається розрахунком. Діаметри барабанів обчислюють як і для стрічкових конвеєрів. Можна застосовувати і гумовотканинні ремені (для малих елеваторів).

У ланцюгових елеваторах як тяговий елемент використовують ланцюги з довгих кілець за ГОСТ 588—81 із кроком 100...630 мм. Для ковшів шириною до 250 мм застосовується один ланцюг, при більшій ширині - два. Розміри ланцюгів розраховують. Число зубів/зірочок приймають рівним 6...20.

У стрічкових і ланцюгових елеваторах натяжні пристрої (тільки гвинтові) встановлюють у башмаку (рис. 1. 5), хід пристрою 0,2...0,5 м відповідає 1,0...1,5 кроку ланцюга в ланцюговому елеваторі і 0,01...0,02 довжини стрічкового елеватора, тому що при великому переміщенні натяжного барабана в башмаку поступово накопичується матеріал і ускладнюється завантаження елеватора.

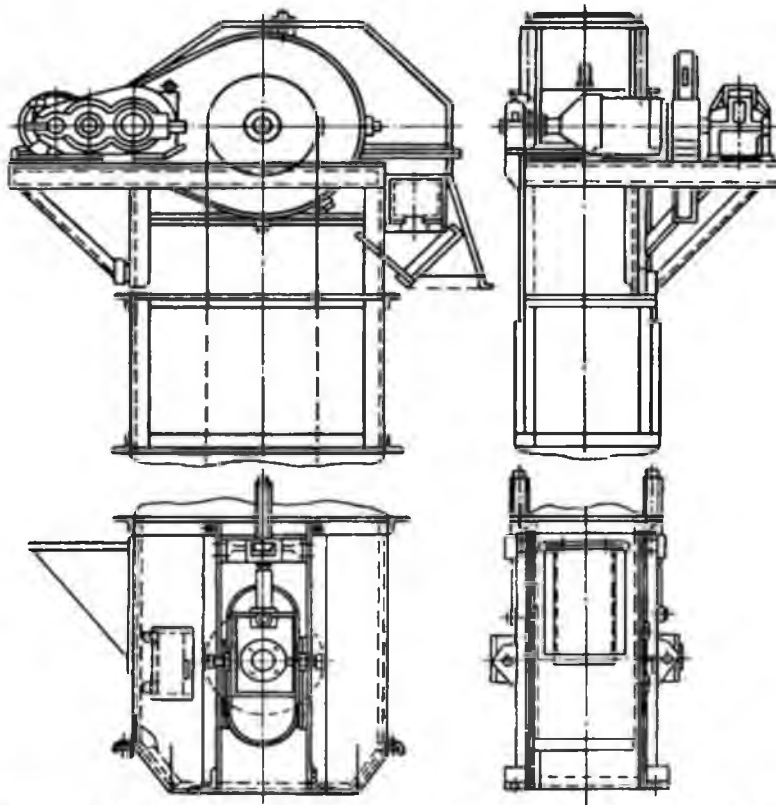


Рис. 1.5. Головка і башмак ковшового елеватора

Зусилля натягу приймають мінімальним, тому що при вертикальному розташуванні тягового елемента і ковшів їхня власна вага забезпечує достатній натяг.

1.3 Способи завантаження-розвантаження ковшів

Робочий процес ковшового транспортера складається з трьох етапів: 1) заповнення вантажем; 2) транспортування; 3) розвантаження. Ковшові елеватори класифікують за способом наповнення і розвантаження ковшів, типу ковшів і їх розташуванню на тяговому елементі. Від особливостей процесів наповнення ковшів залежать їх форма, розташування на тяговому органі і швидкість руху.

Завантаження ковшів проводиться зачерпуванням вантажу з нижньої частини кошука або засипанням вантажу в ковш, розвантаження в залежності від швидкості елеватора буває відцентрове, самопливне, комбіноване, спрямоване (рис. 1. 6).

Розрізняють 4 типи завантаження ковшів: а) зачерпуванням з відкритої купи – при транспортування легкосипких вантажів та при використанні у нижній частині башмака ґрат, що запобігають пошкодженню ковшів; б) зачерпуванням з башмака – ковші пересувають вантаж по заокругленому дну, внаслідок чого збільшується ступінь їх заповнення; в) наповнення ковшів на шляху їх прямолінійного руху – при умові усунення покладання вантажу в башмак шляхом встановлення спеціального завантажувального пристрою або гострокутних ковшів; г) зачерпуванням вантажу з башмака з наступним довантаженням на шляху їх прямолінійного руху.

Наповнення ковшів зачерпуванням характерно для високошвидкісних стрічкових і ланцюгових елеваторів з розставленими ковшами і застосовується для дрібно- і середньошматкових малоабразивних матеріалів, при зачерпуванні яких при підвищеній швидкості не виникає значних опорів.

Безпосереднє засипання в ковші застосовується для великошматкових абразивних вантажів через можливість відриву ковшів і великих опорів руху.

Безпосереднє завантаження з завантажувального башмака в ковші характерно для середньошвидкісних і тихохідних елеваторів з зімкнутим розташуванням ковшів.

Відцентрова розвантаження характерна для швидкохідних елеваторів (1-5 м/с) з розставленими ковшами для транспортування легкосипких вантажів. Вільне самопливне (гравітаційне) розвантаження застосовується для погано сипких або вологих вантажів у тихохідних елеваторів при швидкості руху ковшів 0,4-0,8 м/с. Вільне спрямоване (зміщене) розвантаження використовується для похилих і вертикальних тихохідних елеваторів

(стрічкових і ланцюгових) з зімкнутими ковшами для транспортування кускових, абразивних або крихких вантажів.

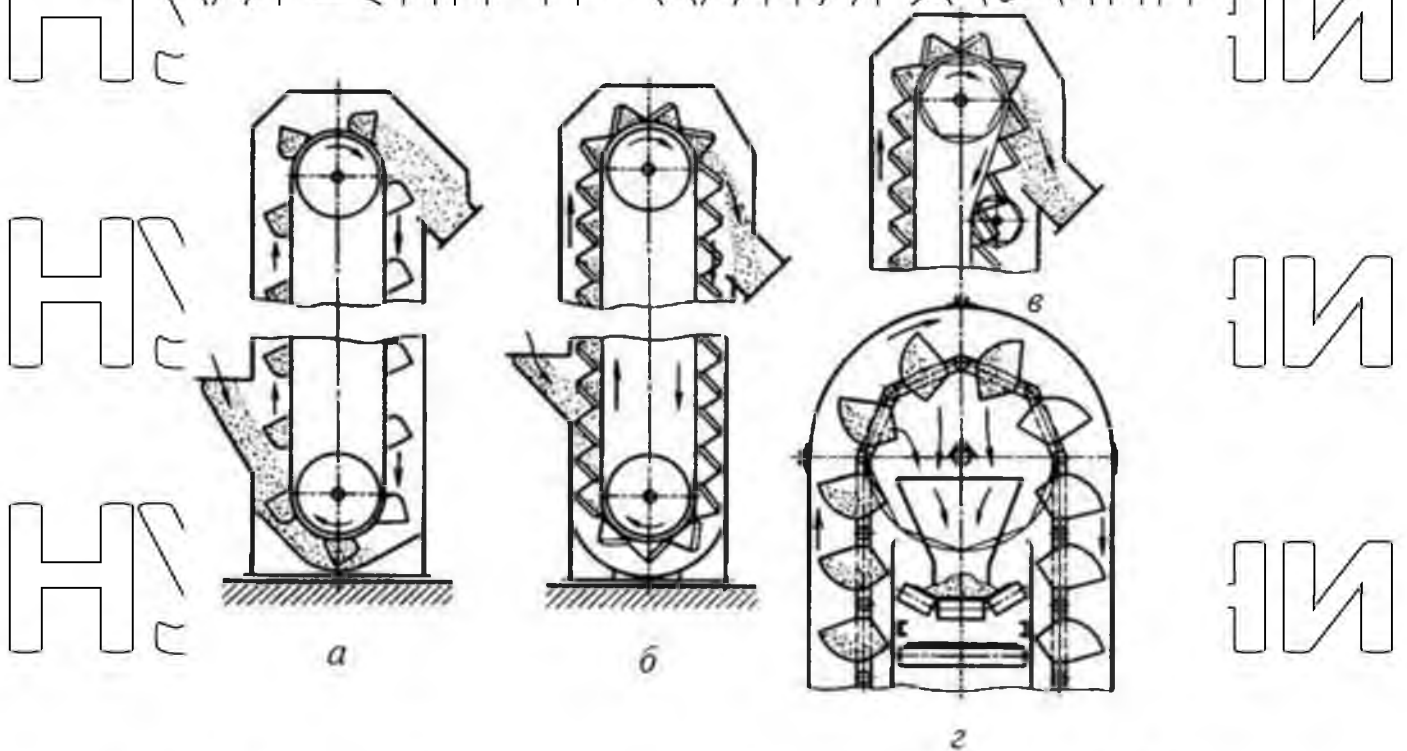


Рис. 1 в. Схеми завантаження і розвантаження ковшових елеваторів:

а - завантаження за чергуванням, розвантаження під дією відцентрової сили; б - завантаження засипанням в ковш, розвантаження самопливне спрямована; в - самопливне-вільне вивантаження; г - центральне розвантаження

Полусна відстань. Якщо ківш рухається навколо барабана, то на вантаж, крім сили тяжіння діє відцентрова сила:

$$P = mr\omega_0^2,$$

де ω_0^2 - кутова швидкість обертання приводного вала; m - маса вантажу в ковш; r - радіус обертання маси вантажу.

Якщо звести вектори сили тяжіння і відцентрової сили на вертикалі, що проходить через центр барабана, то вони перетнуться в точці В, що називається полюсом. Відстань l від полюса до центра барабана називається полюсною відстанню.

$$l = \frac{g}{\omega_0^2} = \frac{895}{n^2}, \text{ м,}$$

де n - число обертів приводного барабана за хвилину.

Залежно від величини полюсної відстані розрізняють три режими розвантаження ковшів: відцентрове - характеризується малою величиною полюсної відстані $l < R_v$ (R_v - радіус кола, дотичного до внутрішньої стінки ковша). Рекомендується, щоб $l = (0,9 \dots 1)R_v$; відцентрово-самопливне - розвантаження відбувається при $R_v \leq l \leq R_0$ (R_0 - радіус кола, що проходить через зовнішні ребра ковшів); самопливне - при $l \geq R_0$, поділяється на вільне та напрямлене. Отже, режим розвантаження ковшів залежить від числа обертів приводного барабана та його діаметра. Форма головки транспортера не

повинні сприяти подрібненню вантажу і висипанню його в кожух. Для нормальній роботи ковшового транспортера необхідно задати правильною формою і розмірами ковшів, швидкістю руху тягового органу, розмірами барабанів (зірочок) та розмірами головки і башмака.

