

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

“ ____ ” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

"Удосконалення зерноочисного комплексу ЗАВ-20 з
обґрунтуванням параметрів завантажувальної норії"

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи ГМ-22М-1.1

ОНП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

_____ Грузденко Владислав

Олександрович

« ____ » _____ 2024 р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Олександр НЕСТЕРЕНКО

« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент Микола МОРОЗ

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет: АГРОТЕХНІЧНИЙ

Кафедра: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Рівень вищої освіти: МАГІСТР

Галузь знань: 13 МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітньо-професійна програма: 133 ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«__» _____ 2024 року

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

Грузденко Владислав Олександрович

1. Тема роботи: «Удосконалення зерноочисного комплексу ЗАВ-20 з обґрунтуванням параметрів завантажувальної норії»
2. Керівник роботи: Нестеренко О.В., канд. техн. наук, доцент
3. Строк подання студентом роботи до захисту: 17.06.2024 року
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: підвищення ефективності роботи зерноочисного комплексу ЗАВ-20 шляхом вдосконалення конструкції та обґрунтування параметрів завантажувальної норії

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Олександр НЕСТЕРЕНКО		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	05.06.2024	
2	Графічна частина	10.06.2024	
3	Перевірка роботи на доброчесність	14.06.2024	
4	Захист роботи	10-28.06.2024	

Дата видачі завдання

«16» лютого 2024 р.

Підпис керівника _____ Олександр НЕСТЕРЕНКО

Завдання прийнято до виконання

«16» лютого 2024 р.

Підпис здобувача _____ Владислав ГРУЗДЕНКО

Зміст

1. Вступ.....	5
2. Наукова частина	6
3. Інженерна частина.....	25
4. Охорона праці.....	38
5. Економічна частина	40
6. Висновки	41
Список використаних джерел	42
Додатки.....	44

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

На сьогоднішній день в Україні розвиток аграрного комплексу є одним з пріоритетних напрямків розвитку національної економіки, адже в значній мірі від його стану і ефективної діяльності сільськогосподарських виробників залежить успішне вирішення одної із найважливіших задач нашої держави, а саме створення умов для її продовольчої безпеки [1].

При цьому, однією з головних та вирішальних умов для подальшого підвищення виробництва продовольчих продуктів є інтенсивне впровадження нових технологій, машин та засобів виробництва продуктів рослинництва та тваринництва, значне підвищення продуктивності людської праці, яке базується на розробці та впровадженні нової і високопродуктивної техніки.

Однією з важливих операцій при збиранні урожаю є післязбиральне очищення зерна, від ефективності та своєчасності якого залежить продовольча та товарна цінність отриманого зерна.

Зерно в процесі обробки багато разів контактує з робочими органами машин та елеваторів, тому є значний ризик його травмування та подрібнення.

При цьому, зерновий матеріал найчастіше контактує з робочими органами транспортерів та норій, які є невідомою частиною комплексів по переробці та очищенню зерна.

Незважаючи на досить широке застосування норій та ковшових елеваторів, показники їх технологічної ефективності недостатньо високі, при цьому не зменшується вірогідність травмування зерна.

В магістерській роботі запропонована модернізація зерноочисного комплексу ЗАВ-20 та обґрунтуванням параметрів завантажувальної норії для підвищення продуктивності та зменшення травмування зерна.

					УЗКН 00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Грузденко</i>			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Нестеренко</i>					5	1
<i>Реценз.</i>						ЦНТУ, гр. ГМ-22М 1.1		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Леценко</i>						

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

2.1. Огляд конструкцій норій

Норії серії типу НМ набули широкого використання на підприємствах. Серія НМ налічує декілька одиниць зернових норій, при цьому, єдина значна різниця між ними – продуктивність. Для порівняння із норією НМ-100 було вибрано норію НМ-50 цієї ж серії, та норію серії НЦ-50 і НЦ-20 .



Рис. 2.1. Загальний вигляд головки норії типу НМ.

Використовуються норії типу НМ і серії НЦ для вертикального транспортування зернових сумішей на задану висоту у елеваторах, комбікормових заводах, млинах і інших підприємствах.

У норій серії типу НМ тяговим органом є стрічка з закріпленими ковшами, в серії НЦ використовується ланцюг з закріпленими ковшами [3].

Також норії такого типу можуть мати різну висоту у залежності від потреб переробного підприємства, чим більшою є норія, тим потужніший установлюють привід та редуктор. Максимальна висота зернових норій НМ-50 не більше 30 метрів, норій НЦ-50 і НЦ-20 не більше 40 метрів, при цьому, максимальна допустима висота норії типу НМ-100 може становити до 60 метрів [2, 5].

Найбільш продуктивними із представлених норій є норії типу НМ серії, зокрема НМ-100, номер якої йде після серійного в НМ прямо вказує на значну продуктивність, тому норія типу НМ-100 може передавати до 100 тонн

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зернової суміші за годину, і також цей принцип стосується й продуктивності норії типу НМ-50, вона може передавати до 50 т/год [5].

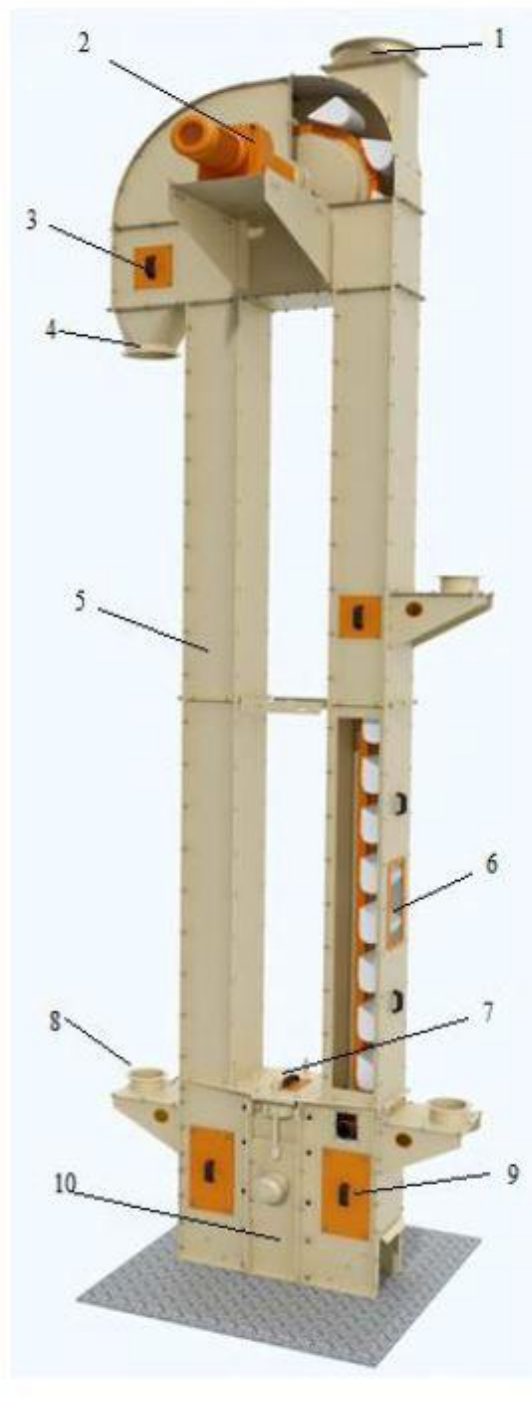


Рис. 2.2. Загальний вигляд норій серії типу НЦ

- 1 – Вибухорозрядник шиберний; 2 – мотор-редуктор;
3 - люк; 4 – вивантажівальний патрубок; 5 – секція труб;
6 – глядовий люк; 7 – натяжний регулювальний гвинт; 8 – завантажувальний патрубок; 9 – перевірочний люк; 10 – черевик.

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В випадку норії НЦ-50 і норії НЦ-20, продуктивність не зовсім відповідає серійному номеру, перша може передавати не більше 25 т/год, друга іще менше, близько 12 т/год [2].

Норії типу НМ-100 і НМ-50 можуть використовувати різні приводи, зокрема привід фірми: Bauer, Bonfoglioli, Sew-Eurodrive.

Норії типу НЦ-20 і НЦ-50 мають дещо більший вибір виробників для комплектування своїх норій, зокрема такі як :Bauer, Bonfoglioli, Sew-Eurodrive, Nord, Sitty, Innovarry [3].



Рис. 2.4. Черевик зернової норії

Параметри різних конструктивних частин зернових норій також відрізняються між собою у представлених моделях. Так, потужність приводу норії НМ-100 при її мінімальній висоті 10 м буде 7.5 кВт/год, а при максимальній 60 м близько 30 кВт/год. В норії НМ-50 при мінімальній її висоті 10 м буде 4 кВт/год, а при максимальній 30 м, буде 9.2 кВт/год. Порівняно із аналогами норія типу НМ-100 споживає значно більше електроенергії [3, 5].

Маса норії типу НМ-100 буде становити при висоті 10 м – 1640 кг, а при висоті 60 м близько 5520 кг. Маса норії типу НЦ-20 при висоті 10 м становить 1010 кг, а при висоті 40 м – 2440 кг. Тоді як маса норії НЦ-50 при висоті 10 м становить 1160 кг. Найважчою норією з поміж аналогів виявилася норія типу НМ-100.

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним важливим параметром для порівняння норій буде крок ковшів і розміри самого ковша. Крок ковша в норії НМ-100 становить 185 мм, а розміри 270x155x120 мм. В норії НМ-50 крок ковша становить 180 мм, а розміри 215x160x110 мм. В НЦ-50 крок її ковша 250 мм, а розміри 185x125x150 мм. У НЦ-20 крок ковша 500 мм, її розміри 165x125x150 мм [3].

За такими параметрами, розміри і крок ковшів норії НМ-100 показали тільки середній результат, низько продуктивний аналог НЦ-50 хоч і має більший крок, але поступається в загальному розмірі.

У норії НМ-100 (рис. 2.5) розмір її головки становить 1745x2100x1400 мм. В норії НМ-50 розміри 1865x1145x1110 мм. У норії НЦ-50 розміри 1520x1800x1300 мм [3-5].



Рис. 2.5 Норія НЦ-100

Розмір головки норії типу НМ-100 наближений до розмірів аналогів але при цьому, має свої специфічні параметри.

Швидкість стрічки також відрізняється в різних типах норія. Для норії НМ-100 швидкість руху ланцюга складає 2.78 м/с. Для норії НМ-50 швидкість стрічки становить 2.6 м/с. Для ланцюгових норій типу НЦ-50 та НЦ-20, швидкість є однаковою 1.8 м/с [3-5].

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усерії НМ для різно продуктивних норій швидкість стрічки майже не відрізняється, а ось в ланцюгових норій НЦ-20 (рис. 2.6) і НЦ-50 швидкість в 1.5 рази нижча ніж у аналогів.

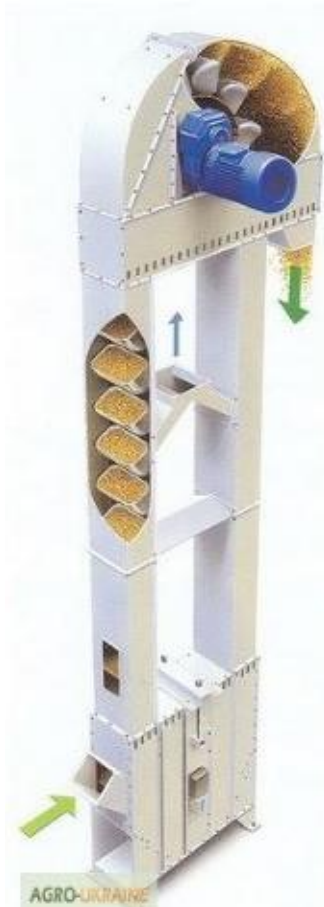


Рис. 2.6. Норія НЦ-20

Норія типу НМ-100 та НМ-50 може використовувати різні приводи, зокрема приводи фірм: Bauer, Bonfoglioli, Sew-Eurodrive, Nord.

Норії типу НЦ-20 та НЦ-50 мають дещо більший вибір виробників, для комплектування своїх норій, зокрема такі як: Bauer, Bonfoglioli, Sew-Eurodrive, Nord, Sitty, Innovarry [3].

Останім значимим параметром для порівняння є розмір черевика норії. У норії НМ-100 цей розмір становить 2020x620x1300 мм. У норії типу НМ-50 становить 1320x560x1167 мм. В норії НЦ-20 - найбільший розмір черевика серед аналогів у норії НМ-100, і пов'язано це з високою продуктивністю даної норії.

Для узагальнення можемо виокремити плюси і мінуси норії НМ-100 впорівнянні з аналогами, норіями типу НМ-50 та НЦ-50.

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільшою та найсуттєвішою перевагою даної норії є її продуктивність, яка значно більша за два інші аналоги.

Також до плюсів варто віднести широкий вибір норії по висоті, від 10 до 60 метрів, завдяки цьому на підприємстві можна застосовувати норію із оптимальною висотою [5] (рис. 2.7).

