

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

“ ____ ” _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

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

«Механізація вирощування озимої пшениці з дослідженням
зерносепаратора»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи АІ-22МЗ(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Трепак Єгор Олександрович

« ____ » _____ 2024 р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____Дмитро БОГАТИРЬОВ

« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент професор СНАУ, докт.техн.наук

_____Олексій АЛФЬОРОВ

« ____ » _____ 2024 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет ЦЗДО

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти магістр

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітньо-професійна програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

к.т.н., доцент

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Трепак Єгор Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Механізація вирощування озимої пшениці з дослідженням зерносепаратора**
2. Керівник роботи Богатирьов Дмитро Володимирович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 20 січня 2024 року
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності післязбирального обробітку озимої пшениці за рахунок удосконалення конструкції зерносепаратора. Враховуючи виробничі потреби ФОП "Телегіна Н.В."м. Кропивницький

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-3	Богатирьов Д.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	До 1.12.23 р.	
2	Технологічна частина	20.12.2023 р.	
3	Наукова частина	27.12.2023 р.	
4	Охорона праці	28.12.2023 р.	
5	Економічна частина	28.12.2023 р.	
6	Висновок	28.12.2023 р.	
7	Виконання графічної частини роботи	Після виконання відповідних розділів	
8	Нормоконтроль	Згідно графіку захисту	
9	Захист роботи		

Дата видачі завдання

«___» _____ 202_ р.

Підпис керівника _____

Богатирьов Д.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 202_ р.

Підпис здобувача _____

Трепак Є.О.
(прізвище та ініціали)

[illegible]

[illegible]

ВСТУП

Україна має великі можливості для збільшення виробництва сільськогосподарської продукції.

В Україні налічується понад 33 млн. га орних земель, значний відсоток яких становлять чорноземи.

Вітчизняними селекціонерами виведено і впроваджено у виробництво багато високоврожайних сортів сільськогосподарських культур.

Впровадження більш прогресивних інтенсивних технологій зумовлене намаганням значно збільшити врожайність, зменшити витрати добрив, пестицидів, палива, затрати праці на одиницю продукції.

У нашій країні очищення сільськогосподарських культур повністю механізовано, але сучасні зерноочисні машини не завжди відповідають необхідним вимогам щодо якості, продуктивності, універсальності, що потребує постійного вдосконалення як технології так і конструкцій агрегатів.

Підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва потребує докорінної перебудови в сфері виробничої і технічної експлуатації МТП.

У багатьох підприємствах АПК повільно впроваджується комплекс науково-обґрунтованих заходів по створенню умов оптимального виробництва.

У той же час питання, пов'язані з постачанням населенню продуктів харчування, а промисловим підприємствам сировини, є дуже важливими. Високопродуктивне сільське господарство допоможе вийти країні з важкого економічного стану.

					МВК 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата				
Розроб.	Трепак Є.				Пояснювальна записка		Літ.	Лист
Перевір.	Богатирьов							4
								56
Н.контр.	Мачок						ЦНТУ, група АІ-23МЗ(1,4)	
Зав.	Л...							

Собівартість сільськогосподарської продукції в значній мірі залежить від працездатності МТП.

За рахунок раціонального вибору складу МТП, правильної організації робіт при вирощуванні сільськогосподарської продукції та проведення робіт по технічному обслуговуванню та ремонту сільськогосподарської техніки можливе значне зниження собівартості сільськогосподарської продукції.

Крім того, розробка і впровадження прогресивних форм організації і проведення діагностування, технічного обслуговування і ремонтів МТП із використанням сучасних методів, засобів і обладнання, підвищення міжремонтного ресурсу також дозволяє знизити собівартість виробництва сільськогосподарської продукції.

Не останнє місце у сільському господарстві займає післязбиральний обробіток насіння. Особливо зберігання. Адже при неправильному збереженні вся праця, що була застосована для вирощування сільськогосподарських культур, буде затрачена марно. Дуже важливою операцією післязбиральної обробки насіння є сушіння. Бо висока вологість насіння може призвести до псування насіннєвого матеріалу.

Метою дипломної роботи є підвищення продуктивності зернового сепаратора СМ-4А за рахунок модернізації механізму приводу транспортера.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		7

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Вибір і обґрунтування технології переробки озимої пшениці в готовий продукт.