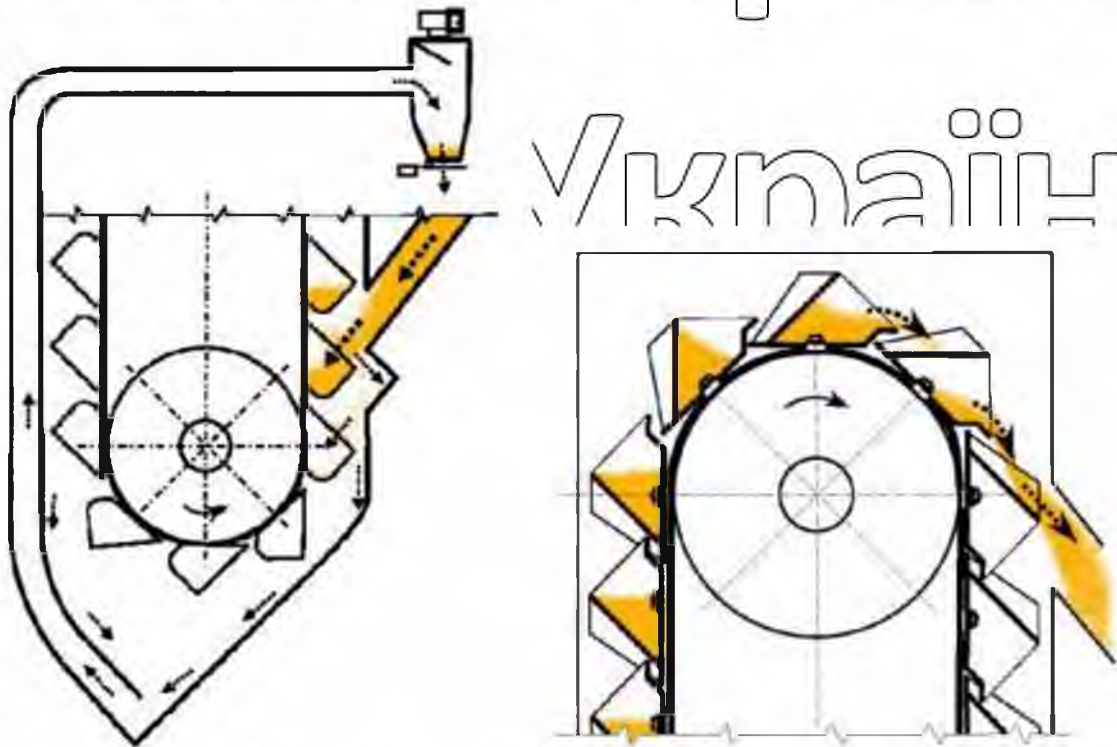


Рис. 1.7. Завантаження і розвантаження ковша

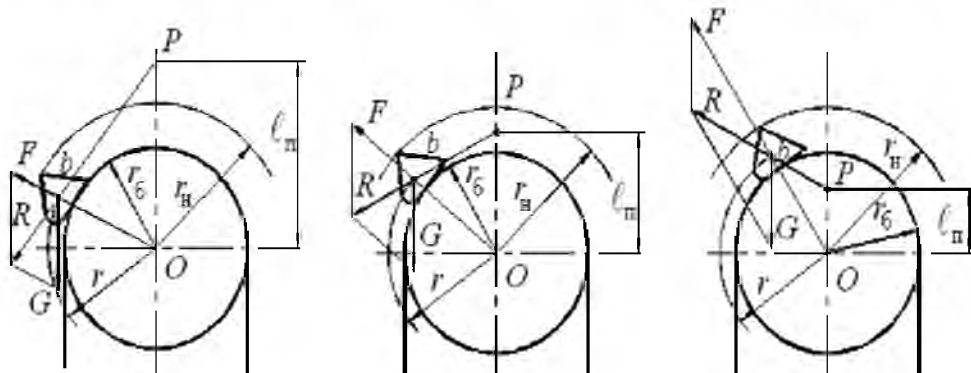


Рис. 1.8. Схема сил, діючих при саморозвантаженні (а), зминомому (б), відцентрового (в) розвантаження

Геометрія руху потоку вантажу на розвантаженні дозволяє конструктивно визначити контури головки кожуха і крок ковшів на тяговому органі для забезпечення рівномірного потоку розвантажувачі вантаж без ударів частинок об стінки кожуха, кришення і пиління.

Норії - спеціальні ковшові елеватори для вертикального транспортування зерна і борошна на борошномельних і комбикормових

підприємствах і зерносховищах, які мають специфічні конструктивні особливості, їх основні параметри обумовлені ГОСТ 10190-70.

У випадку зачерпування вантажу із кучи або з башмака питома робота опору зачерпування A_s залежить від конструкції башмака і ковша, характеру вантажу, що переміщається від швидкості переміщення ковшів. Потужність при зачерпуванні вантажу витрачається на:

- 1) удар ковшів по лежачому вантажу, що не рухається;
- 2) на подолання сил інерції при наданні вантажу швидкості;
- 3) на подолання тертя зовнішніх стінок ковша по вантажу.

1.4 Визначення параметрів пневмотранспортних установок

Призначення і класифікація. Широке застосування пневматичних установок обумовлено їх істотними перевагами перед механічними. Їх принцип дії заключається в переміщенні вантажів потоком повітря, що рухається по трубопроводу.

Пневматичний транспортер можна використовувати для підбору сіна, скиртування сіна і соломи, навантаження та очищення зерна, закладки та навантаження силосної маси, транспортування кормів на тваринницькій фермі.

Переваги пневмотранспорта: можливість застосування на будь-яких трасах транспортування; невелика металоемкість; нескладні операції технічного обслуговування; висока ступінь автоматизації; робота без поштовхів, з малими втратами; охолодження і провітрювання вантажу при транспортуванні, що особливо важливо для зерна, так як зменшується його вологість на 1,0 ... 1,5% і зараженість кліщем. Продуктивність пневмотранспортерів досягає 100 т/год і більше.

До недоліків пневмотранспортних установок відноситься велике споживання енергії (в 4 ... 6 разів більше, ніж у механіческого) і підвищене зношування частин, які працюють з вантажем.

Основні дані при проектуванні пневматичного транспортера: продуктивність Q , кг/с, схема трубопровода; фізико-механічні властивості вантажу. У процесі розрахунку повинні бути визначені: необхідна витрата повітря Q_v , м³/с; тиск повітря p , Па; необхідний діаметр трубопроводу d_r , м; потужність двигуна P , Вт, для приводу вентилятора та інші величини.

Швидкість руху повітря для всмоктуючих і нагнітаючих установок низького тиску рекомендується визначати за формулою:

$$v_B = k_\varphi v_{кр}$$

Коефіцієнт k_φ залежить від складності траси, концентрації суміші і фізико-механічних властивостей вантажу: для зерна $k_\varphi = 1,25 \dots 2,5$; попови $k_\varphi = 1,5 \dots 3,7$; для соломи та сіна $k_\varphi = 1,5 \dots 2,5$.

Щоб уникнути завалу трубопроводу, великі значення k_φ приймають яри більшої масової концентрації, враховуючи коефіцієнт k_m , і підвищеної вологості ω транспортуючого вантажу.

Швидкість частинок вантажу v_r незалежно від початкової швидкості на різних ділянках транспортера (по Н. С. Кузміну) дорівнює на вертикальній ділянці $v_r = v_B - v_{кр.}$; горизонтальній $v_r = 0,85v_B$.

Об'ємна витрата повітря:

$$Q_V = Q_B / \rho_B$$

Підставляючи в цей вираз Q_B , визначене за формулою, отримуємо:

$$Q_V = Q_m / (k_m \rho_B)$$

де ρ_B - щільність повітря: для умов атмосферного тиску $1,2 \text{ кг / м}^3$; при підвищеному тиску в системі $1,6 \dots 2,0$; при розрідженні $0,8 \dots 0,95 \text{ кг / м}^3$.

Площа перетину і діаметр трубопроводу при змінній швидкості повітря:

$$A = Q_V / v_B; \quad d_T = \sqrt{4Q_V / (\pi v_B)} = \sqrt{4Q_m / (\pi k_m \rho_B v_B)}$$

Потужність двигуна для приводу вентилятора витрачається на транспортування повітря і вантажу, а також на подолання втрат у вентиляторі і приводному пристрої. Потужність досягає 150 кВт . Приймавши $Q_{см} = Q_V$ визначивши повний напір p , знайдемо потужність:

$$P = \frac{Q_V p}{\eta_1 \eta_2 \eta_3}$$

де $\eta_1 = 0,55 \dots 0,8$ - к. п. д. вентилятора; $\eta_2 = 0,95 \dots 0,97$ - к. п. д. підшипників; $\eta_3 = 0,96 \dots 1,0$ - к. п. д. передачі.

Основи розрахунку пневмопідійомника. Продуктивність визначають за загальною формулою:

$$Q = p_r A v,$$

де p_r - щільність вантажу в аерированому стані; A - площа перерізу трубопроводу, діаметр якого $d_T > 0,06 \text{ м}$; v - швидкість потоку, м / с .

Загальний напір складається з втрат його на підйом вантажу, тертя повітря при протіканні через вантаж, тертя вантажу об стінки трубопроводу, аерація і на зовнішній протилежний тиск:

$$p = p_m + p_B + p_\tau + p_a + p_{в.п.}$$

При проектуванні сумарне тиск під пористою перегородкою в камері змішувача можна приймати для зерна, висівку і борошна рівним $0,1 \dots 0,12 \text{ мПа}$.

Тиск в камері змішувача повинен бути достатнім для аерації і підйому матеріалу. Його підраховують за формулою:

$$P_m = \rho g p_B (1 + k_m) H$$

де $H=35...40$ м - висота підйому

Загальна потужність установки визначається сумою потужностей P_{Π} живильника і P_B вентилятора:

$$P = P_{\Pi} + P_B$$

Потужність P_{Π} гвинтового живильника можна підрахувати з урахуванням рекомендацій, викладених в § 5 глави 3, а потужність вентилятора за формулою:

$$P_B = (0,015 \dots 0,025) QH$$

де Q та H - відповідно продуктивність і висота підйому пневмопідйомника

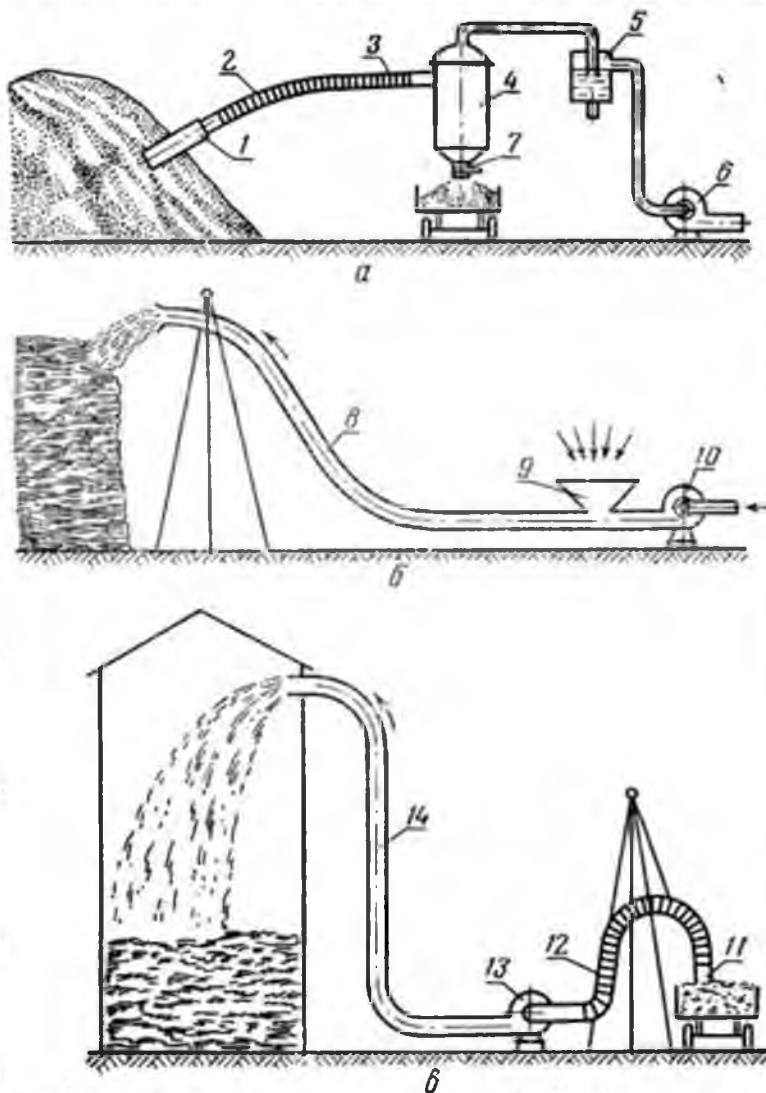
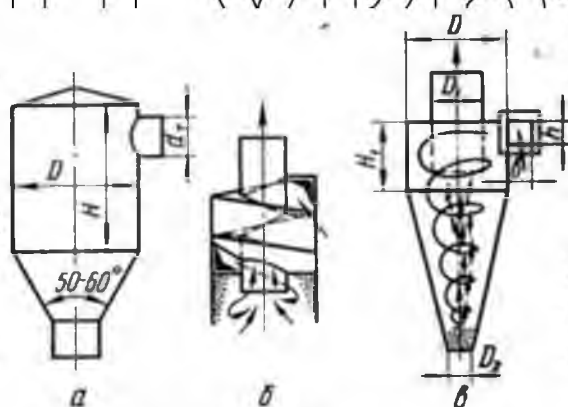