Окрім переваг висоти та високої продуктивності, норії володіють також наступними якісними характеристиками:

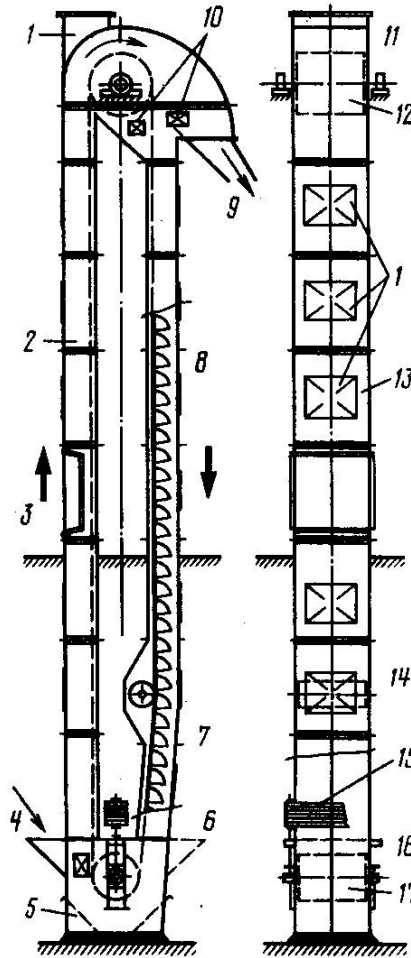


Рис. 2.7. Основні вузли поширеної норії:

1 – вихлопний вертикальний отвір; 2 – труби норії; 3 – оглядові люки норії; 4 –завантаження по ходу стрічки норії; 5 – отвори для зачищення башмака норії; 6 – завантаження проти ходу стрічки норії; 7 – зміщена секція труби норії; 8 – стрічка із ковшами; 9 – розвантажувальний носок норії; 10– швидкодіючі та пиленепроникні оглядові люки; 11 – головка норії; 12 –приводний барабан норії; 13 –пиленепроникні кожухи із фланцями, виконані з застосуванням профільного прокату; 14 – направляючий барабан норії; 15–натяжний пристрій стрічки; 16 –черевик; 17 – натяжний барабан

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- це достатньо дешевий засіб вертикального транспортування із високою ефективністю та споживаною потужністю;

- при обмеженій виробничій площі;

- механізми норії працюють в добре захищеному від пилу і бруду кожусі;

- сучасні норії досить надійні і зношування їх незначне.

Недоліками норії, якщо не вдоватися до вдосконалення, можуть бути:

- подрібнення зерна при їх заборі ковшами із башмака норії;

- змішування продуктів через наявність залишків у кутах норійного башмака, особливо при частій заміні продуктів, які транспортуються;

- достатня чутливість норії до перевантаження, яка викликається розсипом зерна із ковшів, що піднімаються догори;

- значне виділення пилу всередині норійних труб, що може бути причиною можливих вибухів пилу.

Норії транспортують гранульовані сипкі та зернові продукти по вертикалі безперервним пульсуючим потоком з допомогою великого числа ковшів, що закріплені з певним інтервалом на стрічці.

Стрічка норії з ковшами проходить над барабанами в нижній та верхній частинах норії. Верхній барабан привідний, а нижній – натяжний. Стрічка норії є засобом переміщення та натягнення. Переважно висхідна та нисхідна частини стрічки норії проходять в трубі – окремо чи разом. Труба монтується на башмаку норії, і на ній закріплюється також головка норії.

Башмак норії має один або двома живлячих носки. Головка норії закінчується розвантажувальним носком, що направляє потік вивантажувального зернового продукту. Зерновий матеріал вивантажується самопливом чи під дією відцентрової сили.

Спосіб завантаження ковшів внизу та вивантаження продукту в верхній частині значною мірою впливає і на продуктивність норії.

Деякі проектувальники практично повністю відмовляються від норій за рахунок використання стрічкових конвеєрів, які встановлюються зовні (рис. 2.8).

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

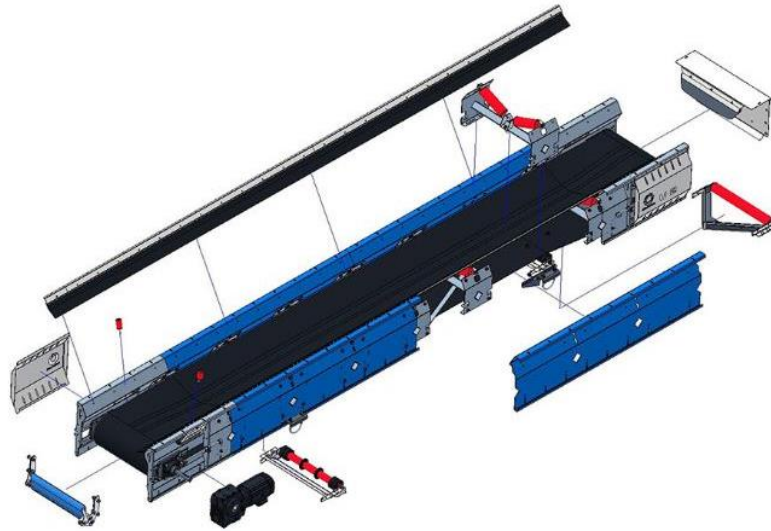


Рис. 2.8. Похилий стрічковий конвеєр

Похилий стрічковий конвеєр має досить багато переваг:

- конвеєр можна встановити для транспортування зернового матеріалу по горизонталі та вертикалі;
- привід може бути розміщений на рівні горизонту, що полегшує його ремонт та знижує вимоги щодо опорних конструкцій приводу ноорії;
- конвеєри можна встановити із кутом нахилу до 15° , а в особливих випадках з декілька крутішим кутом нахил.

Недоліком похилого стрічкового конвеєра є висока потреба у площі, яка може зробити його рішення не зовсім практичним.

Двострічковий конвеєр транспортує зерно шляхом тиску двох стрічок на зерно, яке знаходиться між ними. Він може також успішно працювати при значно вищих показниках швидкості й продуктивності, ніж звичайна зернова норія, оскільки розвантаження не обмежується дією відцентрових сил на її приводний барабан. Зерновий матеріал, що розвантажується безперервним потоком, при цьому спостерігається мінімальне дроблення продукту та утворення пилу.

На транспортуючому елементі немає ковшів чи інших виступів.

Змінити напрям руху транспорту із вертикального на горизонтальний можна без проміжних точок розвантаження. При цьому потенційна довжина конвеєра обмежується тільки міцністю стрічки, яка використовується.

										УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
											13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Гофрований або кишенеподібний стрічковий конвеєр (рис. 2.9) є транспортною системою, яка аналогічна двохстрічковому конвеєру, хоча зерновий матеріал при цьому можна подавати на велику висоту, а швидкість стрічки значно менша.

Цю систему, успішно використовувану при транспортуванні сипких матеріалів і в інших галузях, слід розглядати як альтернативу зернової норії, особливо в зерносховищах, де фізично неможливо збільшення розмірів конструкції й продуктивності транспорту.



Рис. 2.9. Гофрований стрічковий конвеєр

Крім того, таку систему стрічкових конвеєрів можна поєднати із системою горизонтального та вертикального транспортування.

Норія для підйому зернових матеріалів безперервним потоком (рис. 2.10) дозволяє здійснювати підйом зерно продуктів безперервним потоком з допомогою ковшів без дна. Процес ідентичний до процесу транспортування звичайною зерною норією. Завантаження зернового матеріалу в башмак норії можливий із обох боків. Для всіх продуктів можна використовувати однакову модель ковша. Основною перевагою такого типу норії є підвищення продуктивності транспортування, при цьому, едоліком вважається те, що повне спорожнення черевика норії неможливе, якщо не встановлювати на стрічці через чотири або п'ять ковшів без дна один ківш із дном.

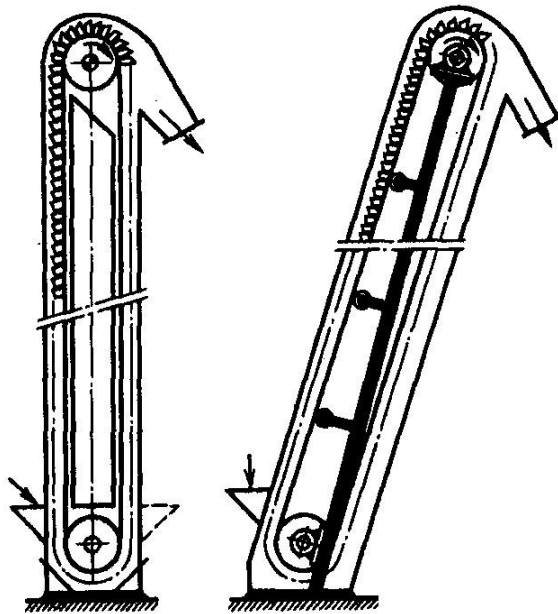


Рис. 2.10. Норія з ковшами без дна в вертикальному та похилому положеннях

Стрічковий конвеєр з ковшами в формі мішка (рис. 2.11) внутрішній розвантажувальний конвеєр, що є відмінним засобом для безперервного, м'якого транспортування із невеликою швидкістю неабразивних гранульованих різних продуктів, наприклад насіння та гранул.

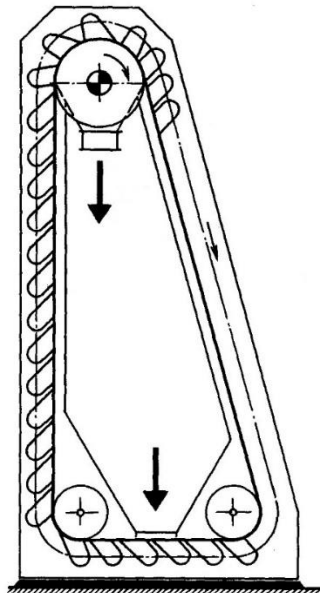


Рис. 2.11. Стрічковий конвеєр з ковшами у вигляді мішка

Він складається із нескінченного ряду ковшів, які перекривають один одного з внутрішніми отворами.

Ковші завантажуються із середини лотка, що проходить з будь-якої сторони корпусу конвеєра. Розвантаження також може бути з будь-якого боку корпусу через лоток чи безпосередньо на конвеєр.

Норії з примусовим розвантаженням матеріалу (рис. 2.12.) працюють успішно при низьких швидкостях та придатні для транспортування легких, рихлих й крихких продуктів, які мають схильність прилипати до стінок ковшів.

Ковші встановлені із інтервалом на двох рядах ланцюгів, завантажуються вичерпуванням продукту із черевика норії або подачею продукту в них.

Після проходження над приводними зірочками ковші перевертаються над розвантажувальним носком, таким чином відбувається примусове розвантаження.



Рис. 2.12. Норія з примусовим розвантаженням

Зернові норії Фадєєва (2.13) влаштовані так, що не травмують зерно при їх контакті з робочими органами, при цьому не має значення, з якою зерновою культурою.

Загальний принцип роботи тихохідної зернової норії Фадєєва досить простий на перший погляд, але при цьому й унікальний.

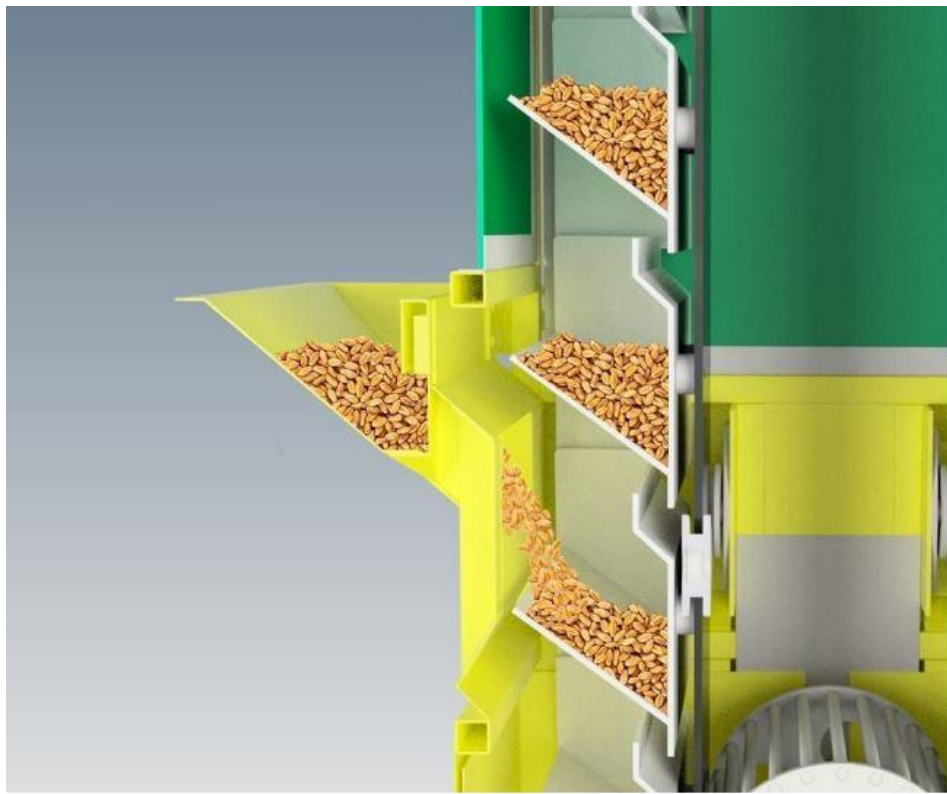


Рис. 2.13. Норія «Фадєєва»

Насіння не вичерпується з черевика норії, при цьому зерновий матеріал висипається акуратно на спинку наступного ковша, так все зерно вивантажується без удару.

Ковші виконані з спеціального полімерного матеріалу, який досить міцний та еластичний, щоб витримати робоче навантаження у температурному діапазоні від -25 до +45, при цьому, не втрачаючи своїх робочих характеристик та не тріскаючись.

Кріплення зернових ковшів на стрічці розраховане так, щоб зазор між ними був мінімальний і не допускав попадання зерна у зазори. Це зменшує прокидання насіння у момент завантаження норії до 0,05%.

Швидкість руху стрічки зернової норії регулюється в діапазоні від 0 до 0,7 м/с. Стрічка норії виконана із високоміцного матеріалу, який забезпечує довговічність роботи норії.

Нижня частина норії зроблена сферичною, є доступ до дна, що легко відкривається для усунення та контролю зерна, яке залишилося з останньої партії.