Для кращого дозрівання пшениці спочатку скошують жаткою ЖВП-6 у валки. Валки озимої пшениці підбирають, захвачують і підводять до шнека. Шнек із спіралями правого і лівого напрямку переміщає зрізані стебла до центру жатки. Пальчиковий механізм шнека захвачує їх і стебла, безпосередньо що поступають на нього, і подає до транспортера, який направляє їх в молотарку.

Обмолочений ворох виходить з молотильного апарату і поступає в сепаратор молотарки у вигляді двох фракцій. Фракція зернового вороха, виділеного молотильним апаратом, поступає через решітчасту деку на транспортну дошку. Фракція солом'яного вороха, яка містить в основному крупну соломку і частину зерна, потрапляє на сепаратор солом'яного вороха – соломотряс. Тут вона у свою чергу розділяється на фракцію соломи, яка транспортується соломотрясом в наповнювач, і фракцію зернового вороха, що складається із зерна і дрібних солом'яних частинок. Ця фракція також поступає на транспортну дошку, яка подає її разом із зерновим ворохом, виділеним в молотильному апараті, в сепаратор зернового вороха – очищення.

На решетах очищення, що обдуваються вентилятором, відбувається кінцеве відділення зерна від солом'яних домішок. Чисте зерно, поступає по скатній дошці решітного стану в зерновий шнек і транспортується елеватором в бункер. З бункера зерно вивантажують в автомобілі.

Колоски і зерно, що не домолочуються, сходячи з нижнього решета, попадають в колосовий шнек і переміщаються елеватором у верхній колосовий шнек, який подає їх на відбійний бітер і потім в барабан для обмолоту.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		8

Солом'яна частина вороха транспортується повітряним потоком і решетами що коливаються, до копнувача, який подає її в подрібнювач у ньому відбувається подрібнення соломи в різку.

Коли озима пшениця знаходиться на току, то очищають її на зерноочисній машині СМ-4.

Зерноочисна машина, СМ-4 призначена для очищення і сортування зернових, зернобобових, технічних, олійних культур і насіння трав, що використовуються як для посіву, так і для продовольчої мети. Машина очищає і сортує зерновий матеріал (ворох) засміченістю до 10% і вологістю до 15%, отриманий після комбайна або після попереднього очищення, наприклад на ОВП-20А.

Машина застосовується у всіх сільськогосподарських зонах країни і призначена для робіт як на відкритих токах, так і в приміщеннях складах.

Використовування всіх переваг машини і досягнення високих показників в роботі можливе лише при правильній її експлуатації.

Будова і робота СМ-4

Зерноочисна машина СМ-4 (рис. 3.2) складається із завантажувального скребкового транспортера, решітного стану, повітроочисної частини, елеватора – двохпотокової норії, трієрних циліндрів, механізму самопересування.

Машину обслуговують дві людини: механік і робітник.

Всі регулювання винесені в зону обслуговування.

Технологічний процес (рис. 2.1) протікає таким чином. При русі машини уздовж вороха шнекові живильники захоплюють зерновий матеріал і підводять до підйомної труби завантажувача, який подає його в розподільний завантажувальний шнек. Шнек розподіляє зерновий матеріал по ширині і подає його в повітряний канал і аспірації, де вихідний потік повітря виносить у відстійну камеру легкі домішки (включаючи соломку, колоси, головки бур'янів і т.д.).

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		5

Пройшовши очищення в каналі І аспірації, матеріал поступає на решето B_1 решітного стану, на якому вся зернова суміш ділиться на дві приблизно рівні по вазі, але різні за розмірами зерен частини (фракції). Кожна з цих частин обробляється на решетах окремо.

Фракцію з крупним насінням (схід з решета B_1), не має дрібних домішок і дрібного зерна, обробляє решето B_2 і виділяє з неї крупні домішки; фракцію з дрібним насінням (прохід через решето B_1), не має крупних домішок, обробляє підсівне решето В і виділяє з неї дрібні домішки.

Прохід через решето В (дрібні домішки) по жолобу виводиться в приймач 1. Схід з решета В потрапляє на сортувальне решето Г, виділяючи дрібне зерно і дрібні домішки (прохід через решето B_2), які по жолобу прямують в приймач, що залишилися.