Рис. 1.9. Схема роботи пневматичних транспортерів: а - всмоктувального; б - нагнітаючого; в - змішаного; 11 - сопла; 2 - гнучкий трубопровід; 3 - транспортуючий трубопровід; 4 - вивантажувач; 5 - фільтр; 6, 10 і 13 - вентилятори; 7 - затвор; 8, 12 і 14 - трубопроводи; 9 - завантажувальна воронка.

Завантажувальні пристрої. Для навантаження вантажу в трубопровід використовують сопла, воронки і шлюзові затвори. Сопло складається з двох труб. Повітря, засмоктане в патрубок, захоплює за собою вантаж. Якість роботи сопла залежить від правильного регулювання і положення сопла. З графіка швидкостей повітря очевидно, що сопло слід розташовувати якомога ближче до матеріалу. На відстані одного діаметра від гирла сопла швидкість повітря складає лише 7% від швидкості повітря в трубопроводі. Завантажувальні воронки встановлюють на звуженій ділянці трубопроводу. Цим досягається збільшення динамічного напору проти завантажувального вікна і в нагінтальних пневмостранспортерах не тільки не вибиває повітря, але і, навпаки, відбувається підсос як наслідок інжекції повітря і вантажу. Шлюзовий затвор являє собою секційний барабан, що обертається від спеціального приводу. Вантаж з бункера самопливом надходить в секції барабана і в міру повертання його висипається в трубопровід.

Трубопровід і його сполуки. Трубопровід служить для напрямку переміщення вантажно-повітряної суміші. В сільсько-господарських транспортерах діаметр труби знаходиться в межах 0,075 ... 0,60 м., довжина секції до 3 м. Трубопроводи виготовляють з листової сталі, дюралю і пластмас.

Кінці окремих труб відбортовують, що надає їм жорсткість і дозволяє з'єднувати їх між собою за допомогою швидкознімних хомутів. Зміна напрямку руху вантажу досягається вставкою колін з кутом вигину 45 ... 90°. Для зручності маневрування в роботі в трубопровід включають гнучкі шланги або шарнірні коліна. Якщо необхідно подавати матеріал в два місця, в трубопровід включають розгалужувальні пристрої з заслінкою. У місцях можливих завалів ставлять люки для очищення. Трубопроводи з пластмас, щоб уникнути небезпечних розрядів (статичної електрики), необхідно заземлювати.



Мал. 1.10. Вивантажувачі:

а - об'ємний; б - з прямим висхідним повітряним потоком; в - зі спіральним рухом повітря

Розвантажувальні пристрої. У транспортерів, які працюють на відкритому повітрі, транспортуючий вантаж разом з повітрям викидається безпосередньо через кінцеву секцію трубопроводу. Для розвантаження вантажу з транспортерів, які працюють в приміщенні, найбільшого поширення набули вивантажувачі, що складаються з відокремлювача і затвора. В об'ємному відокремлювачі - циліндричному резервуарі, діаметром в 8 ... 10 разів більше за діаметр трубопроводу, - поділ суміші повітря і вантажу досягається при значному (до 0,2 ... 0,8 м/с) зниженні швидкості. Внаслідок цього із суміші виділяються частинки матеріалу під дією сил тяжіння. Діаметр об'ємного відокремлювача можна визначити з умови $v_{от} = (0,05 \dots 0,1) v_k$ і рівності обсягів повітря в трубопроводі і відокремлювача за одиницю часу:

$$D^2 v_{от} = d_T^2 v_B,$$

де $v_{от}$ і v_B швидкості повітря у відокремлювачі, витання частки матеріалу і повітря в трубопроводі на вході у відокремлювач.

Тоді отримаємо:

$$D = (3,16 \dots 4,47) d_T^2 \sqrt{v_B / v_k}.$$

Висоту циліндричної частини об'ємного відокремлювача беруть рівною (1,1 ... 1,3) D , а конічну частини приймають з умов забезпечення ковзання матеріалу на виході. При транспортуванні борошняних і легких продуктів відокремлювач і очищувач повітря приєднують в одну конструкцію. Подібні конструкції носять назви циклон. У них використовується ефект вихрових рухів суміші: виникають відцентрові сили, які сприяють поділу вантажу і повітря. За характером руху повітряного потоку вивантажувачі і очищувачі з ідеальним вертикальним потоком, отриманим в результаті введення суміші через спіральний канал, бувають з низхідним (рис. 1.10, б) і висхідним (рис. 1.10, в) спіралєобразними вихрами, що виникають між зовнішнім і внутрішнім циліндрами; при цьому, внутрішній служить випускною трубою.

Основні розміри циклону (рис. 1.10, в):

$$D_1 = (0,05 \dots 0,065) \sqrt{v_B}; \quad D = (1,6 \dots 2,0) D_1;$$

$$D_2 = 0,4 D_1; \quad H_1 = 1,25 D_1; \quad b = 0,5(D - D_1) \text{ та } h = 1,75 b.$$

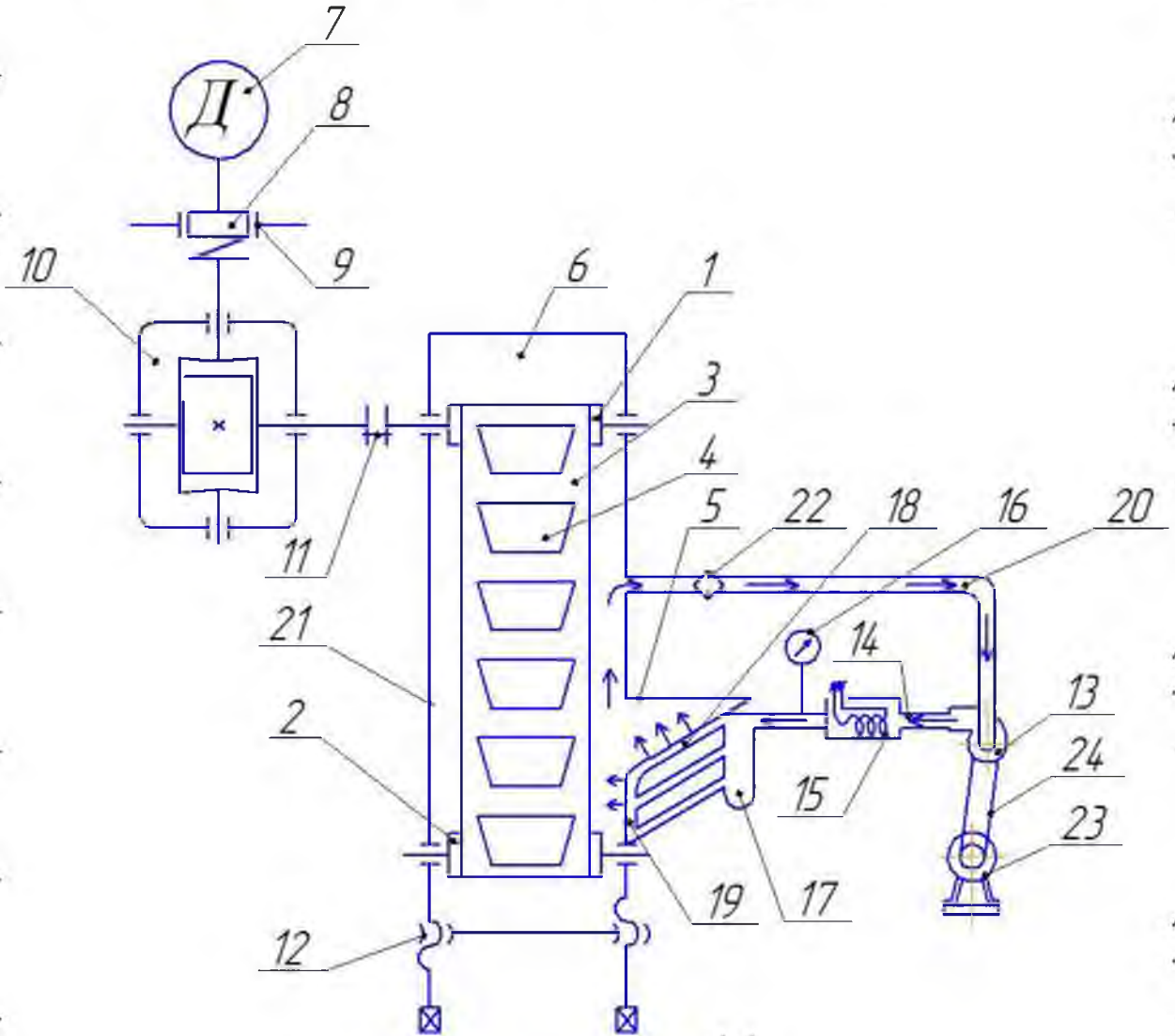
При цьому слід забезпечувати найвигіднішу швидкість входу для поділу суміші; наприклад, для зерна вона дорівнює 11 ... 16 м/с.

Вихід повітря навіть при правильному регулюванні роботи транспортної установки може виносити з собою дрібні частки вантажу розміром від 1 до 8 мкм (борошняні продукти), тому для більш досконалого очищення використовують фільтри. Фільтри бувають мокрі, що встановлюються на всмоктуючих установках, і матерчаті, які допускають навантаження від 1 до 2,5 м³ повітря на 1 м² тканини. При роботі необхідно періодично струшувати тканину рукава фільтра.

НУБІП України

2. Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів ковшового конвеєра

2.1 Запропонована конструкція ковшового конвеєра



Мал. 2.1. Схема ковшового елеватора із пневматичним завантажувачем:

- 1-приводний барабан; 2-натяжний барабан; 3-стрічка; 4-ківші; 5-завантажувальний ківш;
 6-розвантажувальна головка конвеєра; 7-електродвигун; 8-муфта; 9-гальмо; 10-черв'ячний
 редуктор; 11-муфта; 12-натяжний пристрій; 13-енгілятор; 14-магнітальний
 трубопровід;
 15-нарізаний елемент; 16-контролюючий засіб температури повітря; 17-ресивар;
 18-трубопровід ківша; 19-трубопровід кожуха; 20-всмоктувальний трубопровід; 21-кожух
 конвеєра; 22-фільтр; 23-електродвигун; 24-пасова передача.