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки. Мета та задачі досліджень

1. Вартість транспортування зернових матеріалів може складати до 40% вартості цієї продукції, тому для постановки мети важливо правильно визначати усі необхідні дані з транспортування та подальшим раціональним вибором цих засобів.

2. Норія є одним з найбільш ефективних засобів вертикального транспортування зернових продуктів та продуктів його переробки.

3. Для усунення недоліків в роботі зернової норії, таких як подрібнення зерна при його завантаженні та розвантаженні через носок головки, змішуванні продуктів через наявність залишків у кутах норійного черевика, чутливості до перевантаження, значне виділення пилу всередині норійних труб, потрібні додаткові дослідження.

Метою даної кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності роботи зерноочисного комплексу ЗАВ-20 шляхом обґрунтування параметрів головки зернової норії.

Для досягнення цієї мети потрібно вирішити наступні задачі досліджень:

1. Проаналізувати відомі схеми вивантаження зернового матеріалу з носка головки норії.
2. Розробити математичну модель її робочої поверхні головки норії.
3. Описати методику визначення раціональних параметрів головки норії.
4. Обґрунтувати раціональну форму головки норії для підвищення якості вивантаження зерна.
5. Розробити конструкцію головки норії.
6. Провести дослідні випробування норії із удосконаленою конструкцією головки.

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Теоретичний аналіз

2.2.1. Обґрунтування режиму роботи зернової норії

Завантаження сухих, добре сипучих зернових матеріалів здійснюється зачерпуванням. Зерновий матеріал подається в приймальний бункер черевика, зачерпується ковшами норії та транспортується за допомогою стрічки на відповідну висоту й викидається через верхню головку.

Продуктивність зернової норії в значній мірі залежить від способу розвантаження. При русі стрічки з завантаженими ковшами через розвантажувальний барабан вони мають бути повністю вивантажені у розвантажувальний патрубок.

При вивантаженні ковша зерно, яке обертається разом з ковшем, одночасно діють сили тяжіння mg і відцентрована сила $m\omega^2r$, що призводять до однієї рівнодіючої сили R (рис. 2.13).

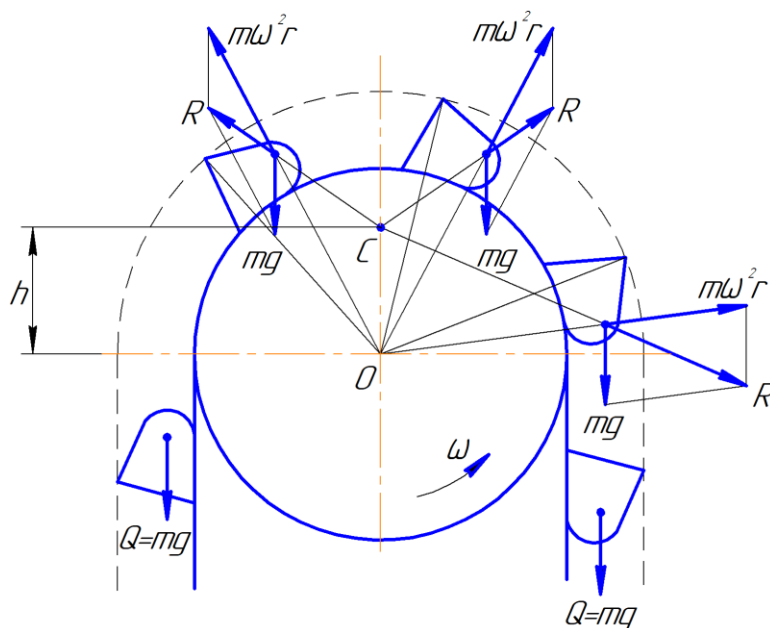


Рис. 2.13. Напрямок сил при різних положеннях ковша на барабані

Всі сили R проходять тільки через одну загальну точку C , що має назву полюс рівнодіючих. Відповідно положення полюса C визначає спосіб вивантаження ковшів та режим роботи норії. Полюсна відстань $OC=h$ знаходиться із співвідношення [3-4]:

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$h = \frac{g}{\omega^2} = \frac{895}{n^2}, \quad (2.1)$$

де g – прискорення земної сили тяжіння, м/с²;

ω - кутова швидкість барабана норії, рад/с;

n – кількість обертів барабана, об/хв.

За способом розвантаження ковшові норії діляються на три типи (рис. 2.14):

- з відцентровим розвантаженням зерна;
- з відцентрово-гравітаційним розвантаженням зерна;
- з гравітаційним розвантаженням зерна.

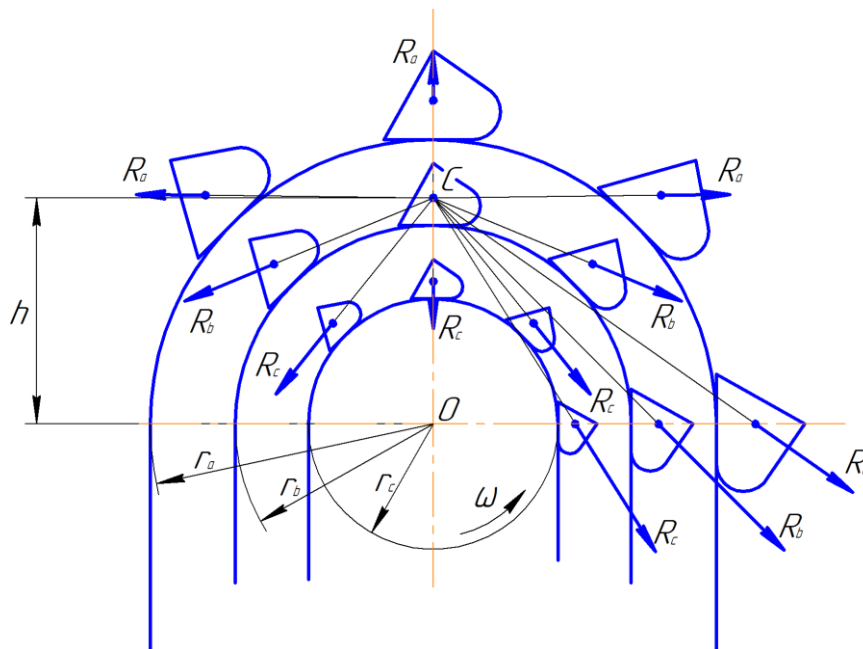


Рис. 2.14. Схема розвантаження зерна в залежності від розташування полюса

При $h < r_a$ полюс C розміщується в середині розвантажувального барабана норії. При цьому буде відбуватись відцентрове розвантаження із переважним викиданням зернового матеріалу через зовнішню кромку ковша.

При $r_c < h < r_a$, коли ківш, який обертається, перетинає полюс C , спостерігається змішане відцентрово-гравітаційне вивантаження, при якому зерно викидається через зовнішню та внутрішню кромки ковша.

При $h > r_c$ полюс C розміщується за межами вивантажувального барабана.

							УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				20

При цьому спостерігається гравітаційне розвантаження із переважним викиданням зернового матеріалу через внутрішню кромку ковша.

Режим роботи норії та спосіб розвантаження ковшів розраховують відповідно до технологічних властивостей зернового матеріалу. При підніманні сипкого сухого, незасміченого зернового матеріалу (зерно з вологістю до 15%) тоді застосовують відцентрове розвантаження, при якому h вибирається в межах $(0,75 \div 0,35) r$ [7].

При роботі із більш вологим зерновим матеріалом (зерно із вологістю до 25%) використовують відцентрове і відцентрово-гравітаційне розвантаження, при якому вже $h=(1,25 \div 0,75) r$ [7].

При підніманні вологого, неоднорідного, несипкого зернового матеріалу (засмічене зерно з вологістю вище 25%) використовують гравітаційне та відцентрово-гравітаційне розвантаження, при яких буде $h=(1,75 \div 1,25) r$ [7].

Для зменшення габаритів та підвищення продуктивності зернової норії необхідно скорочувати полюсну відстань h , відповідно збільшувати швидкість стрічки норії.

Враховуючи, що зерновий матеріал, який транспортується має вологість не більше 15% у нашому випадку можна використовувати норію із відцентровим розвантаженням ковшів.

2.2.2. Обґрунтування основних розмірів головки норії

При відцентрованому вивантаженні окреслювання головки норії визначається траєкторіями польоту зернового матеріалу, що сходять з зовнішньої кромки ковша.

Зерна, що вилітають з ковша, спрямовуються вільним потоком, в якому траєкторії польоту окремих зернових часток не змінюються головкою. Тому окреслення головки норії повинно визначатись кривою, яка огинає всі верхні ділянки траєкторій польоту цих зерен. При цьому вони не торкаються головки норії і їх політ залишається вільним.

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Зернові частки, які вилітають із ковша, переміщуються по параболам. Параболи починаються у різних точках кола, яке описане зовнішніми кромками ковшів (рис. 2.15).

Зберігаючи по інерції таку ж швидкість руху V_a , зерно, за цей час t пройде шлях $V_a t$. Отже, за цей же час t під дією сили тяжіння mg зернова частка пройде по вертикалі униз шлях $gt^2/2$. В результаті зернова частка, рухаючись по параболі, за час t прийде у точку d .

У залежності від кута повороту ковша при якому зерна сходять із кромки, їх політ буде здійснюватися по різних траєкторіях.

Якщо зернова частка покине ковш у момент перетину кромкою ковша горизонтальну вісь барабана, то буде рухатись рівносповільнено уверх по вертикалі на висоту:

$$H = \frac{V_a^2}{2g}, \quad (2.2)$$

де V_a – швидкість зовнішньої кромки ковша норії, м/с.

Досягнувши висоти H , зернова частка буде падати вниз.

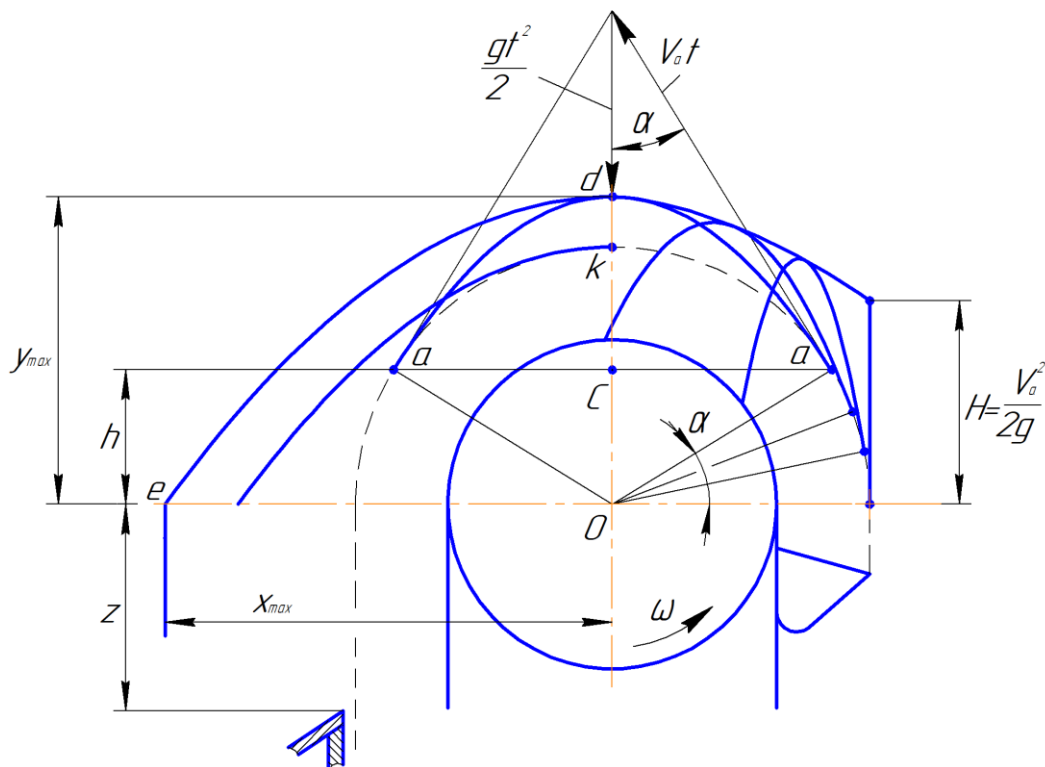


Рис. 2.15. Розрахункова парабола траєкторій руху зерна

Висота підйому зернового матеріалу при польоті по параболі відповідно залежить від положення ковша у момент вильоту зерна.

Сама верхня парабола буде описуватись зерном, яке вилітає з ковша на висоту полюсної відстані h . Ця парабола буде розташовуватись симетрично відносно барабана. Координата h_{max} на верхній точці d параболі визначиться рівнянням:

$$y_{max} = \frac{r_a^2}{2 \cdot h} + \frac{h}{2}, \quad (2.3)$$

де r_a – радіус обертання зовнішньої кромки ковша норії, м.

Крива, яка огинає параболу руху зернових часток, які зійшли при різних положеннях ковша, може бути прийнята за параболу, що подібна параболі польоту зернен, які відділились від ковша у точці k в мить переходу зерна через вертикальну вісь барабану.