Очищений решетами матеріал (схід з решета Г) по тічці поступає в другу аспірацію, де вихідний потік повітря виносить в другу відстійну камеру легкі домішки і щупле зерно, що залишилися.

Далі зерновий матеріал шнеком чистого зерна подається в першу гілку відвантажувального елеватора, який транспортує зерно в трієрний циліндр коротких домішок. Короткі домішки перекидаються в лоток, з якого шнеком виводяться назовні, подаються в решітний стан, де об'єднуються з проходом решета Г (фуражні відходи).

Очищене від коротких домішок зерно підйомним колесом прямує по тічці в трієрний циліндр довгих домішок. Осередки цього трієра вибирають зерно і перекидають в жолоб, звідки шнеком вони подаються до, другої гілки відвантажувального елеватора, сходом йдуть довгі домішки в приймач.

При очищенні продовольчого зерна трієри відключають, перемикають заслінку режиму роботи на елеваторі і зерно виводиться першою гілкою елеватора назовні в приймач.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		10

Озима пшениця			
Б ₁	Б ₂	В	Г
4,0-6,5	5,0-7,0	2,0-2,5	2,5-3,0
2,2-3,0	3,0-3,6	1,7-2,2	2,0-2,4

I- фракція легких та дрібних домішок;
 II- фракція дрібних та коротких домішок;
 III- фракція крупних домішок та щуплого зерна;
 IV- фракція домішок;
 V- очищене зерно;
 VI- → повітряний потік;
 VII- лот.

1- завантажувальний транспортер;
 2- прієрні циліндр;
 3- повітряносна частина;
 4- елеватор;
 5- решітчаста частина;
 6- механізм пересування;

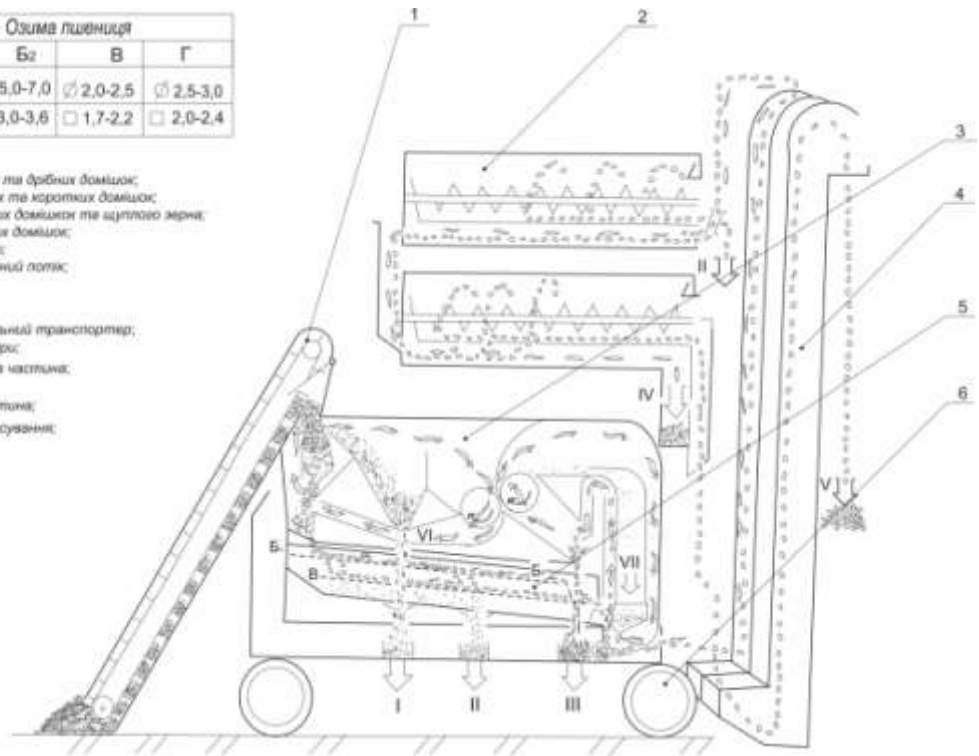


Рис.2.1. Технологічна схема

Формування вороха вказаного, розміру легко досягається розвантаженням машини по одній лінії на всю його довжину.