Ковшовий елеватор складається із ведучого барабана 1, веденого (натяжного) барабана 2, прогумованої стрічки 3 із ковшами 4, яка із попереднім натягом встановлена на барабани. У нижній частині елеватора встановлено завантажувальний ківш 5, а у верхній частині конвеєра розміщено розвантажувальну головку 6. У верхній частині конвеєра розміщено його привід, який складається із електродвигуна 7, муфти 8, гальма 9, редуктора 10, муфти 11. Натяжний барабан 2, розміщений у нижній частині конвеєра кінематично пов'язаний із натяжним пристроєм 12.

Конвеєр обладнано пневматичним завантажувачем, який складається із вентилятора 13, нагнітального трубопроводу 14, нагрівального елемента 15, засобу контролю температури повітря 16, ресивера 17. Ресивер має нагнітальні трубопроводи 18, які розміщені на поверхні завантажувального ковша 5, та нагнітальні трубопроводи 19, які розміщені на стінці кожуха 21. Вище положення завантажувального ковша 5 розміщено всмоктувальний трубопровід 20 із фільтром 22. Аналогічний фільтр встановлено на нагнітальному трубопроводі 14. Привід вентилятора складається із електродвигуна та муфти (не показано).

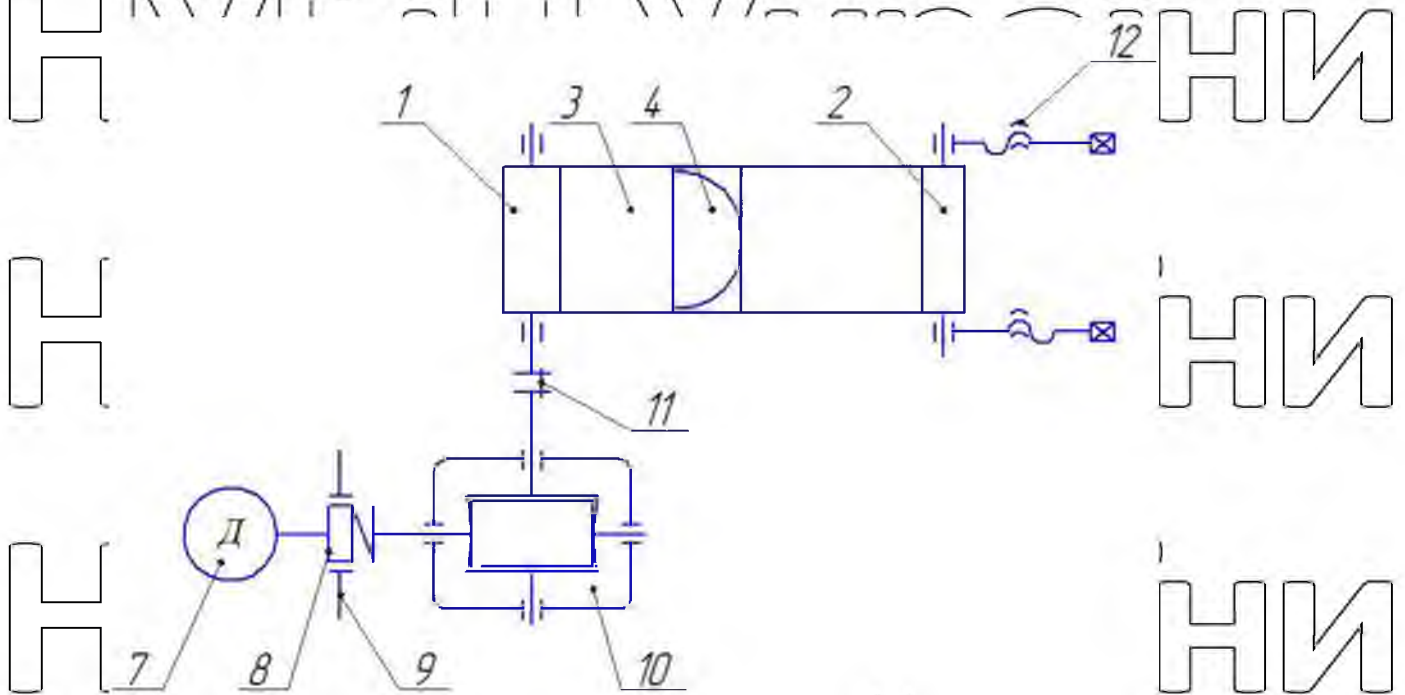
Ковшовий елеватор працює наступним чином. Вмикають привід конвеєра і через завантажувальний ківш 5 здійснюють подачу матеріалу, який підлягає транспортуванню. Вмикають вентилятора 13 і направляють потік повітря у нагнітальний трубопровід 14. Проходячи через нагрівальний елемент 15, повітря нагрівається до потрібної температури і потрапляє спочатку до ресивера 17, а потім до нагнітальних трубопроводів 18 та 19. Трубопроводи 18 розміщені на нижній поверхні ковша 5, із зовнішньої сторони. На дні ковша 5 розташовані отвори, які співпадають із отворами на поверхні трубопровода 18.

Тепле повітря, проходячи через ці отвори потрапляє у шар матеріалу, що знаходиться у ньому. Насичення сипкого матеріалу теплим повітрям створює умови для зменшення коефіцієнту тертя матеріалу по поверхні та зменшення внутрішнього тертя. У наслідок цього утворюється "псевдорідина", тобто потік матеріалу, що швидко заповнює ковші 4, які рухаються разом із стрічкою 3.

Псевдорідина має достатньо кінетичної енергії, щоб заповнювати ковші елеватора без просипання у нижню частину елеватора. Якщо просипання матеріалу все ж відбувається, то повітря, направлене у кожух 21 отворами трубопроводу 19 направляє матеріал у ковші 4.

Для зменшення швидкості повітря у кожусі конвеєра воно направляється у всмоктувальний трубопровід 20 та вентилятор 13. Перед цим повітря очищується за допомогою фільтру 22. Повітря, що рухається по трубопроводах у замкнутому циклі забезпечує завантаження конвеєра без втраг.

2.2 Обґрунтування основних параметрів ковшового конвєсра



Мал. 2.4. Кінематична схема конвєсра.

1-приводний барабан; 2-натяжний барабан; 3-стрічка; 4-кiвші; 7-електродвигун; 8-муфта;
9-гальмо; 10-черв'ячний редуктор; 11-муфта; 12-натяжний пристрій.

Визначити основні параметри стрічкового ковшового вертикального елеватора для переміщення жита. Вихідні дані:

Продуктивність..... $Q=16\text{т/год}$

Висота підйому вантажу..... $H=7\text{м}$

Приймаємо: об'ємну масу вантажу $\gamma=0,7\text{т/м}^3$, коефіцієнт внутрішнього тертя $f'_0 = 0,47$; кут внутрішнього тертя $\rho'_0 = 25^\circ 10'$; швидкість руху стрічки

$v=1,8\text{м/сек}$ коефіцієнт наповнення ковша $\psi=0,7$.

Припустимо, що навантаження буде 24в.24р обіжним, визначимо за формулою

діаметр барабана:

$$D_6 = (0,185 \div 0,204)v^2 = (0,185 \div 0,204)1,8^2 = 0,6 \div 0,66\text{м}$$

Приймаємо $D_6=600\text{мм}$.

Кількість обертів барабана

$$n_6 = \frac{60v}{\pi D_6} = \frac{60 \times 1,8}{3,14 \times 0,6} = 56 \text{ об/хв} \quad (2.1)$$

Полосна відстань (179)

$$h_0 = \frac{895}{n_6^2} = \frac{895}{57,3^2} = 0,282 \text{ м} = 282 \text{ мм}$$

Полосна відстань менше радіуса барабана, а тому вивантажування буде 25в.25р об'ємним. Відношення полюсної відстані до радіуса барабана:

$$\frac{h_0}{r_6} = \frac{272}{300} = 0,90 \quad (2.2)$$

Це відношення знаходиться в межах величини (0,9-1), що рекомендуються, а тому вибрані параметри ДОПУСТИМІ.

Вибираємо глибокий ківш по ГОСТ4592-55: ємність ковша $i=1,5 \text{ л}$, висота задньої стінки $h=150 \text{ мм}$, висота зовнішньої кромки ковша $h_1=75 \text{ мм}$, висота до лінії центрів отворів для болтів $h_2=40 \text{ мм}$, кут зачерпування $\beta=42^\circ$,

виліт ковша $A=125 \text{ мм}$, радіус заокруглення днища ковша $R=40 \text{ мм}$.

Відстань між ковшами

$$S = \frac{3,6i\sqrt{v}}{q} = \frac{3,6 \times 1,5 \times 0,7 \times 1,8 \times 0,7}{15} = 306 \text{ мм} \quad (2.3)$$

Такий крок можна прийняти, так як S повинно бути більше h .

Кут α_1 :

$$\theta = \frac{h-h_1-h_2}{r_6+A} = \frac{150-75-40}{300+125} = 0,082; \quad (2.4)$$

$$\theta = 4^\circ 43'$$

$$\alpha_1 = 90 - \beta + \theta = 90 - 42 + 4^\circ 43' = 52^\circ 4'$$

Радіус кола, що проходить через зовнішні кромки ковшів:

$$r_a = \frac{r_6+A}{\cos \theta} = \frac{300+125}{0,996} = 420 \text{ мм} \quad (2.5)$$

Розміщення плоскості зрушення на початку вивантажування ковша, тобто при $\varphi_0=45^\circ$, за формулою :

$$ctg f_0 = \left(\frac{r_a}{n_0} - \sin \varphi_0 \right) \frac{1}{\cos \varphi_0} = \left(\frac{426}{272} - 0,707 \right) \frac{1}{0,707} = 1,2; \quad (2.6)$$

$$tg \rho' = f = 2f_0' = 2 \cdot 0,47 = 0,94; \quad \rho = 43^\circ 10';$$

$$\alpha_0 = \frac{\pi}{2} - \rho' - \varepsilon_0 = 90 - 43^\circ 10' - 39^\circ 27' = 7^\circ 20'.$$

Збудувавши розташування ковша при $\varphi_0 = 45^\circ$, визначимо степiнь його заповнення. За кресленням виходить, що величина $\psi = 0,55$, а тому перераховуємо величину кроку ковшiв:

$$S = \frac{3,6 \cdot 1,5 \cdot 0,55 \cdot 1,8 \cdot 0,7}{15} = 0,250\text{м} = 250\text{мм}$$

Таку величину кроку можна допустити, так як вона бiльше висоти задньої стiнки. Швидкiсть переносного (обертального) i вiдносного рухiв частин вантажу

$$v_0 = \frac{\pi r_a n_6}{30} = \frac{3,14 \cdot 0,426 \cdot 57,3}{30} = 2,5\text{м/сек} \quad (2.7)$$

$$u_0 = \frac{r_a \omega_0 \cos(\alpha_0 + \rho'_0) - g \sin(\alpha_0 + \varphi_0 + \rho'_0)}{2 \sin \rho'_0} (1 - e^{-2f'_0 \varphi_0})$$

$$= \frac{[0,426 \cdot 3,14 \cdot 57,3 \cdot \cos 32^\circ 33' - 9,81 \cdot 30 \cdot \sin 77^\circ 33']}{(1 - e^{-0,94 \cdot 0,785})} = \frac{2,314 \cdot 57,3 \sin 25^\circ 10'}{2,314 \cdot 57,3 \sin 25^\circ 10'} = 0,86\text{м/сек} \quad (2.8)$$