Координати x_{max} точка e перетину огинаючої параболі із подовженням горизонтальної вісі барабану розраховується за формулою:

$$X_{max} = \frac{r_a \sqrt{r_a^2 + h^2}}{h}, \quad (2.4)$$

Відповідно, верхня частина головки норії буде обмежена зліва висотою підйому зернового матеріалу по вертикалі H , а зверху, огинаючою параболою, яка перетинає вертикальну вісь у точці d , а горизонтальну вісь в точці e

$$H = \frac{1,8^2}{2 \cdot 9,8} = 0,17 \text{ м};$$

$$y_{max} = \frac{0,325^2}{2 \cdot 0,19} + \frac{0,19}{2} = 0,37 \text{ м};$$

$$X_{max} = \frac{0,325 \sqrt{0,325^2 + 0,19^2}}{0,19} = 0,64 \text{ м}.$$

Відстань z від горизонтальної діаметральної площі барабану до кромки відповідного рукава встановлюються в межах [7]:

$$z = (1,5 \div 2) \cdot r, \quad (2.5)$$

						УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
							23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Більший показник z приймають для більш глибоких ковшів норії.

$$z=2\cdot 0,25=0,5 \text{ м.}$$

Отримані значення раціональних параметрів головки норії використовуємо при розробці та її кресленні.

2.2.3. Вибір швидкості стрічки і діаметру барабана норії

Швидкість стрічки норії V змінюється в значних межах у залежності від сипучості зернового матеріалу й продуктивності норії. Чим сухіше зерновий матеріал і чим менше у ньому солонистих домішок, відповідно, тим більшу швидкість стрічки використовують, що складає 1,25-2 м/с [7].

Тоді приймаємо $V=1,8$ м/с.

Діаметр верхнього барабана норії визначають по прийнятому режиму роботи норії й способу її розвантаження.

По отриманим значенням полюсної відстані h та швидкості стрічки V визначаємо радіус барабану [6]:

$$r = \sqrt{\frac{h \cdot V^2}{g}}; \quad (2.6)$$

$$r = \sqrt{\frac{0,189 \cdot 1,8^2}{9,81}} = 0,251 \text{ м.}$$

Приймаємо діаметр барабана норії $D=0,5$ м.

									УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
										24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

3. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

3.1. Опис об'єкту розробки

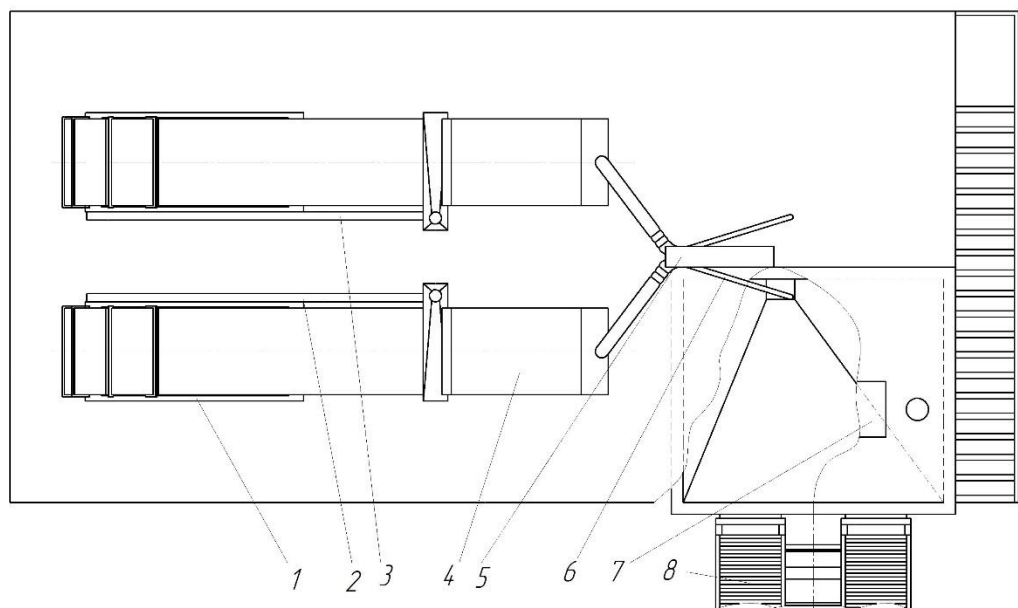
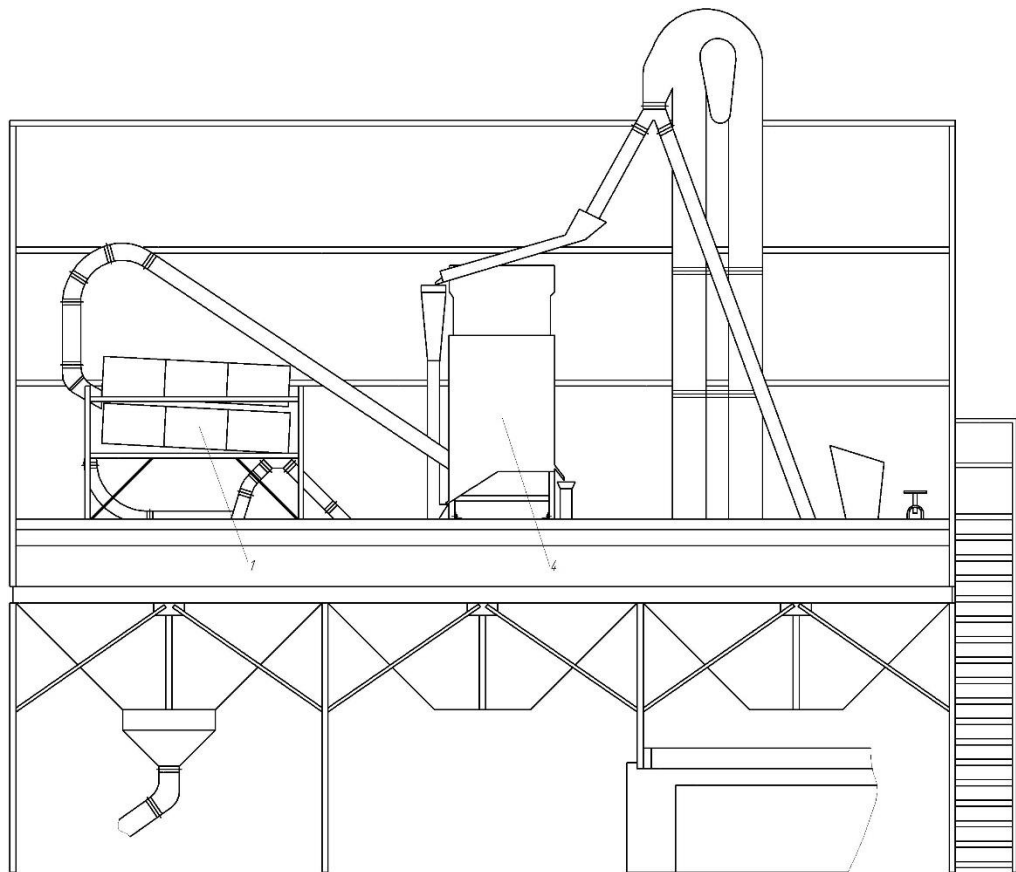
Зерноочисний агрегат ЗАВ-20 складається з будівельної частини, металевої арматури та машин та обладнання. До будівельної частини входять: приймальне відділення зерна, прямок норії, фундамент під опору блоків бункерів, майданчик для авторозвантажувача, пандус для заїзду автомобіля на авторозвантажувач. Металева арматура - це майданчик, де змонтовано всі машини та обладнання. Під ними розміщений блок бункерів так, щоб під кожен бункер міг під'їжджати автомобіль для вивантаження в нього зерна з бункера.

Машини та обладнання складаються з авторозвантажувача, завальної норії (ковшовий конвеєр для вертикального переміщення зерна), повітряно-решітних машин, трієрних блоків, централізованої повітряної системи, передавальних конвеєрів, зернопроводів, пульта управління.

Авторозвантажувачі (ГАП-2Ц або ГУАР-15) розвантажують автомобіль за допомогою двох гідроциліндрів та перевертального механізму (МАЗ-203). Норії забезпечують подачу зерна на дві лінії або роботу з двома культурами. Вони різняться розмірами та способами регулювання натягування стрічки конвеєра. Норія має автомат для закривання заслінки в нижній її частині. Автомат приєднаний до загальної електричної схеми агрегату та працює так: при вмиканні електродвигуна норії струм подається на електромагніт та якір втягується в котушку та переміщує гальмівну стрічку.

Централізована повітряна система має електровентилятор, відцентрово-інерційний відокремлювач домішок, раму, комплект повітропроводів, розтруб із покрівлею та труби.

					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1- Блок трієрний; 2,3-Транспортери передаточні; 4-Зерноочисні машини;
 5-Транспортер ковшовий (норія); 6-Комплект зернопроводів;
 7-Пульт керування;8-Автомобілерозвантажувач

Використовується ця система для створення повітряного потоку в робочих каналах зерноочисних повітряно-решітних машин, в яких немає вентилятора також для вловлювання пилу в закритій частині агрегату.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

УЗКН 00.000 ПЗ

Арк.

26

Всі домішки потрапляють спочатку в конічний відстійник, потім через випускну трубу в бункер відходів, а повітря, що пройшло крізь жалюзі, в атмосферу. Різні централізовані повітряні системи відрізняються одна від одної лише комплектами повітропроводів, продуктивністю та розмірами вентилятора і відділювача домішок.

3.1. Технологічні розрахунки

Визначаємо основні параметри зернової норії (рис. 3.1) для підйому зерна на висоту $H=10\text{м}$, із продуктивністю $Q=10\text{ т/год}=2,78\text{кг/с}$.

Приймаємо тяговий робочий орган – резинову стрічку із числом прокладок з тканини БКНЛ-65, $z=4$, ковші – глибокі, розташовані із інтервалом, швидкість підйому стрічки $v=0,3\text{ м/с}$, коефіцієнт заповнення $k=0,75$.

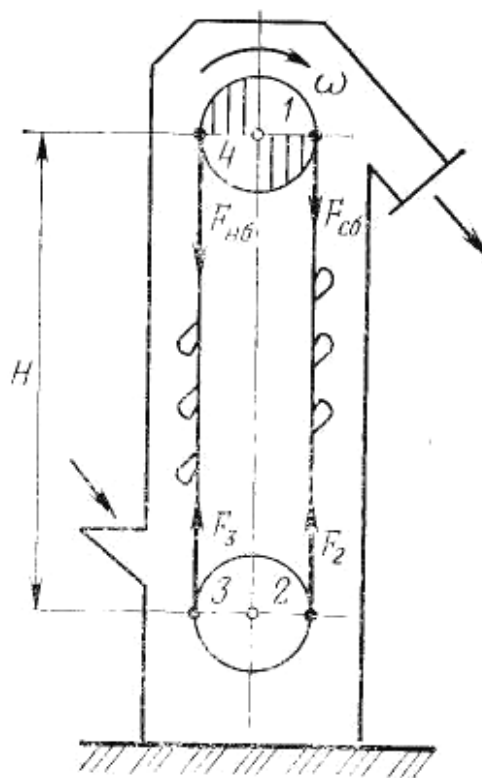


Рис. 3.1 – Розрахункова схема зернової норії

Розрахункову продуктивність зернової норії визначаємо за формулою:

$$Q = \frac{V}{l_k} k \cdot \rho \cdot v, \quad (3.1)$$

де $\frac{V}{l_k}$ - лінійна місткість ковшів норії, л/м;

ρ - щільність зернового матеріалу, кг/м³

$\rho=800$ кг/м³

Розраховуємо лінійну місткість ковшів норії:

$$\frac{V}{l_k} = \frac{Q}{k \cdot \rho \cdot v}, \quad (3.2)$$

$$\frac{V}{l_k} = \frac{2,78}{0,75 \cdot 800 \cdot 0,3} = 13 \text{ л / м}$$

Згідно ГОСТ 2036-77 виберемо для $V/l_k=13$ л/м ківш з місткістю $V=0,8$ л та шириною 0,160 м, ширина стрічки $B=0,18$ м, крок ковшів $l_k=0,06$ м.

Орієнтовну масу ковша норії розраховуємо за формулою:

$$m_k=0,7V, \quad (3.3)$$

$$m_k=0,7 \cdot 0,8=0,56 \text{ кг}$$

Розрахункова продуктивність зернової норії:

$$Q=13 \cdot 10^{-3} \cdot 0,75 \cdot 800 \cdot 0,3=2,88 \text{ кг/с}=10,37 \text{ т/год}$$

3.1.1. Тяговий розрахунок.