Недотримання вказаної вимоги (розвантаження в шаховому порядку або навалом в одне місце) приводить до потреби в додатковій робочій силі, до порушення технології очищення, змішування очищеного матеріалу, фуражних відходів і легких домішок, зменшенню продуктивності машини, а все це різко знижує економічну ефективність роботи машини.

2.2. Розрахунок потреби обладнання для виконання технологічних процесів переробки озимої пшениці

При вирощуванні озимої пшениці за засобами комплексної механізації технологічних процесів і проведеними розрахунками їх потреби розробляють технологічну карту (табл. 2.1).

Технологічна карта

Вихідні дані

№п/п	Зміст роботи	Од. виміру	Обсяг робіт	Склад агрегату		Нв, норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці за добу, люд.-год.	Календарні строки початку робіт
				трактор	с/г машина				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Дискування	га	38	МТЗ-80	БДТ-3	10	4	7	
2	Оранка	га	38	Т-150	ПЛН-4-35	7	5,5	7	
3	Культивація	га	38	Т-150	КПС-3,8	14	3	7	
4	Боронування	га	38	МТЗ-80	С-7	24	2	7	

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Культивація	га	38	МТЗ-80	КПС-4	15	2,8	7	
6	Протравка зерна	т	9,5		ПС-10	80	1	7	
7	Завантаження пшениці	т	9,5	вручну					
8	Завантаження добрив	т	3,8	вручну					
9	Транспорт. насіння і добрив	т	13,3	МАЗ-5551	ГКБ-819			7	
10	Посів із внесенням добрив	га	38	МТЗ-80	СЗ-3,6	20	2	7	
11	Боронування	га	38	МТЗ-80	С-7	24	2	7	
12	Внесення добрив							7	
13	Обробка гербіцидами	га	38	ЮМЗ-6	ОП-2000	70	1	7	
14	Скошування у валки	га	38	МТЗ-80	ЖВП-6	18	2	7	
15	Підбирання валків	га	38	СК-5М		14	3	8	
16	Транспортування врожаю	т	114	МАЗ-5551	ГКБ-819	15	3	7	
17	Очистка зерна	т	114		СМ-4А	40	3	7	

Технологічна карта є виробничо-технологічним документом, необхідним для раціональної організації виробництва озимої пшениці. Вона відображає перелік і послідовність виробничих операцій, розміщених у певній послідовності, їх тривалість, технічні засоби, затрати праці, календарні строки початку робіт. Для очистки озимої пшениці на СМ-4 розробляємо операційну карту.

Таблиця 2.2

Операційна карта вторинної очистки зерна

№ п/ п	Назва операції	Машина, обладнання		Технічні умови виконання операцій	Тривалість операцій, хв.	Виконавці
		Марка	Кіль- кість			
1	2	3	4	5	6	7
1	Склад агрегату та підготовка його до роботи	СМ-4, комплект інструменту	1	1. Перевірити справність заземлення та надійність кріплення вузлів; 2. Провести щозмінне ТО машини	30	Механік
2	Завантаження зерна	Бункер	1	Мінімальне пошкодження зерна 0,5-0,7% продуктивність 10 т/год	5	—
3	Очищення зерна	СМ-4	1	Стационарного типу; вологість до 20% та засміченість до 20%.	12	Оператор
4	Контроль якості	Набір лабораторного обладнання		Зернова маса повинна відповідати ГОСТ	10	Оператор
5	Очищення робочих органів	Щітка	1	Робочі отвори решіт повинні бути не забиті зерном та зерновими домішками	8	Оператор
6	Прибирання робочого місця	—	—	—	15	Оператор

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Загальна будова, принцип роботи, технічна характеристика і регулювання машини та пропозиції по її модернізації.

Зерноочисна машина, СМ-4 призначена для очищення і сортування зернових, зернобобових, технічних, олійних культур і насіння трав, що використовуються як для посіву, так і для продовольчої мети. Машина очищає і сортує зерновий матеріал (ворох) засміченістю до 10% і вологістю до 15%, отриманий після комбайна або після попереднього очищення, наприклад на ОВП-20А. Використовування всіх переваг машини і досягнення високих показників в роботі можливе лише при правильній її експлуатації. Технічна характеристика машини наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Технічна характеристика машини