Знаходимо графiчно абсолютну швидкiсть частинок вантажу в момент його вильоту з ковша на початку вивантажування i будуємо траєкторiю польоту частинок вантажу:

$$v = v_0 + u_0 \quad (2.9)$$

З креслення виходить, що $v = 2,5\text{м/сек}$. Визначимо кут φ_1 в тому положеннi ковша, при якому плоскiсть зрушення

$$\frac{h_0}{r_a} = \frac{\sin \varepsilon_1}{\cos(\varepsilon_1 - \varphi_1)} \quad (2.10)$$

$$\text{звiдки } \cos(\varepsilon_1 - \varphi_1) = \frac{r_a}{h_0} \sin \varepsilon_1,$$

$$\text{де } \varepsilon_1 = \frac{\pi}{2} - \rho' - \alpha_1 = 90^\circ - 43^\circ 10' - 52^\circ 43' = -5^\circ 50'$$

$$\cos(-5^\circ 53' - \varphi_1) = \frac{426}{272} \sin(-5^\circ 53') = 1,566 \cdot 0,102 = 0,720$$

$$\cos(\varphi_1 + 5^{\circ}53') = -0,725; \quad \cos(\pi - \varphi_1 - 5^{\circ}53') = 0,725 = \cos 43^{\circ}30';$$

$$\pi - \varphi_1 - 5^{\circ}53' = 43^{\circ}30'; \quad \varphi_1 = 180^{\circ} - 43^{\circ}30' - 5^{\circ}53' = 130^{\circ}30'.$$

Швидкість відносного руху частин вантажу при $\alpha = \alpha_1$ і $\varphi = \varphi_1$:

$$u_1 = \left[\frac{r_a \omega_0 \cos(\alpha_1 + \rho_0)}{2 \sin \rho_0} - \frac{g \sin(\alpha_1 + \varphi_1 + \rho_0)}{2 \omega_0 \sin \rho_0} \right] (1 - e^{-2f_0 c_1}); \quad (2.11)$$

$$u_1 = \left[\frac{0,426 \cdot 3,14 \cdot 57,3 \cos 77^{\circ}53'}{30 \cdot 2 \sin 25^{\circ}10'} - \frac{9,81 \sin 208^{\circ}30'}{2 \cdot 3,14 \cdot 57,3 \sin 25^{\circ}10'} \right] (1 - e^{-0,94 \cdot 1,64}) =$$

$$= (0,63 + 0,031)(1 - 0,214) = 0,5 \text{ м/сек.}$$

Визначаємо графічно абсолютну швидкість частинок вантажу, що відривається від зовнішньої кромки ковша, в даному миттєвому його положенні і будемо траєкторію польоту частин вантажу:

$$v_1 = \overline{v_0} + \overline{u_1}$$

З креслення випливає, що $v_1 = 2,5 \text{ м/сек.}$

Визначаємо доповнений до φ_1 кут γ , при якому остання частина вантажу

(по послідовності відриву з зовнішньої кромки) вилітає з ковша:

$$\gamma = 90^{\circ} \frac{S_0}{h_0}$$

Де S_0 за формулою:

$$S_0 = \frac{h_1 - R(1 - \sin \beta)}{\cos \beta} = \frac{75 - 40(1 - 0,669)}{0,743} = 80 \text{ мм} \quad (2.12)$$

$$\gamma = 90^{\circ} \frac{83}{272} = 28^{\circ}$$

Визначимо швидкість відносного руху останньої частинки вантажу при вильоті її з ковша:

$$u_k = \left[\frac{r_a \omega_0 \cos(\alpha_1 + \rho)}{2 \sin \rho} - \frac{g \sin(\alpha_1 + \varphi_1 + \gamma + \rho)}{2 \omega_0 \sin \rho} \right] (1 - e^{-2f(\varphi_1 + \gamma)}) \quad (2.13)$$

Приймаємо коефіцієнт тертя пшениці по сталі $f = 0,37$. При цьому кут тертя $\rho = 20^{\circ}20'$.

$$u_k = \left[\frac{0,426 \cdot 3,14 \cdot 57,3 \cos 73^{\circ} 03'}{30 \cdot 2 \sin 20^{\circ} 20'} - \frac{9,81 \cdot 30 \sin 230^{\circ} 40'}{2 \cdot 3,14 \cdot 57,3 \sin 20^{\circ} 20'} \right] \cdot (1 - e^{-0,74 \cdot 1,21}) \quad (2.14)$$

$$u_k = (1,09 + 1,852)(1 - 0,41) = 1,8 \text{ м/сек}$$

Визначимо графічно абсолютну швидкість останньої частинки вантажу траєкторію її польоту:

$$v_k = \vec{u}_k + \vec{v}_0 \quad (2.15)$$

З креслення випливає, що $v_k = 3,6 \text{ м/сек}$.

Визначимо опір завантаження, що вантаж зачерпує з башмака. Приймаємо $A_s = 4,5$ за формулою:

$$W_1 = A_s q_T = 4,5 \frac{15}{3,6 \cdot 1,8} = 12,4 \text{ кГ} \quad (2.16)$$

Опір переміщення стрічки за формулою при $c_0 = 1,3$

$$W_2 = q_T H c_0 = \frac{15}{3,6 \cdot 1,8} \cdot 8 \cdot 1,3 = 25,07 \text{ кГ} \quad (2.17)$$

Сила, що рухається за формулою:

$$P_0 = (W_1 + W_2) c_2 c_2 = (12,4 + 25,07) 1,1 \cdot 1,1 = 42,7 \text{ кГ} \quad (2.18)$$

Натяг на гілках стрічки:

$$c_1 = c_2 = 1,1$$

в збігаючий з приводного барабана гілки по формулі:

$$S_{сб} \geq 1,15 H q_T = 1,15 \cdot 8 \cdot 0,53 \cdot 15 = 75,14 \text{ кГ} \quad (2.19)$$

в набігаючий на приводний барабан гілки:

$$S_{нб} = S_{сб} + P_0 = 75,14 + 41,7 = 116,84 \text{ кГ} \quad (2.20)$$

Перевіримо можливість передачі сили тяги за рахунок зчеплення стрічки

з приводним барабаном за формулою:

$$e^{\alpha f} > \frac{S_{нб}}{S_{сб}} \quad (2.21)$$

Допускаємо, що кут обхвату рівний 180° , тобто $3,14 \text{ рад}$.

$e^{3,14 \cdot 0,3} \geq \frac{114,84}{73,14}; 2,72 > 1,56. \quad (2.22)$

Визначимо фактичну погонну масу тягового органу. Стрічка вибрана:

$B=175\text{мм}; z=4;$ тканина Б-820; $k_{\text{розр}}=55\text{кг/см}.$

$B=1,25z+0,25(z-1)+2 \cdot 1,5 = 10\text{мм}$

Маса одного погонного метру стрічки:

$$q_{\text{л}}=0,01 \cdot 0,175 \cdot 1 \cdot 1100=2\text{кг}.$$

Маса ковшів, що приходять на один метр, $q_k = 3,9\text{кг}.$

Погонна маса робочого органу $q_T = q_{\text{л}} + q_k = 2 + 3,9 = 5,9\text{кг/м}.$

Натяг в гілках нижнього барабану за формулами :

$S_0 = S_{\text{сб}} - Hq_T = 73,14 - 8 \cdot 5,9 = 26,9\text{кг} \quad (2.23)$

$$S'_0 = (S_0 + W_1)c_1 = (26,9 + 12,4)1,1 = 40\text{кг} \quad (2.24)$$

Перевіримо стрічку на міцність за формулою :

$$\frac{nS_{\text{нб}}}{Bz} \leq k_{\text{розр}} \frac{9,5 \cdot 114,84}{17,5 \cdot 4} = 15,6\text{кг/см} < 55\text{кг/см} \quad (2.25)$$

Потужність на валу приводного барабану за формулою:

$N_T = \frac{P_0 v}{75} \cdot C_0 = \frac{41,7 \cdot 1,8}{75} 1,3 = 1,5\text{л. с.} \quad (2.26)$

Потужність на валу двигуна за формулою:

$$N_{\partial} = k \frac{N_T}{\eta_T 1,36} = 1,25 \frac{1,35}{0,7 \cdot 1,36} = 1,9\text{кВт} \quad (2.27)$$

Приймаємо двигун АІР 90 4; $N=2,2\text{кВт}; n_{\partial}=1395\text{об/хв}.$

Визначимо передаточне число трансмісії:

$$i = \frac{n_{\partial}}{n_6} = \frac{1395}{57,3} = 24,3 \quad (2.28)$$

Обрано:
 Редуктор РЧД-100-25-2-1-1-У3
 Муфта МУВП 125-24-1.1-У3 ГОСТ 21424-95

Розрахунок та вибір гальма

1. Гальмівний момент на валу ел. двигуна:

$$M_{\Gamma} = \beta_{\Gamma} * M_{\Sigma} \quad (2.29)$$

де $\beta_{\Gamma} = 1.5$ – коефіцієнт запасу гальмування;

$$M_{\Sigma} = \frac{F_1 * D_6 * \eta_{\text{тр}}}{2 * U_{\text{тр}}} \text{ – статичний момент вантажу;}$$

$F_1 = m * g$ – зусилля у ведучій вітці конвеєра;

$m = V_{\Sigma} * \rho$ – маса вантажу у ковшах (сумарна маса);

$\rho = 0,7 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$ – густина вантажу;

V_{Σ} – сумарний об'єм ковшів на ведучій вітці;

$V_{\Sigma} = 0,48 \text{ м}^3$ ($z = 32$ ковша – кількість ковшів);

$m = 0,48 * 700 = 336 \text{ кг}$; $\eta_{\text{тр}} = 0,89$

заг. к. к. д. приводу конв.;

$$F_1 = 330 * 9,8 = 3280 \text{ Н}; \quad U_{\text{тр}} = 25 \text{ – передат. число редуктора}$$

$$D_6 = 600 \text{ мм} = 0,6 \text{ м.}$$

$$M_{\Sigma} = \frac{3280 * 0,6 * 0,89}{2 * 25} = 34,17 \text{ Н * м}; \quad (2.30)$$

$$M_{\Gamma} = 1,5 * 34,17 = 50,70 \text{ Н * м} \quad (2.31)$$

Приймаємо двоклодкове гальмо із догоходоим магнітом;

Сила нормального тиску на колодках:

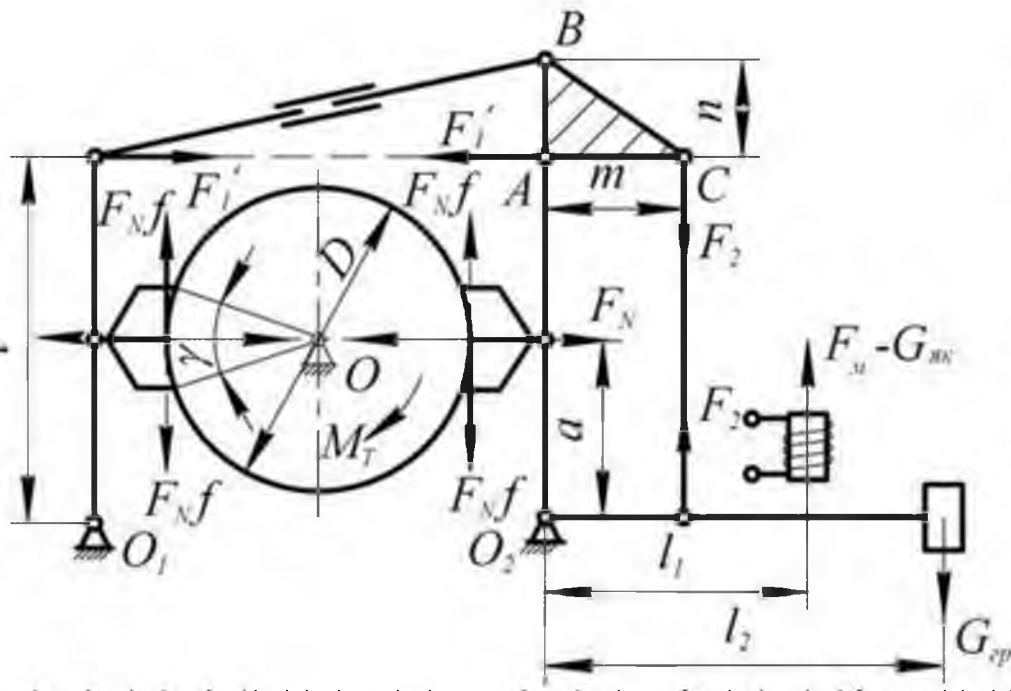
$$F_N = \frac{2 * M_{\Gamma}}{f_1 * D_1}, \text{ Н}; \quad (2.32)$$

$f_1 = 0,15$ – коефіцієнт тертя (сталь-сталь);

$D_1 = 125 \text{ мм}$ – діаметр гальмівного шків (муфта МУВП 125);

$$F_N = \frac{2 * 50,7}{0,15 * 0,125} = 5800,1 \text{ Н} \quad (2.33)$$

Приймаємо двоклодкове гальмо ТКГГ-200, гальмівний момент якого $M_{\Gamma} = 250 \text{ Н * м}$. (мал. 2.5).