Найменше попереднє натягнення стрічки рекомендується 1000...2000

Н; приймаємо $F_{\min} = F_2 = 1500H$

Натягнення збігаючої гілки стрічки

$$F_{сб} = F_1 = F_{\min} + q_0 \cdot g \cdot H, \quad (3.4)$$

де

$$q_0 = q_l + q_k = 1,1B(\delta_{0z} + \delta_1 + \delta_2) + m_k / l_k = 1,1 \cdot 0,18 \cdot (1,25 \cdot 4 + 1,5 + 1,0) + 0,56 / 0,06 = 10,81 \text{ кг/м сумарна лінійна щільність стрічки та ковшів;}$$

					УЗКН 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

δ_0 , δ_1 і δ_2 - товщина відповідно прокладки стрічки норії, робочого обладнання і опорного обладнання, мм.

$$F_{c\bar{o}} = 1500 + 10,81 \cdot 9,81 \cdot 10 = 2560H,$$

Опір зернового матеріалу при завантаженні розраховуємо за формулою:

$$F_{зач} = k_{зач} \cdot q \cdot g, \quad (3.5)$$

де q - лінійна щільність зернового матеріалу, кг/м;

$$k_{зач} = 2,0H \cdot м / H$$

Лінійну щільність вантажу розраховуємо за формулою:

$$q = Q / v, кг / м$$

$$q = 10,81 / 0,3 = 36кг / м$$

$$F_{зач} = 2,0 \cdot 36 \cdot 9,81 = 706H$$

Опір в підшипниках кочення та опір від згину стрічки невеликої товщини на натяжному барабані норії при $\xi = 0,04$

$$F_n + F_l = \xi \cdot F_{\min} = 0,04 \cdot 1500 = 60H$$

Найбільше натягнення набігаючої гілки стрічки

$$\begin{aligned} F_{\max} = F_{н\bar{o}} = F_4 = F_{\min} + F_{зач} + F_n + F_l + (q + q_0)gH = \\ = 1500 + 706 + 60 + (36 + 10,81) \cdot 9,81 \cdot 10 = 6858H \end{aligned}$$

Окружне зусилля на приводному барабані норії з врахуванням втрат на ньому розраховуємо за формулою:

$$F_t = (F_{н\bar{o}} - F_{c\bar{o}}) \cdot (1 + \xi), \quad (3.6)$$

$$F_t = (6858 - 2565) \cdot (1 + 0,04) = 4446H$$

Потужність двигуна розраховуємо за формулою:

$$P = k_n F_t v / \eta$$

При ККД механізму привода $\eta = 0,8$ та коефіцієнта запасу, який враховує перевантаження при пуску, $k_n = 1,3$

$$P = 1,3 \cdot 4446 \cdot 0,3 / 0,8 = 2167Вт$$

										Лист
										29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Фактичний запас міцності стрічки із урахуванням можливого послаблення її отворами для кріплення ковшів розраховуємо за формулою:

$$S = k_0 B_z [k]_p / F_{\max}, \quad (3.7)$$

де $[k]_p$ – границя міцності на розрив однієї прокладки із тканини БКНЛ-65

$$[k]_p = 65 \text{ Н/мм};$$

k_0 – коефіцієнт, що враховує послаблення міцності стрічки отворами для кріплення ковшів.

$$k_0 = 0,8$$

z – число прокладок,

B – ширина стрічки норії.

$$S = 0,8 \cdot 180 \cdot 4 \cdot 65 / 6858 = 5,5$$

Отримане значення в межах допустимого запасу міцності.

Розвантаження ковшів норії - відцентрове.

Радіус барабана розраховуємо за формулою:

$$r = D_{\sigma} / 2 = 0,125z / 2,$$

$$r = 0,125 \cdot 4 / 2 = 0,25 \text{ м}$$

Кутову швидкість обертання барабана розраховуємо за формулою:

$$\omega = v / r,$$

$$\omega = 0,3 / 0,25 = 1,2 \text{ рад/с}$$

3.2. Кінематичний розрахунок.

У основі роботи більшості машин та механізмів лежить перетворення параметрів та кінематичних характеристик руху вихідних елементів по відношенню до вхідних. Найбільш поширеним механізмом при вирішенні даного завдання є редуктор, що представляє систему зубчатих передач виконаних у герметично закритому корпусі. Наше завдання спроектувати черв'ячний редуктор загального призначення, призначений для його тривалої

										Лист
										30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	УЗКН 00.000 ПЗ					

експлуатації.

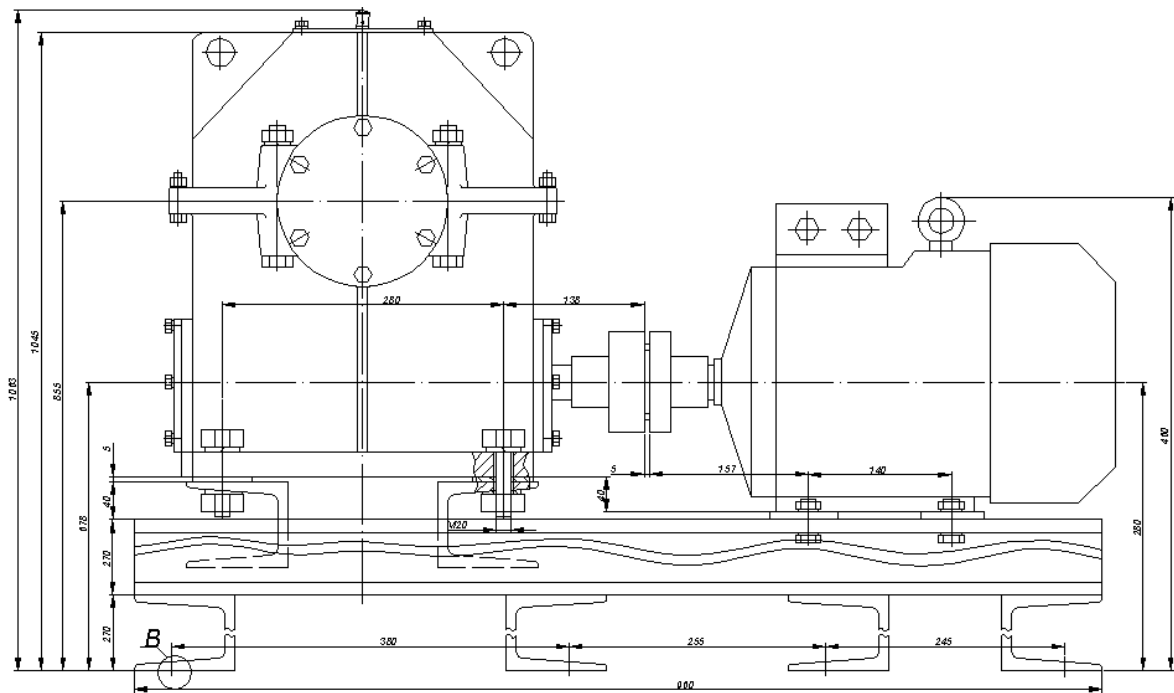


Рис. 3.2 – Привід норії 2ТКН-10

Вихідні дані для проектування:

Швидкість стрічки норії 0,3 м/с, Тягове зусилля стрічки зернової норії 8 кН. Кінематичний розрахунок приводу та вибір електродвигуна

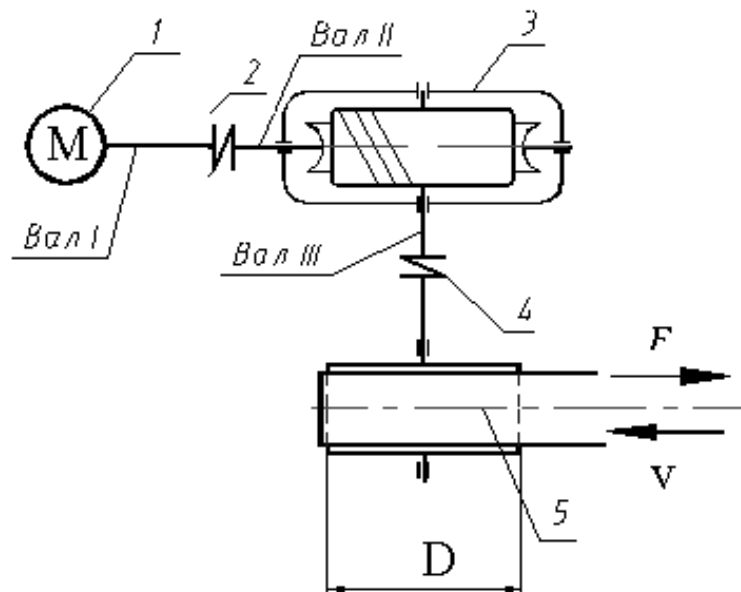


Рис. 3.3 – Кінематична схема приводу зернової норії.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

УЗКН 00.000 ПЗ

Лист

31

1 – електродвигун, 2,4 – муфта, 3 – черв'ячний редуктор, 5 – барабан.

Визначаємо коефіцієнт корисної дії приводу

$$P_{вих} = F * V = 8,0кН * 0,3 \frac{м}{с} = 2400Вт$$

$$\eta_{общ} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6$$

де η_1 – ККД, який враховує втрати муфти;

$\eta_2, 5, 6$ – ККД, який враховує втрати у парі підшипників;

η_3 – ККД, який враховує втрати в черв'ячній передачі

η_4 – ККД, який враховує втрати муфти.

$\eta_1 = 0,98$; $\eta_2, \eta_5, \eta_6 = 0,99$; $\eta_3 = 0,85$; $\eta_4 = 0,95$,

$$\eta_{заг} = 0,98 \cdot 0,99^3 \cdot 0,85 \cdot 0,95 = 0,876$$

Необхідна потужність електродвигуна.

$$P_{номр} = \frac{P_{вих}}{\eta_{заг}} = \frac{2400}{0,876} = 2,739кВт$$

Відповідна частота обертання приводу на виході.

$$n_{вих} = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 0,3}{\pi \cdot 0,3} = 19,1 \frac{об.}{хв}$$

Попередній розрахунок загального передаточного відношення приводу

$$i = i_1 = 27,5$$

де i_1 – передаточне відношення редуктора;

Необхідна частота обертання електродвигуна.

$$n_{номр} = n_{вих} * i = 19,1 * 27,5 = 525 \frac{об.}{хв}$$

беремо $n_{сінхр} = 720 \frac{об.}{хв}$

3.2.1. Підбір електродвигуна по потрібній потужності та частоті обертання

$$P_{\text{номр}} = 2,739 \text{кВт} ; n_{\text{сінхр}} = 720 \frac{\text{об.}}{\text{хв}}$$

Підбираємо двигун серії АО-2-31-6 (2,8 кВт) , де 720 – асинхронна частота обертання.

Фактичне загальне передаточне відношення приводу та розбиття його по ступенях

$$n_{e.d.} = 720 \frac{\text{об.}}{\text{хв}} , n_{\text{вих}} = 19,1 \frac{\text{об.}}{\text{хв}}$$

$$i_{\text{факт}} = \frac{n_{e.d.}}{n_{\text{вих}}} = \frac{720}{19,1} = 37,7$$

Визначаємо частоту обертання кожного валу приводу

$$n_1 = n_{e.d.} = 720 \frac{\text{об.}}{\text{хв}} \quad \text{на валу двигуна.}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_1} = \frac{720}{27,5} = 26,2 \frac{\text{об.}}{\text{хв}} \quad \text{на валу приводного барабану.}$$

Необхідна потужність на кожному валу приводу.

На валу двигуна:

$$P_1 = P_{\text{номр}} = 2,739 \text{кВт} ;$$

На первинному валу редуктора:

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = 2,739 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 2,66 \text{кВт}$$

На вторинному валу редуктора:

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_5 = 2,66 \cdot 0,85 \cdot 0,99 = 2,55 \text{кВт}$$

На валу приводного барабана:

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_6 = 2,55 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 2,39 \text{кВт}$$

Розраховуємо обертальний момент на кожному валу приводу.

На валу двигуна:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega} = 9550 \frac{P_1}{n_1} = \frac{9550 \cdot 2,739}{720} = 36,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

На первинному валу редуктора:

$$T_2 = 9550 \frac{P_2}{n_1} = \frac{9550 \cdot 2,66}{720} = 35,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

На вторинному валу редуктора:

$$T_3 = 9550 \frac{P_3}{n_2} = \frac{9550 \cdot 2,55}{26,2} = 929 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3.3 Розрахунок деталей та вузлів на міцність.

3.3.1 Розрахунок шпонкових з'єднань

Розрахунок шпонок на ведучому валу

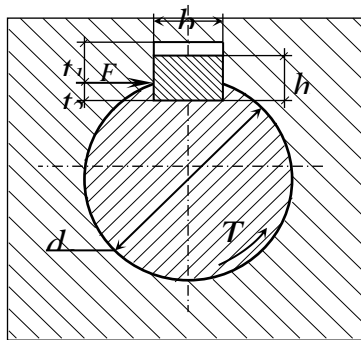


Рис. 3.4 – Шпонкове з'єднання в розрізі

$$T_2 = 36,3 \text{ Н} \cdot \text{м}; [\sigma]_{см} = 240 \text{ МПа для сталі}; d_1 = 60 \text{ мм.}$$

Шпонка під муфту МУВП зі стандартним діаметром під вал 65 мм по таблиці вибираємо шпонку з

$$b = 10 \text{ мм}; h = 8 \text{ мм}; \text{ фаска } 0,5 \text{ мм}; t_1 = 5 \text{ мм}; t_2 = 3,3 \text{ мм};$$

$$l_p = \frac{2T_2}{d_1(h-t_1)[\sigma]_{см}} = \frac{2 \cdot 36300}{60(8-5) \cdot 190} = 7,2 \text{ мм}$$

де d - діаметр вала під муфтою, мм;

l_p - робоча довжина призматичної шпонки, мм ;

h - стандартна висота призматичної шпонки, мм;

t_1 - глибина паза призматичної шпонки, мм;

b - стандартна ширина призматичної шпонки, мм.

					УЗКН 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l = l_p + b = 7,2 + 10 = 17,2 \text{ мм}$$

вибираємо шпонку з довжиною $l = 20 \text{ мм}$.

Шпонка 10x8x20 ГОСТ 23360-78.

Розраховуємо напругу на зминання та зріз.

$$\sigma_{см} = \frac{2T_2}{d_D L_P (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 36300}{60 \cdot 7,2 (8 - 5)} = 56,1 \text{ МПа}$$

$$56,1 \text{ МПа} < [\sigma_{см}]_{II} = 240 \text{ МПа};$$

де $\sigma_{см}, [\sigma_{см}]_{II}$ – фактична та допускаєма напруга на зминання, МПа;

$$\tau_{ср} = \frac{2T_2}{d_D L_P \cdot b} = \frac{2 \cdot 36300}{60 \cdot 7,2 \cdot 10} = 16,8 \text{ МПа} < [\tau_{ср}]_{II} = 160 \text{ МПа};$$

де $\tau_{ср}, [\tau_{ср}]_{II}$ – фактична та допустима напруга зрізу, МПа

3.3.2 Розрахунок шпонок веденого валу

$$T_3 = 929 \text{ Н м}; [\sigma]_{см} = 240 \text{ МПа для сталі}; d_2 = 75 \text{ мм.}$$

Шпонка під колесо:

по таблиці вибираємо шпонку із

$$b = 20 \text{ мм}; h = 12 \text{ мм}; \text{ фаска } 0,5 \text{ мм}; t_1 = 7,5 \text{ мм}; t_2 = 4,9 \text{ мм};$$

$$l_p = \frac{2T_3}{d_k (h - t_1) [\sigma]_{см}} = \frac{2 \cdot 929000}{75 (12 - 7,5) \cdot 190} = 28,9 \text{ мм}$$

$$l = l_p + b = 28,9 + 20 = 48,9 \text{ мм вибираємо } l = 50 \text{ мм.}$$

Шпонка 20x12x50 ГОСТ 23360-78.