Назва	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Марка(модель)		СМ-4
Тип:		пересувний
Габаритні розміри в робочому положенні:	мм	
довжина	мм	4400
ширина	мм	3700
висота	мм	2925
в транспортному положенні:		
довжина	мм	3180
ширина	мм	2350
висота	мм	2925
Дорожній просвіт	мм	205
Колія заднього ходу	мм	1600
Сумарна встановлена потужність	кВт	5,2
Двигун типу 4А112МА6УПУЗ	шт.	1
потужність	кВт	3,0
число обертів	об/хв.	1000
Двигун 4А90L4УПУЗ	шт.	1

потужність	кВт	2,2
число обертів	об/хв.	1500
Маса в повній комплектації	кг	2000
Технічна продуктивність машини при очищенні оезимої пшениці вологістю до 15%	т/ч	
посівного матеріалу засміченістю до 3%		4
продовольчого зерна (при роботі без трісів) засміченістю до 10%		6
Завантажувальний транспортер:		
число скребків	шт.	24
швидкість руху скребків	м/с	0,415
число обертів шківa	об/хв.	90
Решітний стан:		
амплітуда коливань	мм	15
частота коливань:	кол./хв.	
при очищенні зернових		418
кут нахилу решіт	град.	5
число щіток для очищення решіт	шт.	12
амплітуда коливань щіток	мм	256
частота коливань щіток	кол./хв.	29
число решіт, встановлених в машині	шт.	4

продовження табл. 3.1

1	2	3
довжина решітного полотна	мм	790
ширина решітного полотна	мм	990
Повітряна частина:		
число оборотів ротора вентилятора	об./хв.	
I аспірація . об/хв		579; 812
II аспірація		614; 860
діаметр ротора вентилятора . мм	мм	300
число лопатей	шт.	12
довжина лопатей	мм	900
поперечний перетин каналa I аспірація	мм	100X900

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата

МВК 00.000 ПЗ

Арк.

16

поперечний перетин каналу II аспірація	мм	100X900
Відвантажувальний елеватор:		
число потоків	шт.	2
число ковшів в гілці завантаження трієрів	шт.	18
число ковшів в гілці виходу очищеного зерна	шт.	24
швидкість пересування ковшів	м/с	1,45
число обертів шківів	об/хв.	192
Трієр довгих домішок:		
діаметр	мм	600
довжина	мм	1960
діаметр ячеек	мм	9,5
число обертів	об./хв.	~ 45(35)
Трієр коротких домішок:		
діаметр	мм	600
довжина	мм	1960
діаметр ячеек	мм	5,0
число обертів	об/хв.	45(35)
Механізм пересування		
а) транспортна швидкість		до 435
б) робоча швидкість		до 4,5

Зерноочисна машина СМ-4 (рис. 3.1) складається із завантажувального скребкового транспортера, решітного стану, повітреочисної частини, елеватора – двохпотокової норії, трієрних циліндрів, механізму самопересування. Машину обслуговують дві людини: механік і робітник. Всі регулювання винесені в зону обслуговування.

Технологічний процес (рис. 3.2) протікає таким чином. При русі машини уздовж вороха шнекові живильники захоплюють зерновий матеріал і підводять до підйомної труби завантажувача, який подає його в розподільний завантажувальний шнек. Шнек розподіляє зерновий матеріал по - ширині і подає його в повітряний канал I аспірації, де вихідний потік повітря виносить

у відстійну камеру легкі домішки (включаючи соломку, колоски, головки бур'янів і т. д.).

Пройшовши очищення в каналі І аспірації, матеріал поступає на решето В решітного стану, на якому вся зернова суміш ділиться на дві приблизно рівні по вазі, але різні за розмірами зерен частини (фракції). Кожна з цих частин обробляється на решетах окремо.