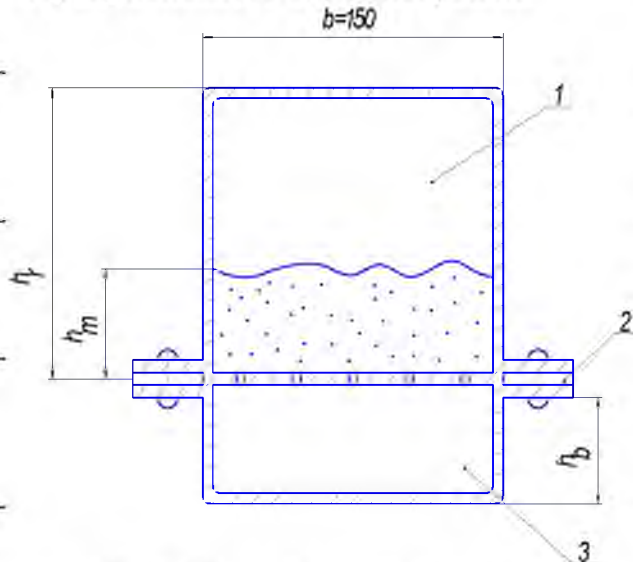


Мал. 2.5 Розрахункова схема залпа ТКТ.

2.3 Обґрунтування основних параметрів завантажувача

Вихідні дані: продуктивність $Q = 16 \text{ т/год}$; об'ємна маса вантажу (яшениці) $\rho = 0,7 \text{ т/м}^3$; кут нахилу $\beta = 16^\circ$.

Продуктивність завантажувача:



Мал. 2.6 Переріз завантажувача (поперечний):

1-вантажний канал; 2-дренаж;
3-повітряний канал

Приймаємо $h_m = 0,06 \text{ м}$

$$Q = \rho \cdot A \cdot v = \rho \cdot b \cdot h_m \cdot v$$

(2.34)

Приймаємо:

$$b = b_{\text{ковш}} = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м};$$

$\rho = 0,7 \text{ т/м}^3$ – щільність вантажу;

Приймаємо із конструктивних

міркувань:

$$h_b = 0,08 \text{ м} - \text{висота повітряного}$$

каналу;

тоді h_r – висота вантажного

каналу;

$$h_r = (1,3 \dots 1,6)$$

$$\cdot h_b = (0,104 \dots 0,128) \text{ м}$$

Приймаємо $h_r = 0,125 \text{ м}$, тоді

висота шару вантажу h_m :

$$h_m = (0,4 \dots 0,5) \quad h_r = (0,05 \dots 0,0625) \text{ м}$$

Із виразу (2.1) визначаємо швидкість u руху вантажу:

$$u = \frac{Q}{\rho \cdot \phi \cdot h_m} = \frac{4,16}{700 \cdot 0,15 \cdot 0,063} = 0,6 \text{ м/с} \quad (2.35)$$

де $Q = 4,16 \text{ кг/с}$; $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$

Тиск у повітряному каналі:

$$P = P_T + P_{\Pi} + P_M + P_b \quad (2.36)$$

P_T - втрати у трубопроводах;

P_M - втрати у колінах трубопровода;

P_{Π} - втрати на переміщення вантажу;

P_b - втрати у дренажі.

Рекомендації:

$P_T = P_{\Pi} = 1,0 \text{ кПа}$; $P_M = 1,0 \text{ кПа}$; $P_b = 0,6 \text{ кПа}$, тоді:

$$P = 1,0 + 1,0 + 1,0 + 0,6 = 3,6 \text{ кПа}$$

Потужність вентилятора:

$$P_v = 600 + 0,8 \cdot P \cdot Q \quad (\text{Вт}) \quad (2.37)$$

(2.2)

$l = 1,5 \text{ м}$ - довжина лотка і нагнітаючого трубопровода;

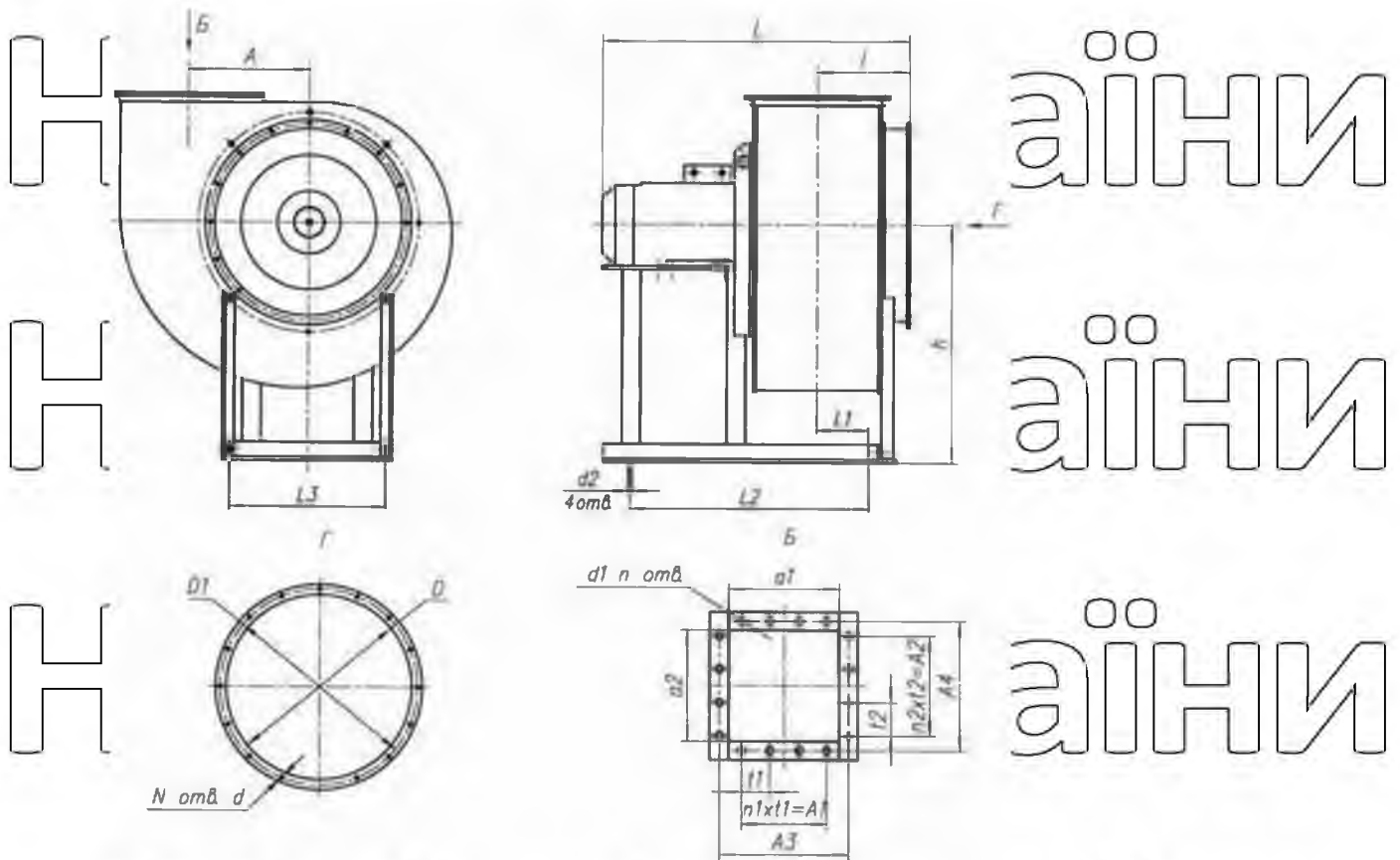
$Q = 15 \text{ т/год}$ - продуктивність завантажувача

$$P_v = 600 + 0,8 \cdot 1,5 \cdot 16 = 618 \text{ Вт} = 0,61 \text{ кВт}$$

Приймаємо вентилятор відцентровий ВЦ 14-46 №2,5

Потужність електродвигуна $0,75 \text{ кВт}$; повний тиск $430-510 \text{ Па}$.

Типорозмер вентилятора	Електродвигатель		Частота вращення рабочего колеса, мин ⁻¹	Параметры в рабочей зоне		Масса вентилятора, не более, кг	Виброизоляторы	
	Типорозмер	Мощность, кВт		Производительность, тыс. м ³ /час	Полное давление, Па		Тип	Кол-во
ВЦ 14-46 №2	АИР58В4	0,18	1330	0,6-0,9	260-270	14,5	ДО38°	4*
	АИР63А4	0,25	1330	0,6-1,15	260-265	15,8	ДО38°	4*
	АИР63В4	0,37	1330	0,6-1,15	260-265	16,7	ДО38°	4*
	АИР80А2	1,5	2850	1,3-2,0	1200-1250	25	ДО38°	4*
	АИР80В2	2,2	2850	1,3-2,5	1200-1200	26,9	ДО38°	4*
ВЦ 14-46 №2,5	АИР71А4	0,55	1350	1,1-1,8	430-500	27,1	ДО38°	4*
	АИР71В4	0,75	1350	1,1-2,2	430-510	27,4	ДО38°	4*
	АИР90L2	3	2850	2,4-2,7	1950-2000	36,6	ДО38°	4*
	АИР100S2	4	2850	2,4-3,4	1950-2200	42,1	ДО38°	4*
	АИР100L2	5,5	2850	2,4-4,4	1950-2300	48	ДО38°	4*



Мал. 2.7. Схема вентилятора

Габаритні розміри Вентилятора ВЦ ВЦ 14-46 №2,5:

№ вент.	Размеры, мм											
	A	A1	A2	A3	A4	a1	a2	L_{max}	l	h	L1	L2
2	130	100	100	170	170	140	140	533	111	287	25	250
2.5	162	100	100	205	205	175	175	625	140	320	35	300
3.15	205	200	200	255	255	221	221	625	162	410	93	400
4	260	200	200	310	310	280	280	820	192	520	110	500
5	324	300	300	380	380	350	350	1025	252	650	93	600
6.3	410	400	400	470	470	441	441	1250	298	820	113	700
8	520	600	600	600	600	560	560	1470	378	905	212	1050

№ вент.	Размеры, мм											
	L3	D	D1	d	d1	d2	t1	T2	N	n	n1	n2
2	200	203	230	7	7	10	85	85	8	8	1	1
2.5	260	253	280	7	7	10	100	100	8	8	1	1
3.15	220	318	345	7	7	10	100	100	8	12	2	2
4	290	405	430	7	7	10	100	100	8	12	2	2
5	410	510	530	7	7	15	100	100	16	16	3	3
6.3	510	640	660	7	7	15	100	100	16	20	4	4
8	606	820	850	11	11	15	150	150	16	16	4	4

Сушіння зерна у русі під дією власної ваги. Здійснюється гарячим ($t=70^{\circ}\dots 150^{\circ}\text{C}$) повітрям, яке подається перпендикулярно до руху зерна. При

цьому вологість зерна зменшується на 6%...12% за один прохід. Витрати тепла, $Q=1200...1400$ ккал на 1 кг випарованої вологи [14].