Визначаємо напругу на зминання та зріз.

$$\sigma_{см} = \frac{2T_3}{d_D L_P (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 929000}{75 \cdot 28,9 (12 - 7,5)} = 190 \text{ МПа}$$

$$190 \text{ МПа} < [\sigma_{см}]_{II} = 240 \text{ МПа};$$

де $\sigma_{см}, [\sigma_{см}]_{II}$ – фактична та допустима напруга на зминання, МПа;

$$\tau_{ср} = \frac{2T_3}{d_D L_P \cdot b} = \frac{2 \cdot 929000}{75 \cdot 28,9 \cdot 20} = 42,8 \text{ МПа} < [\tau_{ср}]_{II} = 160 \text{ МПа};$$

де $\tau_{ср}, [\tau_{ср}]_{II}$ – фактична і допустима напруга зрізу, МПа

					УЗКН 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

3.3.3 З'єднання та кріплення елементів привода

Взаємне розміщення елементів привода норії залежить від загальної компоновки машини. Електродвигун та редуктор розміщені на окремій рамі, закріпленій на фундаменті. Приклад привода наведено на рис. 3.5,

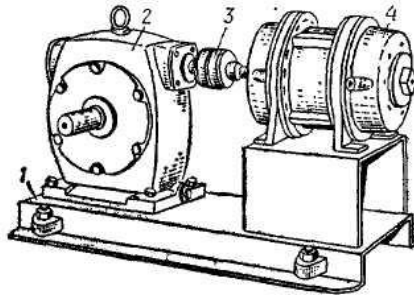


Рис. 3.5 – Привід зернової норії

1 — рама, 2 — черв'ячний редуктор, 3 — муфта; 4 — електродвигун.

Рама (деталі, що виготовляються зварюванням) є основним базовим елементом привода. Основні вимоги, які ставляться до рами, визначаються їхнім призначенням і умовами роботи. Рама повинна забезпечувати достатньо точне базування та стале взаємне розміщення на них двигуна та редуктора у процесі роботи привода.

Оскільки навантаження, яке діє на раму має вібраційний, а інколи й ударний характер, конструкція рами має забезпечувати достатньо високу жорсткість та міцність. Площини базування двигуна та редуктора на рамі, а також координати отворів для закріплення їх вибираємо з урахуванням форми, розмірів та взаємного розміщення двигуна, муфти та редуктора.

Щоб закріпити двигун та редуктор на рамі використовуємо стандартні деталі (болти, гайки) з урахуванням розмірів отворів в корпусах.

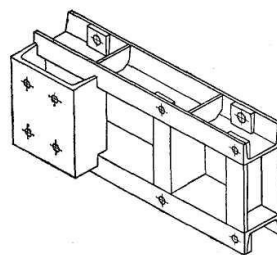


Рис. 3.6 – Рама норії.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Приклад конструкції рами, виготовленої зварюванням елементів з сортового прокату, показано на (рис. 3.6). Найзручнішими для виготовлення рам є швелери, кутники, фасонні труби, листовая сталь. Під час зварювання рама редуктора значно викривлюється, тому всі базові поверхні рами оброблюємо механічно після зварювання, відпалювання та виправлення.

Товщину стінок рами вибираємо залежно від її габаритних розмірів, вона не повинна бути менш ніж 6 мм. Жорсткість рами забезпечуємо поздовжніми і поперечними ребрами.

3.4 Енергетичний розрахунок.

Потужність, що споживається електродвигуном з мережі розраховуємо за формулою:

$$N_c = \frac{N}{\eta \cos \varphi}, \quad (3.8)$$

де N - потужність на валу електродвигуна, кВт

η - ККД, що враховує втрати в середині двигуна;

$\eta=0,8\dots0,9$ – для електродвигунів середньої потужності;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності;

$\cos \varphi = 0,8\dots0,9$ при нормальному навантаженні.

$$N_c = \frac{2,8}{0,8 \cdot 0,8} = 4,38 \text{ кВт}$$

Сила струму, що споживається електродвигуном з трьохфазної мережі змінного струму розраховується за формулою:

$$i = 1000 \frac{N_c}{u \sqrt{3}},$$

де u – напруга струму в мережі, В

$u=220\text{В}$, для двигуна типу АО-2-31-6.

$$i = 1000 \frac{4,38}{220 \sqrt{3}} = 11,5 \text{ а}$$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути при експлуатації норії

Згідно ДСТУ 12.0.003-99 при експлуатації зернової норії мають місце такі небезпечні і шкідливі фактори:

- рухомі частини та частини робочих органів, що обертаються (ланцюг зі скребками, ведучий вал, ведений вал, привод зернової норії);
- підвищений рівень шуму на робочому місці оператора зернової норії;
- підвищена вологість повітря в робочій зоні оператора зернової норії;
- можливість ураження електричним струмом в результаті доторкання до струмоведучих частин обслуговуючого персоналу зернової норії;
- пожежонебезпека може виникнути в результаті короткого замикання чи порушень правил пожежної безпеки.

Шкідливі речовини (паливо-мастильні матеріали, що використовуються при технічному обслуговуванні. Солідол Ж-СКа ²/₆-2 ДСТУ 1033-99).

4.2. Розробка заходів по покращенню умов праці на модернізованій машині

Рівень шуму на робочому місці та в робочій зоні оператора зернової норії відповідає ДСТУ 12.1.003-99 [14]. Організаційно-технічні заходи по зменшенню дії шуму на операторів норії регламентовані в ТУ та відповідають вимогам – ДСТУ 12.1.003-99, рівень вібрації – ДСТУ 12.1.012-99.

Температура поверхонь, що оточують постійне робоче місце оператора, не повинна перевищувати 35°C.

Розташування елементів робочого місця та розміри зон моторного поля робочого місця для забезпечення раціональної робочої пози та виконання дій по управлінню норією відповідають вимогам ДСТУ 12.2.032-99, ДСТУ 12.2.033-99.

Загальне число робочих рухів оператора норії в хвилину не повинно перевищувати – 10.

								УЗКН 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					38

Кольорове оформлення та фарбування норії відповідає наступним вимогам:

загальний фон кольору норії відрізняється від загального фону, на якому вона експлуатується (колір приміщення);

зовнішні поверхні зернової норії, що в процесі експлуатації знаходяться в полі зору, покриті фарбою із матовою фактурою, що виключає можливість з'явлення бликів на робочому місці оператора;

кольори частин зернової норії, поверхні панелей пульта управління, що постійно знаходяться в полі зору оператора виконані контрастно до загального фону норії.

4.3. Заходи по забезпеченню безпечних умов праці при експлуатації норії

Компоновка норії в цілому, приводних пристроїв та їх складальних одиниць по зручності доступу, безпеці при монтажу норії, експлуатації, технічному обслуговуванню та ремонту відповідають ДСТУ 22903-99 [15].

Робочі органи зернової норії, що в процесі роботи можуть забиватися технологічними матеріалами мають бути легкодоступні для очищення стрічки. Привод транспортера обладнаний засобами зупинки при аварійній ситуації.

Розташування пристроїв норії для змащення створює зручний, безпечний доступ. У важкодоступних місцях застосовано одноразове мастило.

Вимоги електробезпеки відповідають ДСТУ 12.2.007.0-99 і ДСТУ 12.1.009-98. Виконання електропривода та електрообладнання норії виконано з урахуванням мікроклімату приміщення. Електропривод та електрообладнання відповідає «Правилам будови електроустановок» (ПБЄ) та «правилам технічної експлуатації установок споживачів» (ПТЄ). В електричній схемі норії передбачений захист від перевантаження та короткого замикання.

Для захисту операторів від враження електричним струмом в випадку виходу з ладу робочої ізоляції виконано захисне вимикання та заземлення.

									Лист
									39
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	УЗКН 00.000 ПЗ				

5. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ

В процесі модернізації зерноочисного комплексу ЗАВ-20 було запропоновано вдосконалити конструкцію зернової норії, що дозволить підвищити її продуктивність, зменшити енерговитрати при завантаженні, а також знизити травмування зерна та підвищити його товарну цінність.

Застосування запропонованої норії дозволяє підвищити ефективність роботи зерноочисного комплексу, зменшити енергоємність процесу навантаження зерна та зменшити травмування.

Для визначення і порівняння техніко-економічних показників вдосконаленого зерноочисного комплексу ЗАВ-20, відповідно до представлених даних (табл. 5.1), використана стандартна методика [16]. Розрахунки виконували з допомогою програми «Mathcad 15».

ТАБЛИЦЯ 5.1.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ НОРІЙ, ЯКІ ПОРІВНЮЮТЬСЯ

№ п.п.	Показники	Одиниця виміру	Базова норія	Вдосконалена
1	2	3	4	5
1	Маса зернової норії	кг	1440	1428
2	Маса покупних виробів	кг	1130	1080
3	Ціна машини	грн.	12000	13470
4	Собівартість машини	грн.	8800	8240
5	Вартість покупних виробів	грн.	7950	7100
6	Продуктивність	т/год	20	20
7	Потужність електродвигуна	кВт	7,5	6,5
8	Коефіцієнт використання часу зміни: робочого експлуатаційного	–	0,82 0,76	0,83 0,78
9	Кількість обслуг. персоналу	чол.	1	1

За результатами розрахунків підрахований економічний ефект з модернізації зернової норії, який складає для споживача – 18746 грн;

6. ВИСНОВКИ.

В роботі проведено огляд і аналіз конструкцій навантажувальних норій різних типів, визначено їх переваги та недоліки.

В результаті аналізу роботи норій визначено, що однією з причин недостатньо ефективної роботи зерноочисного комплексу ЗАВ-20 є значна енергоємність завантаження, а також травмування зерна, яке виникає в процесі контакту з роботами органами норії та ударів при розвантаженні.

Для усунення недоліків в роботі зернової норії, таких як подрібнення зерна при його завантаженні та розвантаженні через носок головки, змішуванні продуктів через наявність залишків у кутах норійного черевика, нами запропоновано вдосконалити головку норії та обґрунтувати її параметри.

Також запропоновано встановити черв'ячний редуктор, який зменшити енергоємність завантаження зернового матеріалу та підвищити довговічність конструкції.

В результаті теоретичного аналізу було отримано значення раціональних параметрів головки норії та визначена оптимальна траєкторія руху зерна при розвантаженні.

На основі отриманих параметрів були проведені технологічні та енергетичні розрахунки, які дозволили підтвердити роботоздатність вдосконаленої конструкції норії.

У розділі Охорона праці проаналізовано небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що можуть виникнути при експлуатації зернової норії запропоновані безпечні заходи експлуатації для зерноочисного комплексу та розроблено заходи по забезпеченню безпечних умов праці при експлуатації норії.

В економічній частині виконані розрахунки техніко-економічної ефективності впровадження змін в конструкцію ЗАВ-20 та зернової норії. Отримано позитивний економічний ефект, що підтверджує можливість і необхідність впровадження запропонованих технологічних рішень в виробництво.

										Лист
										41
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	УЗКН 00.000 ПЗ					

Список використаних джерел

1. Котов Б.І. Технічні засоби для зберігання зерна у господарствах України. // Пропозиція. - 1999. - №10. - С. 48-50.
2. Закалов О. В. Технологічне обладнання харчових виробництв / О. В. Закалов, І. О. Закалов – Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2000.– 406 с.;
3. Рогатинський Р.М. Дослідження процесів транспортування вантажів мобільними гвинтовими конвеєрами / Р.М. Рогатинський //Збірник наукових праць Національного аграрного університету "Сучасні проблеми сільськогосподарського машинобудування". Том 1. - Київ: Видавництво НАУ. - 1997. С. 69-73.
4. Вітровий А.О. Результати досліджень пошкодження зерна конвеєром. Механізація сільськогосподарського виробництва: Зб. наук. пр. Нац. агр. ун-ту. -К.: В-во НАУ, 1999. -Т.6. -С. 34-36.
5. Комаристов В.Ю., Петренко М.М. Довідник з механізації післязбиральної обробки зерна. - К.: Урожай. 1990. - 184 с.
6. Сільськогосподарські машини / В.Ю. Комаристов, М.М. Петренко, М.М. Косінов.-К.: Урожай, 1996. – 240 с.
7. Механізація транспортуючих робіт. Ч. I : Транспортуючі машини з тяговим органом . М. В. Любін. - Вінниця: ВДАУ, 2004. 217 с.
8. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А.В. Гайдамака. – Харків: НТУ «ХП», 2020. – 275 с.
9. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. - К.: Вища школа, 1993. - 556 с.
10. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.
11. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.

						УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
							42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

12. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку/ За ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – 480 с.
13. Пістун І.П., Хом'як Й.В., Хом'як В.В. Охорона праці в галузі сільського господарства: Навчальний посібник. – Суми: Університетська книга, 2009. – 365 с.
14. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.
15. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003.– 408 с
16. Андрійчук В. Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу : підручник / В. Г. Андрійчук. – К. : КНЕУ, 2013. – 779 с.