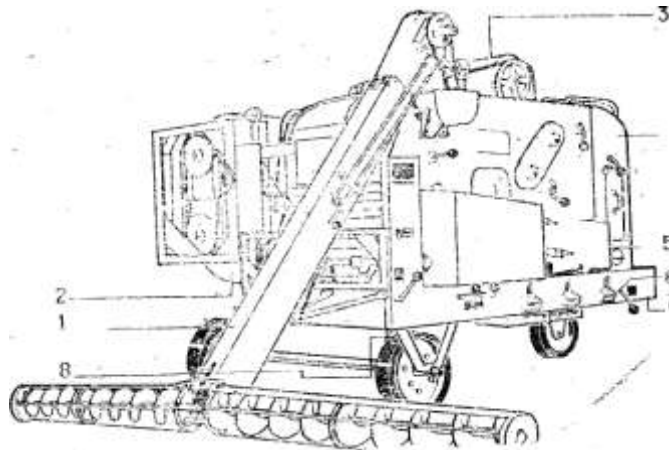


Рис. 3.1. Загальний вид машини:

1- завантажувальний транспортер з живильниками, 2 – трієрні циліндри, 3 – елеватор, 4 – повітроочисна частина, 5 – решітний стан., 6 – шнек чистого зерна, 7.– рама, 8 – механізм самопересування.

Фракцію з крупним насінням (схід з решета B_1), не має дрібних домішок і дрібного зерна, обробляє решето B_2 і виділяє з неї крупні домішки; фракцію з дрібним насінням (прохід через решето B_1), не має крупних домішок, обробляє підсівне решето В і виділяє з неї дрібні домішки.

Прохід через решето В (дрібні домішки) по жолобу виводиться в приймач 1. Схід з решета В потрапляє на сортувальне решето Г, виділяюче дрібне зерно і дрібні домішки (прохід через решето B_2), які по жолобу прямують в приймач 2., що залишилися.

Очищений решетами матеріал (схід з решета Г) по тічці поступає в другу аспірацію, де вихідний потік повітря виносить в другу відстійну камеру легкі домішки і щупле зерно, що залишилися.

Далі зерновий матеріал шнеком чистого зерна подається в першу гілку відвантажувального елеватора, який транспортує зерно в трієрний циліндр коротких домішок. Короткі домішки перекидаються в лоток, з якого шнеком виводяться назовні, подаються в решітний стан, де об'єднуються з проходом решета Г (фуражні відходи).

Очищене від коротких домішок зерно підйомним колесом прямує по тічці в трієрний циліндр довгих домішок. Осередки цього трієра вибирають зерно і перекидають в жолоб, звідки шнеком вони подаються до, другої гілки відвантажувального елеватора, сходом йдуть довгі домішки в приймач 4.

При очищенні продовольчого зерна трієри відключають, перемикають заслінку режиму роботи на елеваторі і зерно виводиться першою гілкою елеватора назовні в приймач 5.

При очищенні вороха, основний матеріал якого має довжину більшу, ніж решта домішок, наприклад, овес, сходом з овсюжного циліндра піде основний матеріал, а лотком виводитимуться тільки короткі домішки.

Для використання машини з великим економічним ефектом і для забезпечення нормального технологічного процесу необхідно, щоб ширина вороха, що очищається, не перевищувала 3200 мм.

Формування вороха вказаного, розміру легко досягається розвантаженням машини по одній лінії на всю його довжину.

Недотримання вказаної вимоги (розвантаження в шаховому порядку або навалом в одне місце) приводить до потреби в додатковій робочій силі, до порушення технології очищення, змішування очищеного матеріалу, фуражних відходів і легких домішок, зменшенню продуктивності машини, а все це різко знижує економічну ефективність роботи машини.

Завантажувальний транспортер (рис. 3.3.) зібраний з похилого скребкового транспортера 2 і двох Т-образно розташованих шнекових живильників 11, сполучених з нижньою головою завантажувача. Ширина захоплення транспортера 3350 мм

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		19

Натягнення скребкового ланцюга проводиться переміщенням валу верхньої головки за допомогою спеціальних натяжних болтів 5.

Регулювання подачі зернового матеріалу в розподільний шнек здійснюється заслінкою, шарнірно пов'язаної з рукояткою 4. Грубе регулювання здійснюється гребінкою рукоятки, а точна – регулювальною гайкою 3.

З рамою машини завантажувальний транспортер зв'язаний шарнірно. Залежно від профілю струму завантажувальний транспортер можна регулювати по висоті вгору і вниз лебідкою 7 і фіксувати в потрібному положенні. При переводі машини в транспортне положення (для переїзду по току) завантажувальний транспортер піднімають лебідкою так, щоб штанга 8 дійшла до упора по направляючій завантажувача. При цьому необхідно звільнити ремінь приводу завантажувального транспортера підняттям рукоятки 6 вгору.