Розрахунок необхідної кількості тепла та повітря сушильної та охолоджувальної частини сушильної камери здійснюється за d-діаграми вологого повітря.

Вміст вологи у повітрі за температури t_1 :

$$d_1 = \frac{10(9H^P + W^P) + \alpha L_0 d_0}{\alpha L_0 + 1 - \frac{9H^P + W^P + AP}{100}} \text{ г/кг сухого повітря; } \quad (2.38)$$

Коефіцієнт надлишку повітря α :

$$\alpha = \frac{Q_B^P \eta_T (9H^P + W^P) i_n - (1 - \frac{9H^P + W^P + AP}{100}) \cdot C_{cm} \cdot t_1}{L_0 (\frac{d_0 i_n}{1000} - I_0 + C_{cm} t_1)} \quad (2.39)$$

Де, $\eta_T=0,85...0,95$ – к.к.д. джерела енергії; $i_n=595+0,47t$ ккал/кг – теплотворність пару, при температурі t ; $C_{cm} \approx 0,241$ ккал/кг·град – теплотворність повітря; d_0 – вміст вологи у повітрі (атмосферному); I_0 – вміст тепла у повітрі, ккал/кг.

Значення d_0 і I_0 визначають за діаграмою I – d – діаграмою.

Для зимового періоду температуру атмосферного повітря $t_0 = -15^\circ\text{C}$, відносна вологість, $\phi_0 = 70\%$, для літнього періоду - $t_0 = +15^\circ\text{C}$; $\phi_0 = 80\%$. За діаграмою [14] допустима температура продовольчого зерна до температури 55°C забезпечується температурою теплоносія (повітря) $t_t = 110^\circ, 120^\circ\text{C}$.

Питомі витрати повітря та тепла:

$$l = \frac{1000}{M \Delta C} \text{ кг/кг випаровування вологи} \quad (2.40)$$

$$q = \frac{M i \cdot 1000 A F}{M \Delta C} \text{ ккал/кг випаровування вологи} \quad (2.41)$$

Остаточні витрати повітря та тепла для сушильної частини пристрою:

$$V = l W_{1-2} \cdot v_0 \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (2.42)$$

$$Q = q W_{1-2} \text{ ккал/год} \quad (2.43)$$

Де, W_{1-2} – кількість видаленої вологи у кг/год; v_0 – об'єм вологого повітря на 1 кг сухого повітря у м³/кг (табл.5) [14].

Кількість повітря для охолодження зерна до заданої температури та вмісту вологи визначають із рівняння:

$$\frac{l_3 - l_0}{d_3 - d_0} = \frac{Q_{0ш}}{1000W_{2-3}} \quad (2.44)$$

Де, $Q_{0ш} = Q_3(\tau_2 - \tau_3) \cdot g_2$ ккал/год – кількість тепла, яке виділяється при охолодженні зерна від температури τ_2 до температури τ_3 : $c_3 - c_c \frac{1000 - \omega}{100} +$

$\frac{\omega}{100}$ – теплоємність зерна при вологості ω ; $c_c = 0,37$ ккал/кг·град – теплоємність сухого зерна; g_2 – кількість зерна, що охолоджується, кг/год; l_0, l_3 та d_0, d_3 –

теплоємність ккал/кг та вологомисткість повітря; W_{2-3} – кількість вологи, яку відділили, яку віділи у охолоджувальній частині пристрою, кг/год.

Потрібна кількість повітря на 1 кг вологи;

$$l_0 = \frac{1000}{c_a M_d} \text{ кг/кг} \quad (2.45)$$

$$V_0 = L_0 W_{2-3} \cdot v_0 \quad (2.46)$$

3. Економічне обґрунтування

Порівняння базового варіанта елеватора з удосконаленим.

Табл. Дані для порівняння

Характеристика	Умовне позначення	Одиниця виміру	Значення	
			Базова конструкція	Нова конструкція
Годинна технічна продуктивність	P_T	т/год	16	17
Номінальна потужність двигуна	$N_{ном}$	кВт	2,2	2,2
Маса	G	т	1,6	1,6
Коефіцієнт переходу від техн. продуктивності до експлуатаційної	K_T		0,75	0,75
Оптова заводська ціна	$C_{оп}$	Грн.	2540000	-
Ресурс елеватора до першого капітального ремонту	$T_{р1}$	Год.	8700	9300
Періодичність виконання поточного ремонту	$t_{р пр}$	Год.	2880	2880
Періодичність виконання технічного обслуговування	$t_{п то}$	Год.	240	240
Кількість обслуговуючого персоналу	B	Чол.	1	1

Визначення капітальних витрат

Розрахункова вартість базової конструкції елеватора:

$$C_{\text{баз}} = C_{\text{оп}} * K_{\text{п}} \quad (4.1)$$

де $C_{\text{оп}}$ – оптова ціна елеватора, $C_{\text{оп}} = 2540000$ грн.;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт переходу від оптової вартості до середньої вартості,

$K_{\text{п}} = 1,12$.

$$C_{\text{баз}} = 25400 * 1,12 = 2844800 \text{ грн.}$$

Середня вартість елеватора після удосконалення:

$$C_{\text{мод}} = C_{\text{баз}} + C_{\text{уд}} \quad (4.2)$$

де $C_{\text{уд}}$ – вартість удосконалення, $C_{\text{уд}} = 506500$ грн.

$$C_{\text{мод}} = 28448 + 5065 = 3351300 \text{ грн.}$$

Визначення річних поточних витрат

Річні поточні витрати визначаються за формулою:

$$C_{\text{річн}} = C_{\text{маш.зм}} * N_{\text{зм}}, \quad (4.3)$$

де $C_{\text{маш.зм}}$ – собівартість машино-змін, грн./маш.зм.

$N_{\text{зм}}$ – кількість змін в році, $N = 360$ змін.

$$C_{\text{маш.зм}} = C_{\text{ам}} + C_{\text{обс}} + C_{\text{ен}} + C_{\text{то}}, \quad (4.4)$$

$C_{\text{ам}}$ – змінні витрати по амортизаційним відрахуванням;

$C_{\text{обс}}$ – змінні витрати на обслуговування персоналу;

$C_{\text{ен}}$ – змінні енергетичні витрати;

$C_{\text{то}}$ – змінні затрати на ТО і ремонт.

Змінні витрати по амортизаційним відрахуванням визначаються по формулі:

$$C_{\text{ам}} = \frac{A}{N_{\text{см}}} \quad (4.5)$$

A – амортизаційні відрахування на повне відновлення і капітальний ремонт елеватора.

$$A = \frac{C_{\text{б}} * a}{100} \quad (4.6)$$

НУБІП УКРАЇНИ

де C_6 – середня вартість елеватора;

$$C_{\text{баз}} = 28448 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{мод}} = 33513 \text{ грн.}$$

a – норма амортизаційних відрахувань, $a=12\%$.

$$A_{\text{баз}} = \frac{28448 * 12}{100} = 341300 \text{ грн.}$$
$$A_{\text{мод}} = \frac{33513 * 12}{100} = 402100 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{ам.баз}} = \frac{3413}{360} = 9,5 \frac{\text{грн}}{\text{машино-зм}}$$

$$C_{\text{ам.мод}} = \frac{4021}{360} = 11,2 \frac{\text{грн}}{\text{машино-зм}}$$

Змінні витрати на обслуговуючий персонал:

$$C_{\text{обс}} = N * Z_{\text{зм}} * 1,25 \quad (4.7)$$

де N – кількість обслуговуючого персоналу, $N=1$;

$Z_{\text{зм}}$ – заробітна плата працівника за одну зміну, грн.;

$$Z_{\text{см}} = 25 * 8 = 200 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{обс}} = C'_{\text{обс}} = 1 * 200 * 1,25 = 250 \text{ грн.}$$

Змінні енергетичні затрати визначаються за формулою:

$$C_{\text{ен}} = W_{\text{ен}} * S_{1\text{кВт}} \quad (4.8)$$

де $W_{\text{ен}}$ – споживання електроенергії для приводу елеватора, $\frac{\text{кВт}}{\text{машино-зм}}$;
 $S_{1\text{кВт}}$ – вартість одного кіловата електроенергії, $S_{1\text{кВт}}=0,40$ грн.

$$W_{\text{ен}} = \frac{N_{\text{ном}} * t_{\text{зм}} * K_{\text{см}} * K_{\text{в}} * K_{\text{дм}} * K_{\text{п}}}{\eta} \quad (4.9)$$

де $N_{\text{ном}}$ – номінальна потужність двигуна, $N_{\text{ном}}=2,2$ кВт;

$K_{\text{см}}$ – число змін, $K_{\text{см}}=3$;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання двигуна по часу, $K_{\text{в}}=0,86$;

$K_{\text{дм}}$ – коефіцієнт використання двигуна за потужністю, $K_{\text{дм}}=0,6$;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт що враховує втрати електроенергії, $K_{\text{п}}=1,05/1,1$;

η – коефіцієнт корисної дії двигуна при його завантаженні, $\eta=0,8$.

НУБІП УКРАЇНИ

$$W_{\text{ен}} = \frac{2,2 * 8 * 3 * 0,86 * 0,6 * 1,1}{0,7} = 42,8 \frac{\text{кВт}}{\text{машино-зм}}$$

$$C_{\text{ен}} = 42,8 * 0,40 = 17 \frac{\text{грн}}{\text{машино-зм}}$$

$$C'_{\text{ен}} = 17 * 2 = 34 \frac{\text{грн}}{\text{машино-зм}}$$

Змінні витрати на ТО і ремонт можна прийняти 13% від середньої вартості елеватора:

$$C_{\text{то}} = \frac{C_{\text{б}} * 0,13}{H_{\text{см}}}$$

$$C_{\text{то}} = \frac{28448 * 0,13}{360} = 10,3 \frac{\text{грн}}{\text{машино-зм}}$$

$$C'_{\text{то}} = \frac{33513 * 0,13}{360} = 12,1 \frac{\text{грн}}{\text{машино-зм}}$$

$$C_{\text{маш-зм}} = 9,5 + 250 + 17 + 10,3 = 286,8 \frac{\text{грн}}{\text{машино-зм}}$$

$$C'_{\text{маш-зм}} = 11,2 + 250 + 34 + 12,1 = 307,3 \frac{\text{грн}}{\text{машино-зм}}$$

$$C_{\text{рік}} = 286,8 * 360 = 1032480 \text{ грн}$$

$$C'_{\text{рік}} = 307,3 * 360 = 1106280 \text{ грн}$$

Визначення річної експлуатаційної продуктивності

Експлуатаційна продуктивність елеватора визначається на основі технічної продуктивності при однакових умовах експлуатації.