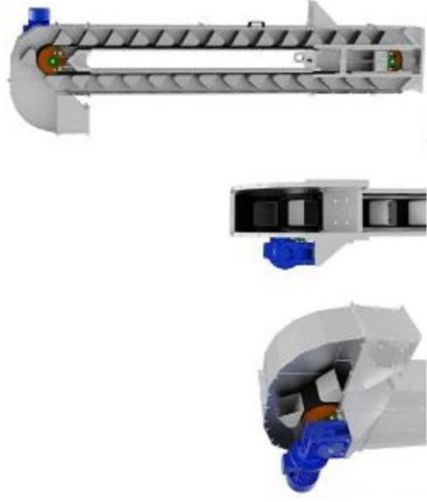
					УЗКН 00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

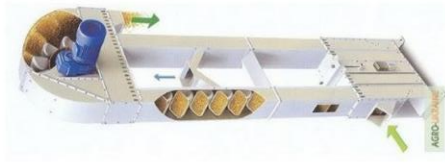
Огляд конструкцій норій та їх основних вузлів



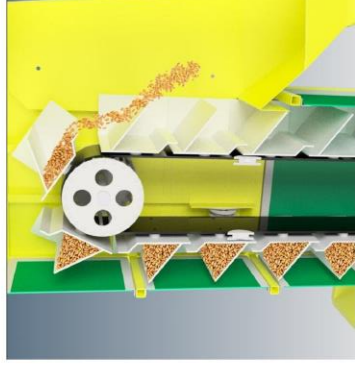
Норія НЦ-100



Норія стрічкова MZV



Норія НМ-20



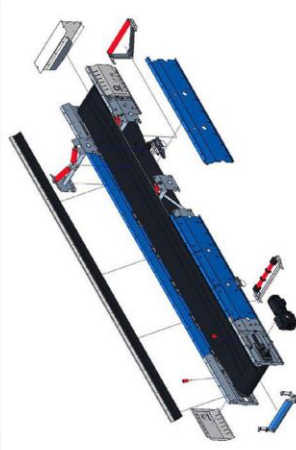
Тихохідна норія Фадеева



Норія з примусовим забортанням



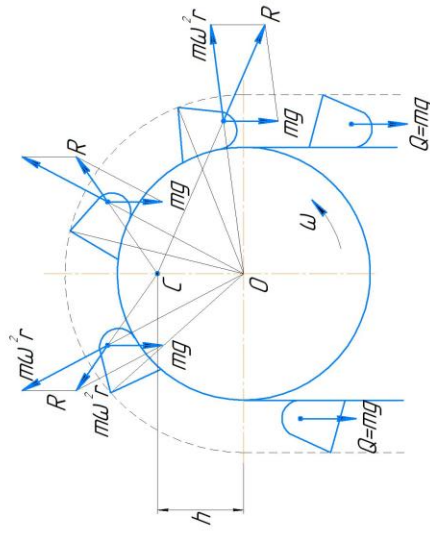
Гофрований стрічковий конвеєр



Похилі стрічковий конвеєр

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ

Обґрунтування основних розмірів головки норії



Напрямок сил при різних положеннях ковши на дарадані

$$h = \frac{g}{\omega^2} = \frac{895}{n^2}, \quad (1)$$

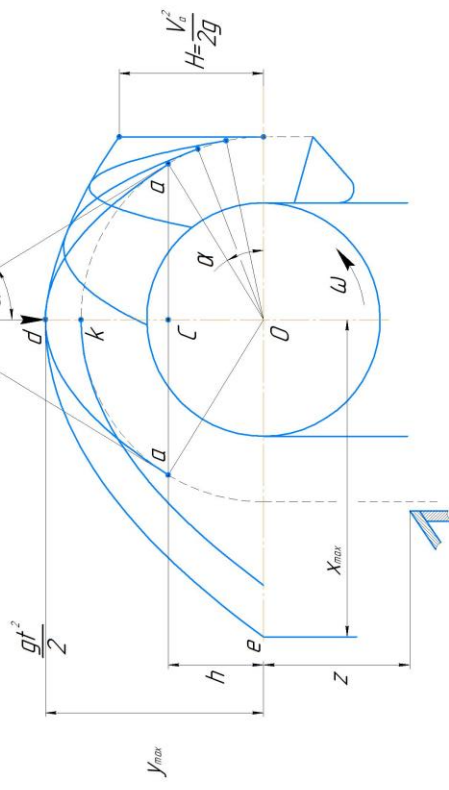
де g – прискорення земної сили тяжіння, м/с²;

ω – кутова швидкість дарадана норії, рад/с;

n – кількість одертів дарадана, од/хв.

Висота руху зерна

$$H = \frac{V_a^2}{2g}, \quad (2)$$



Розрахункова параболола траєкторії руху зерна

Координата u_{\max} на верхній точці параболола визначиться рівнянням:

$$y_{\max} = \frac{r_a^2}{2 \cdot h} + \frac{h}{2}, \quad (3)$$

Координати x_{\max} точка е перетину огинаючої параболола із подовженням горизонтальної вісі дарадану розраховується за формулою

$$x_{\max} = \frac{r_a \sqrt{r_a^2 + h^2}}{h}, \quad (4)$$

УЖН 00.000 НЧ-2		Лист		Регістр	
№ п/п	№ документації	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п
1	Умовні позначення	1	1	1	1
2	Титульний лист	2	2	2	2
3	Лист	3	3	3	3
4	Лист	4	4	4	4
5	Лист	5	5	5	5
6	Лист	6	6	6	6
7	Лист	7	7	7	7
8	Лист	8	8	8	8
9	Лист	9	9	9	9
10	Лист	10	10	10	10

УЖН 00.000 НЧ-2

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

УЖН 00.000 НЧ-2

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

Лист

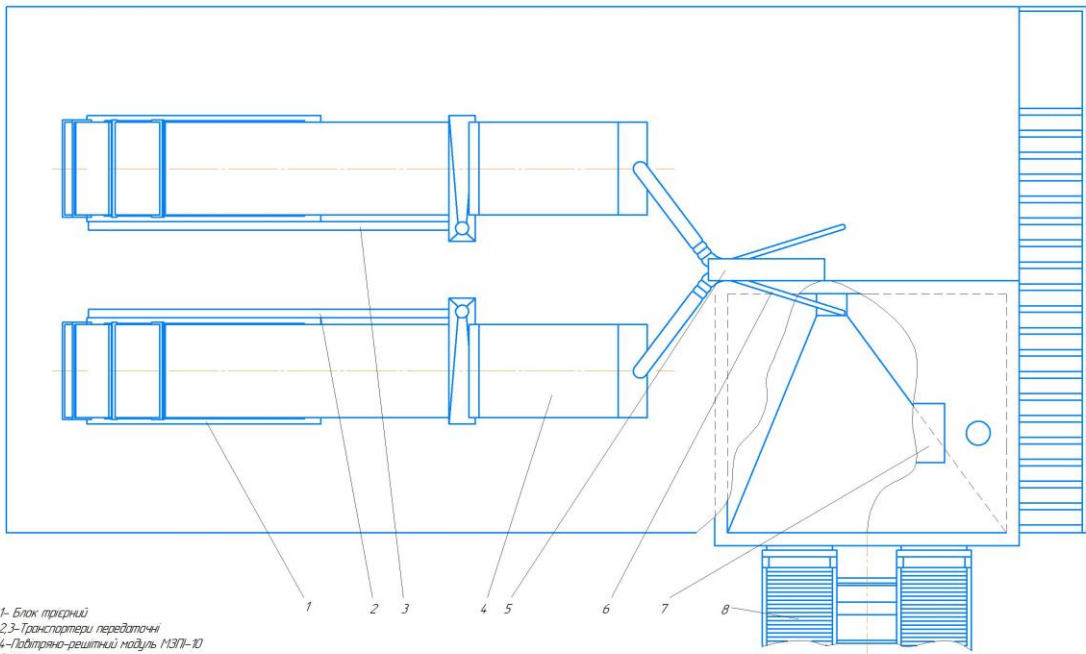
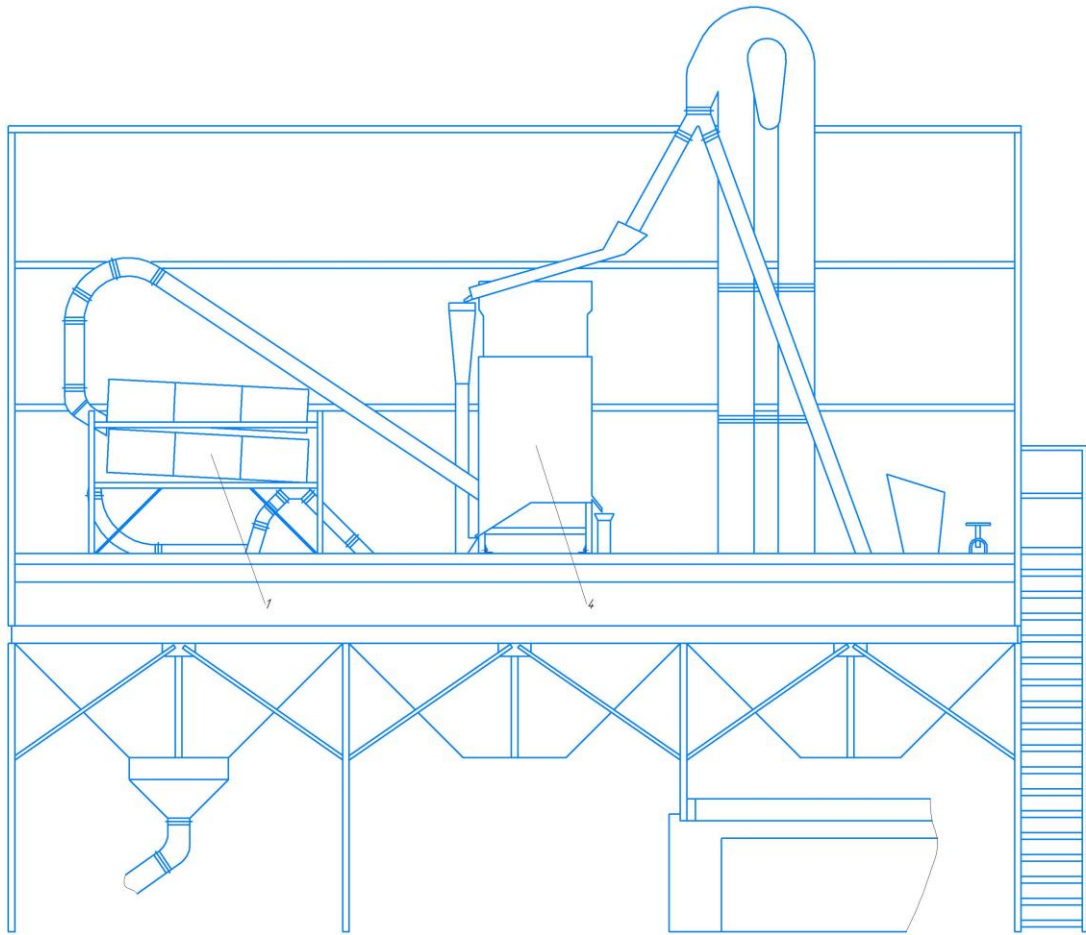
Лист