Решітний стан. служить для очищення зернового матеріалу на решетах. В ньому встановлено 4 решета: у верхньому ярусі – Б₁ і Б₂, в нижньому – В і Г. Перед установкою в машину їх вставляють в спеціальні рамки (задирками вниз), які потім всувають в корпус решітного стану і закріплюють механізмом затиску. Основу решітного стану складають цільноштамповані сталеві боковини 6, сполучені між собою поперечними зв'язками 2. Для виходу з решітного стану фракцій, отриманих в результаті розділення зернового матеріалу, влаштовані скатні листи 5 і жолоби 4.

Решітний стан підвішений до рами на вертикальних підвісках-пружинах, він приводиться в поворотно-поступальний рух за допомогою двох шатунів. Одні кінці цих шатунів кріплять до хвостовиків головок ексцентриків приводного валу, інші – до решітного стану. Решітний стан урівноважений противагами, які розташовані на головному валу.

Основні регулювання показанні в таблиці 3.2.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		21

Таблиця 3.2.

Параметри регулювання

Параметр	Одиниця виміру	значення
Регулювання частоти коливань решітних станів	об./хв.	418; 334
Регулювання швидкості повітряного потоку васпіраційних каналах	м/с	2-10
Регулювання швидкості обертання циліндрів	об./хв.	44; 35
Регулювання положення лотка	градуси	Кут повороту визначається по якості очищеного матеріалу

3.2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Основним завданням АПК України є забезпечення населення високоякісними і екологічно безпечними продуктами харчування, промисловість – сировиною, а також – формування експортного потенціалу. Україна, завдяки сприятливим природно-кліматичним умовам, є потужним світовим виробником основних зернових культур: пшениця, кукурудза, соняшник, ячмінь та ін. Процес очищення ЗС здійснюється за різними ознаками розділення: аеродинамічні властивості, розмірні характеристики, щільність, стан поверхні, форма та ін. Найпоширенішими (42%) є машини універсального призначення з повітряно-решітними робочими органами [1]

Розділення ЗС у повітряному потоці – пневматична сепарація, виконується у пневмосепарувальних каналах (ПСК), які можуть бути як вузлом так і окремою машиною. Розділення ЗС за розмірами виконується у решітному блоці, які мають декілька решіт з різними отворами. Подальше підвищення обсягів виробництва зерна, підвищення засміченості ЗС ведуть до того, що ПСК сучасних зерноочисних машин мають недостатню пропускну здатність. Також слід відмітити, що стислі агростроки виконання

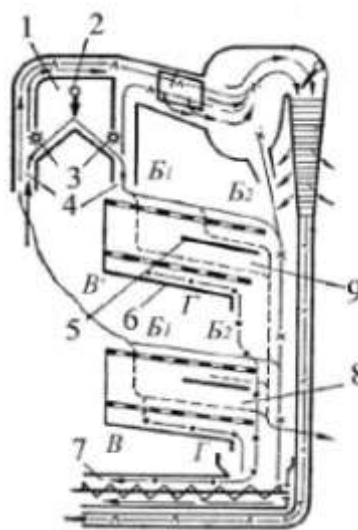
зерноочисних робіт (внаслідок засміченості та вологості вороху) при недостатньо ефективній пневмосепарації призводить до багаторазових пропусків ЗС через робочі органи. Це призводить до втрат зерна у відходи та його травмування, збільшення експлуатаційних витрат та собівартості виконання робіт. Проведеним аналізом відомих досліджень і конструкцій встановлено, що перспективним напрямком підвищення ефективності процесів очищення ЗС від легких домішок є їх інтенсифікація шляхом застосування попереднього розшарування. Таким чином, процес очищення ЗС і розробка конструкції ПСК є актуальним і перспективним завданням для розвитку агропромислового комплексу України, вирішення якого забезпечить підвищення продуктивності зернових сепараторів.

Підвищення продуктивності сепараторів з дотриманням відповідної якості очищення зернової суміші (ЗС), обумовлено інноваційними способами та конструкціями пневмосепарувального каналу (ПСК). Дослідженнями процесів, способів очищення ЗС у повітряних потоках займалися Петренко М.М., Васильковський О.М., Комаристов В.Є., Адамчик В.В., Котов Б.І., Прилуцький А.Н., Стьопаненко С.П., Абдуєв М.М. [1-12] .