Експлуатаційна продуктивність визначається за час (змину) та рік.

$$P_{\text{Г}}^{\text{Е}} = P_{\text{Г}}^{\text{Т}} * K_{\text{Т}} \quad (4.10)$$

де $K_{\text{Т}}$ - коефіцієнт переходу від технічної продуктивності до експлуатаційної, $K_{\text{Т}} = 0,8$;

$P_{\text{Г}}^{\text{Т}}$ - годинна технічна продуктивність:

для базової конструкції:

$$P_{\text{Г}}^{\text{Т}} = 15 \frac{\text{т}}{\text{год}} \quad (4.11)$$

для удосконаленої конструкції:

$$P_{\Gamma}^T = P_{\Gamma} * K_3 = 15 * 1,13 = 17 \frac{\text{т}}{\text{год}} \quad (4.12)$$

K_3 – коефіцієнт, що враховує вменшення втрат при завантаженні, $K_3 = 1,13$;

$$P_{\Gamma}^E = 15 * 0,8 = 12 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$P_{\Gamma}^E = 17 * 0,8 = 13,6 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

Річна експлуатаційна продуктивність елеватора розраховується по формулі:

$$P_{\text{річна}}^E = P_{\Gamma}^E * T_{\text{річн}} * K_B$$

де K_B – коефіцієнт використання часу зміни, $K_B = 0,82$;
 $T_{\text{річн}}$ – річний дійсний фонд робочого часу елеватора,
 $T_{\text{річн}} = 120 \text{ днів} = 2880 \text{ год.}$

для базової конструкції:

$$P_{\text{річн}}^E = 12 * 2880 * 0,82 = 28339,2 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

для удосконаленої конструкції:

$$P_{\text{річн}}^E = 13,6 * 2880 * 0,82 = 32117,76 \frac{\text{т}}{\text{рік}}$$

Визначення основних показників і економічної ефективності капіталовкладень

Питомі капіталовкладення на 1000 т. вантажу, який транспортується, визначається виходячи з розрахунків вартості машини і її річної продуктивності:

$$K_y = \frac{1000 * C_{\text{баз}}}{P_{\text{річн}}^E} \quad (4.14)$$

$$K_y = \frac{1000 * 28448}{28339,2} = 11003,8 \frac{\text{грн}}{1000 \text{ м}}$$

$$K'_y = \frac{1000 * 33513}{32117,76} = 11043,44 \frac{\text{грн}}{1000 \text{ м}}$$

Питомі поточні витрати на транспортування 1000 т. вантажу для базової і удосконаленої конструкції:

$$S_y = \frac{1000 * C_{річн}}{P_{річн}}$$

$$S_y = \frac{1000 * 103248}{28339,2} = 3643,3 \frac{\text{грн}}{1000 \text{ м}} \quad (4.15)$$

$$S'_y = \frac{1000 * 110628}{32117,76} = 3444,4 \frac{\text{грн}}{1000 \text{ м}}$$

Питомі приведені затрати на 1000 т. завантаженого вантажу:

$$Z_{пр} = S_y + E_H * K_y, \quad (4.16)$$

де E_H – нормальний коефіцієнт економічної ефективності, $E_H = 0,16$.

$$Z_{пр} = 3643,3 + 0,15 * 1003,8 = 3793,87 \frac{\text{грн}}{1000 \text{ м}}$$

$$Z'_{пр} = 3444,4 + 0,15 * 1043,44 = 3600,9 \frac{\text{грн}}{1000 \text{ м}}$$

Річний економічний ефект на одну машину:

$$E_p = (Z_{пр} - Z'_{пр}) * \frac{P_{річн}}{1000} \frac{\text{грн}}{\text{рік}} \quad (4.17)$$

$$E_p = (3793,87 - 3600,9) * \frac{32117,76}{1000} = 61977 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Термін окупності додаткових капиталовкладень визначається по формулі:

$$T_{ок} = \frac{K_y - K'_y}{S_y - S'_y} \quad (4.18)$$

$$T_{ок} = \frac{1043,44 - 1003,8}{3643,3 - 3444,4} = 0,8 \text{ рік}$$

Визначення собівартості продукції

$$C_{c/v} = \frac{C_{\text{маш-зм}}}{P_{\text{Э}}}, \quad (4.19)$$

$$C_{c/v} = \frac{286,8}{55,36} = 352 \frac{\text{грн}}{\text{м}}$$

$$C'_{c/v} = \frac{307,3}{77,44} = 339 \frac{\text{грн}}{\text{м}}$$

Результати всіх розрахунків зводимо до таблиці.

Таблиця. Техніко-економічні показники.

Показники	Одиниці виміру	Конструкція	
		Базова	Нова
Середня вартість елеватора	Грн.	2844800	3351300
Експлуатаційна продуктивність конструкції: годинна річна	т/год т/рік	12 28339,2	13,6 32117,76
Собівартість однієї машино-зміни	Грн.	2868	3073
Собівартість одиниці продукції	Грн./т	352	339
Річний економічний ефект	Грн.	-	61977
Питоми капіталовкладення	Грн./1000т	34009	37938
Термін окупності додаткових вкладень	рік	-	0,8

Висновки

1. Існуючі конструкції ковшових елеваторів не забезпечують підвищення продуктивності за рахунок зменшення втрат при завантаженні.
2. В процесі завантаження існуючих конвеєрів відбувається значне пошкодження матеріалу.
3. Запропонована конструкція забезпечує значне зменшення втрат (15-20%) при завантаженні у порівнянні з існуючими аналогами.
4. Запропонована конструкція завантажувального пристрою унеможливує пошкодження сипкого матеріалу (зерна).
5. Продуктивність запропонованого елеватора збільшилась на 12-15%.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Список використаної літератури

1. Аиурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. 3-х т. - 6 изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1982.
2. Березовский Ю.Н., Чернилевский Д.В., Петров М.С. Детали машин. М.: Машиностроение, 1983.
3. Боков В.Н. Чернилевский Д.В., Будько П.П. Детали машин: Атлас конструкций. М.: Машиностроение 1983.
4. Вайсон А.А. Подъемно-транспортные машины. - М.: Машиностроение, 1989. - 535 с.
5. Вайсон А.А. Подъемно-транспортные машины в строительной промышленности. Атлас конструкций. - М.: Машиностроение, 1987. - 122с.
6. Готовцев А.А., Столбин Г.Б., Когенко И.И. Проектирование цепных передач: Справочник 2-е издание М.: Машиностроение, 1982.
7. Гузенков П.Г. Детали машин 4-е издание. М.: Высшая школа, 1986.
8. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование. М.: Изд-во стандартов, 1975.
9. Зенков Р.Л., Иванов И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. М. Машиностроение, 1980. - 720с.
10. Зуев Ф.Д., Лотков И.Л., Полухин А.И. Подъемно-транспортные машины зерноперерабатывающих предприятий. - М.: Агропромиздат, 1985. - 264 с.
11. Иванченко Ф.К. Конструкция и расчет подъемно-транспортных машин. - К.: Вища шк., 1998. 424 с.
12. Иванченко Ф.К. Расчеты грузоподъемных машин. - К.: Вища шк., 1975. - 520с.
13. Иванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини. - К.: Вища шк., 1993. - 413 с.
14. Красников В.В. Подъемно-транспортные машины.- М.: Агропромиздат, 1987 - 270 с.
15. Кузьмин А.В., Чернин И.М., Козинцев Б.П. Расчеты деталей машин, 3-е издание - Минск: Высшая школа, 1986.
16. Перель Л.Я. Подшипники качения. М.: Машиностроение, 1983.
17. Проектирование механических передач/ Под. Ред. С.А.Чернавского, 5-е изд. М.: Машиностроение, 1984.
18. Руденко Н.Ф. Курсовое проектирование грузоподъемных машин. - М.: Машиностроение, 1971. - 384с.

19. Спываковский А.О., Дьячков В.К. Транспортующие машины. – М.: Машиностроение, 1985. – 847 с.

20. Усов П.В. Подъемно-транспортные машины : Учебник для вузов. – М.: Высшая шк., 2000. – 552 с.

21. Чернавский С.А., Боков К.Н., Чернин И.М., Ицкевич Г.М., Козинцов В.П. 'Курсовое проектирование деталей машин': Учебное пособие для учащихся. М.: Машиностроение, 1988 г.

22. Шеффлер М., Пайер Г., Курт Ф. Основы расчета и конструирования подъемно-транспортных машин. – М.: Машиностроение, 1980. – 255 с.

23. Ярошенко В.Ф. Типові питання студентам при захисті курсових робіт підйомно-транспортних машин. Методичні вказівки до курсового проекту. – К.: Вища шк., 1998. – 25 с.

24. Ярошенко В.Ф., Мазоренко Д.І. Підйомно-транспортні машини. Програма для сільськогосподарських вищих навчальних закладів із спеціальності «Механізація сільськогосподарського виробництва».- К., Вища шк., 1995. – 12 с.

25. Сайт: www.teleskopicheskie-pogruzchiki.ru

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України
Додатки

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**Національний університет біоресурсів і
Природокористування України**

**Факультет конструювання та дизайну
Кафедра конструювання машин і
обладнання**

НУБІП України

**«Удосконалення ковшового елеватора для
переміщення сипких вантажів»**

17.05. – КР570 – «С» 2016.03.22.001ПЗ

**Дипломник: Болва Є.А.
Керівник проекту: Рибалко В.М.**

НУБІП України

Київ 2016

НУБІП 1. Мета України

Підвищення продуктивності ковшового елеватора
та зменшення пошкодженості зерна шляхом
обґрунтування параметрів його
завантажувального пристрою.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

2. Задачі

- Проаналізувати конструкції існуючих активних завантажувачів кошових елеваторів

НУБІП України

- Запропонувати конструкцію завантажувача, за допомогою якого

НУБІП України

можна збільшити продуктивність конвєєра та зменшити пошкодження зерна

НУБІП України

- Обґрунтувати основні технологічні та конструктивні параметри запропонованого завантажувача

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3. Ковшові елеватори.
Загальні відомості
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІТ ПІЯНІ
и нїєдк у країни

НУБІТ ПІЯНІ
и нїєдк у країни

НУБІТ ПІЯНІ
и нїєдк у країни

НУБІТ ПІЯНІ
и нїєдк у країни

НУБІТ ПІЯНІ
и нїєдк у країни

НУБІТ ПІЯНІ
и нїєдк у країни

НУБІТ ПІЯНІ
и нїєдк у країни

5. Тягові органи елеватора

В залежності від кількості ланцюгів, до яких кріпляться ковші, розрізняють одноланцюгові елеватори. Також одним із тягових органів елеваторів є стрічка.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

6. Розвантажувальні пристрої

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

7. Завантажувальні пристрої
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

8. Конструкція запронованого
елеватора НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

9. Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів
КОВШОВОГО КОНВЕЄРА

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**10. Схема подачі повітря у
завантажувальний ківш**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

11. Обґрунтування параметрів
завантажувача

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

12. Завантажувальний пристрій

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

13. Охорона праці

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

14. Економічне обґрунтування

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

15. Висновки

- існуючі конструкції ковшових елеваторів не забезпечують

підвищення продуктивності за рахунок зменшення втрат при завантаженні

- в процесі завантаження існуючих конвеєрів відбувається значне пошкодження матеріалу

- запропонована конструкція забезпечує значне зменшення втрат (15-20%) при завантаженні у порівнянні з існуючими аналогами

- запропонована конструкція завантажувального пристрою унеможливіє пошкодження ситкого матеріалу (зерна)

- продуктивність запропонованого елеватора збільшилась на 12-15%

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП **Дякую за** України

НУБІП **увагу** України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України