Лист

Лист

Лист

Лист



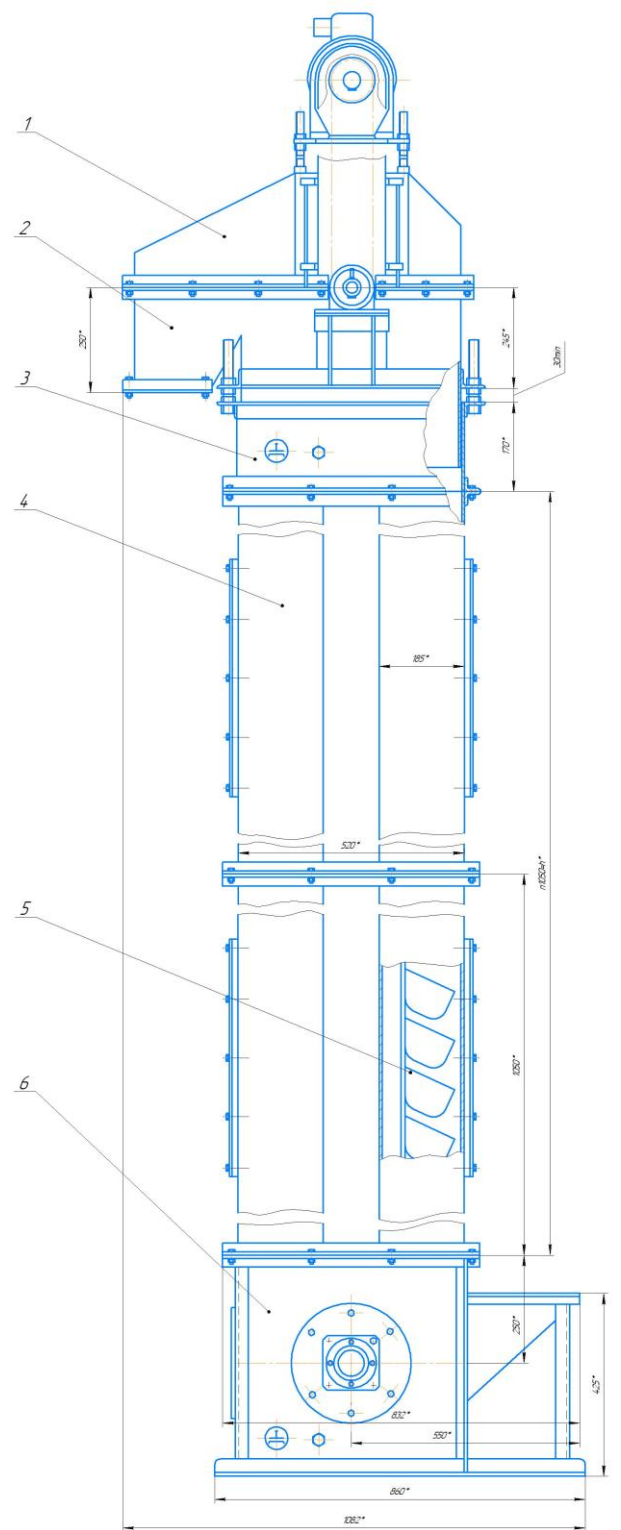
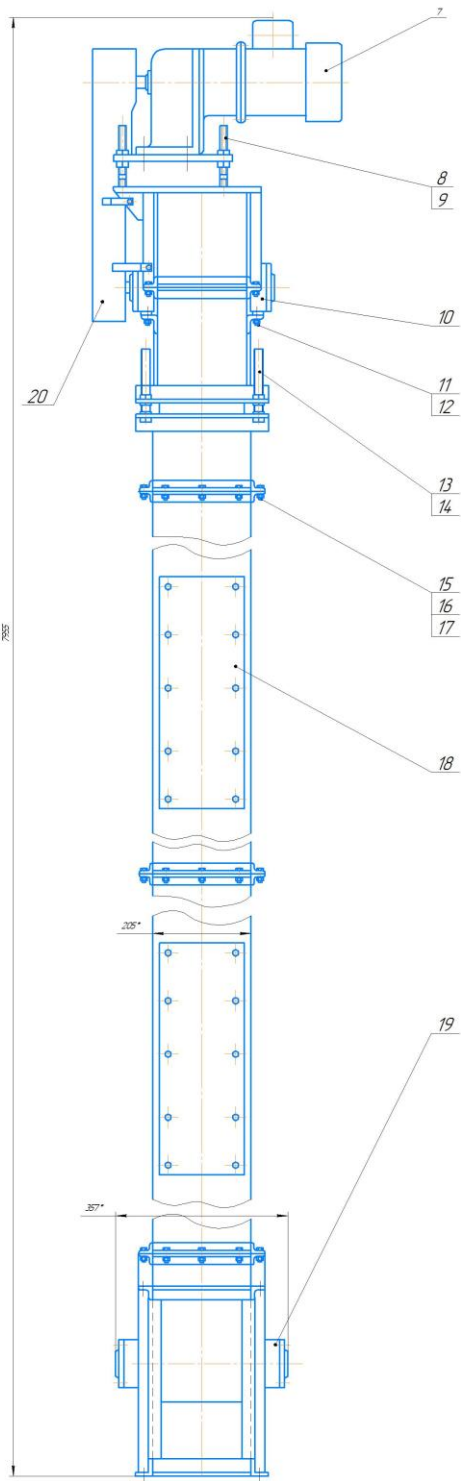
- 1-Блок тарарий
- 2,3-Транспортери передаточні
- 4-Падітряно-решітний модуль МЗП-10
- 5-Нерія
- 6-Комплект агрегатів
- 7-Пульт керування
- 8-Автоматизована тарування

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8

				УКЗН 00.000.05		
№	Акт	№	Лист	Зерноочисний комплекс		
Розроб	Григорук	28650	11	ЗAB-20		
Проєкт	Андрійчук					
Конструктор	Рибак					
Метод	Григорук					
				Лист	Асфальт	1
				за ПУ-22М-11		
				Формат А1		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документація</i>							
А1			УКЗН 01.00.000 СБ	Норія	1		
<i>Складальні одиниці</i>							
	1		УКЗН 01.10.000	Головка норії	1		
	2		УКЗН 01.20.000	Короб головки	1		
	3		УКЗН 01.30.000	Короб приводного барабана	1		
	4		УКЗН 01.40.000	Секція труди	1		
	5		УКЗН 01.50.000	Стрічка ковшова	1		
	6		УКЗН 01.60.000	Черевик норії	1		
<i>Деталі</i>							
	7		УКЗН 01.60.000	Вивантажувальний патрубок	1		
	8		УКЗН 01.60.000	Шпилька	4		
	9		УКЗН 01.60.000	Вісь	2		
	10		УКЗН 01.60.000	Стакан	2		
<i>Стандартні вироби</i>							
				Болти ГОСТ 7796-70			
	11			M10-6gx30.66.019	1		
	12			M8-6gx20.66.019	24		
	13			M6-6gx15.66.019	32		
	14			M12-6gx30.66.019	36		
	15			M14-6gx30.66.019	42		
УКЗН 01.00.000 СБ							
Изм. / лист		№ докум.		Підп.		Дата	
Разроб.		Грузденко					
Проб.		Нестеренко					
Н.контр.		Мачок					
Утв.		Лещенко					
Норія				Лит.		Лист	
						1 1	
				ЦНТУ, гр. ГМ-22М-11			
				Формат А4			

Копіював



- Техническая характеристика
- | | |
|--|-----------------|
| 1. Производительность, кг/ч, не менее | 15000 |
| 2. Востановлена полнота электродвижения, кВт не больше | 11 |
| 3. Частота вращения вала барабана, с ⁻¹ (об./мин) | 15(90) |
| 4. Швидкість строчки, в/с | 1 |
| 5. Монтажна площа, м ² , не більше | 0,62 |
| 6. Габаритні розміри, мм, не більше (довжина-ширина-висота) | (1082-570-1955) |
| 7. Масса, кг, не больше | 456 |

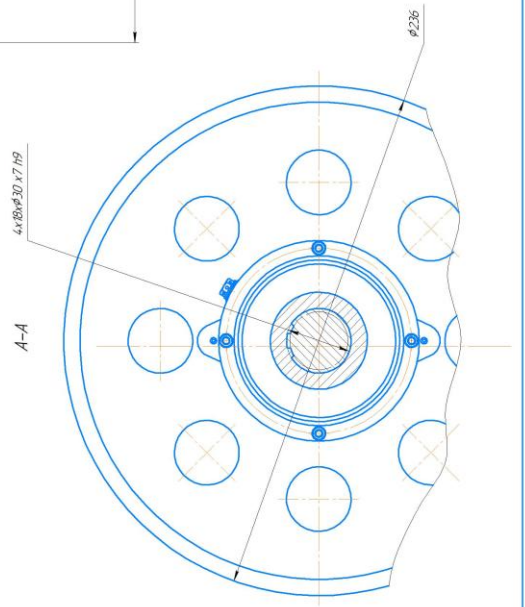
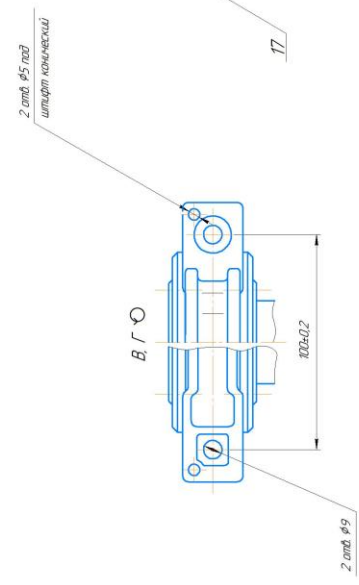
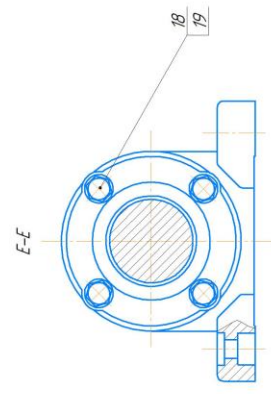
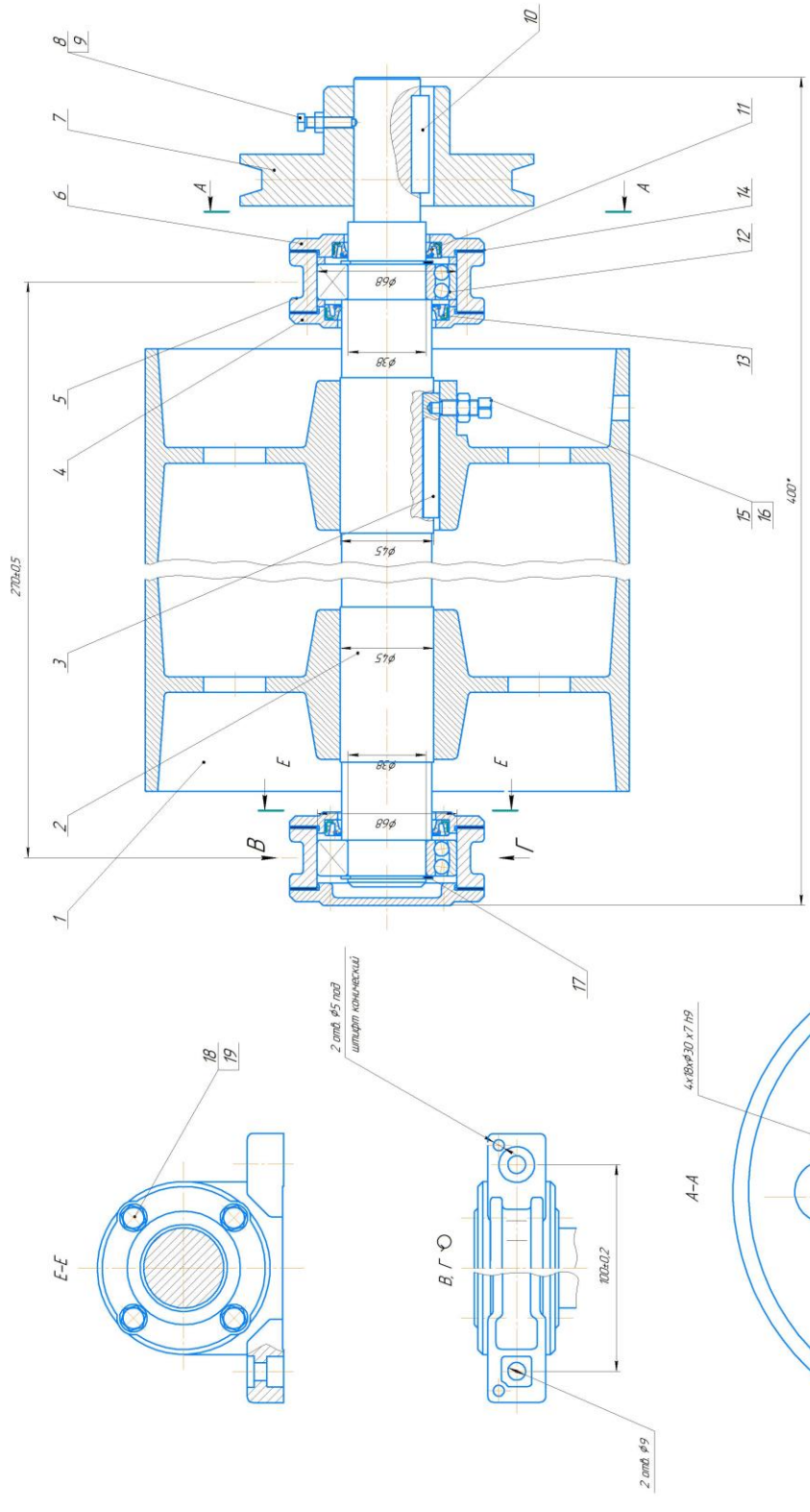
- Технічні дані:
1. Рівномірність двох валиків
 2. Показати складові та одиниці конструктора по ТЗ на вхід

				УКЗН 0100.000.00 СБ		
				Норія		
				Сборочный чертёж		
Лист	№ документа	Год	Дата	Лист	Масса	Изменений
1	15000	2015	15.09.15	456	15	
				ЦНТУ		
				ар. ПН-22У-11		
				Формат А1		

Лист 1 из 1
 Серия №
 Вид и дата
 Вид и дата

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документація</i>							
A1			УКЗН 01.04.0.000 СБ	Привідний барабан	1		
<i>Деталі</i>							
		1	УКЗН 01.04.0.0201	Барабан	1		
		2	УКЗН 01.04.0.602	Вал	1		
		3	УКЗН 01.04.0.103	Шпанка	2		
		4	УКЗН 01.04.0.205	Корпус підшипника	2		
		5	УКЗН 01.04.0.105	Затискач	2		
		6	УКЗН 01.04.0.204	Корпус підшипника	2		
		7	УКЗН 01.04.0.502	Шків	1		
<i>Стандартні вироби</i>							
				Болти ГОСТ 7796-70			
		8		M10-6gx30.66.019	1		
		10		M8-6gx20.66.019	24		
		12		Підшипник	2		
		13		Машжета	4		
		15		Гвинт M14-6gx30.66.019	2		
			УКЗН 01.04.0.000 СБ				
Інв. № подл.	Ізм. / Лист	№ докум.	Підп.	Дата			
	Разроб.	Грузденко			Лист	Лист	Листов
	Проб.	Нестеренко				1	1
	Н.контр.	Мачок			ЦНТУ,		
	Утв.	Лещенко			гр. ГМ-22М-11		
				<i>Копіював</i>		Формат А4	

УЖЭН 001040 СБ



Теленны ўрады

1. В ёмкості карцэў падільчыў мачена залаты пластмаче мастаю "Літоў 24" па ГОСТ 21750-80 в якасці 01 г.
2. В карцэ канфідавалі мэрты залаты маста І-І-А-7 па ГОСТ 20799-75 в якасці 0,2 л
3. Падары разурні якіх фіксавані в аб'ёмных вулках дыстрыбуцыя пры зборцы.
4. Пасля зборцы карцэў прадэсты дынамічнае дыспазыцыя допусцілі дыстансас 0,2 мм

УЖЭН 001040 СБ		Ліст		Ліст		Ліст	
№	№	№	№	№	№	№	№
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32

Ліст №	Ліст №	Ліст №	Ліст №	Ліст №	Ліст №	Ліст №	Ліст №