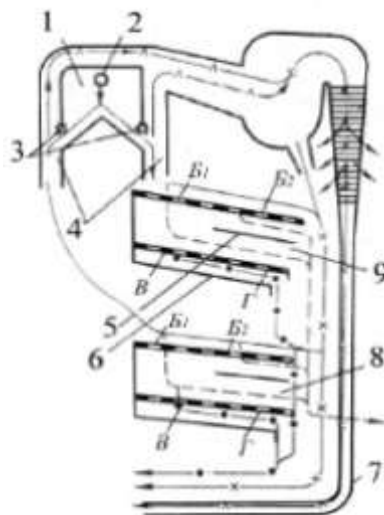
Недостатньо ефективним є використання безканальних ПСК внаслідок: відсутності рівномірності повітряного потоку, значними габаритними розмірами, низькою якістю очищення та високою енергоємністю. Розрізняють безканальні ПСК: нагнітальні, наприклад, віялки-сортувалки або нагнітальні Тріумф – 100 фірми Leino (Фінляндія); всмоктувальні, наприклад, канали сепаратора фірми Miag (Німеччина). Відсутність повітроочисників у більшості безканальних сепараторів не дозволяє використовувати їх у приміщеннях. Канальні ПСК (рис. 3.4 – 3.6) внаслідок концентрування дії повітряного потоку на шар ЗС мають більш якісне очищення у порівнянні з безканальними. До однієї із перехідних моделей можна віднести сепаратори з горизонтальним каналом «САД» (рис. 1, ж). Під дією аеродинамічних сил та гравітації компоненти вихідної суміші рухаються по відмінним траєкторіям і

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		25

потрапляють до приймачів. Недоліком є значна нерівномірність потоку всередині робочої камери, що знижує якість розділення суміші на фракції. Прямокутні ПСК є поширеними на зернових сепараторах (рис. 3.4 – 3.6). Подібні канали є елементом сепараторів ОВС25 та ОВП-20А (рис. 3.4), РЕТКУС К 541 (Німеччина), Cimbria Delta Combi Cleaner 157 [2] (Данія) (рис. 3), МПО-50, СВУ-10А, МВО-10, ЗСМ-10 (рис. 3.6) та інших. Одноканальні повітряноочисні системи у сепараторах, як правило, включають приймальну камеру, ПСК (переважно вертикальний), пилоосаджувальну камеру, вентилятор. Використання таких пристроїв передбачає відділення домішок на початковому етапі, що розвантажує решета та підвищує продуктивність сепараторів. Для підвищення продуктивності ПСК деякі дослідники використовують збільшення ширини каналу. Це в свою чергу веде до збільшення габаритів сепараторів та до нерівномірності завантаження за шириною каналу, що викликає втрату якості сепарування ЗС та не призводить до оптимального результату [2].

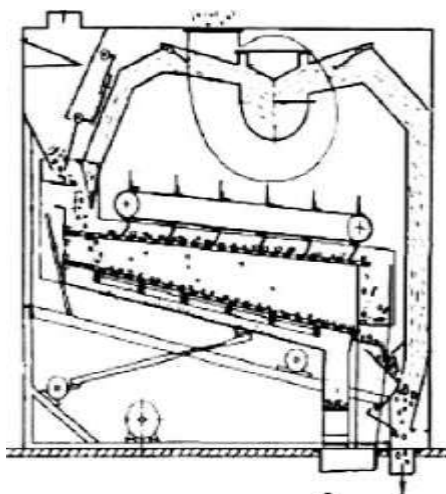


а

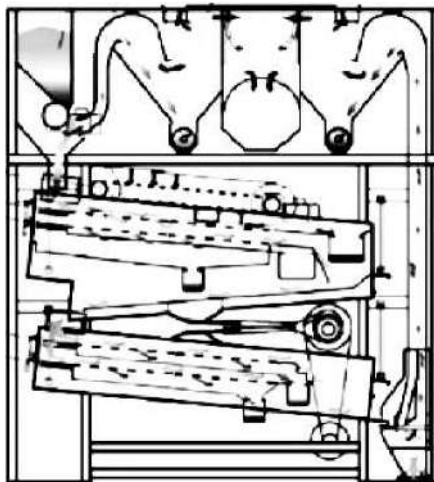


б

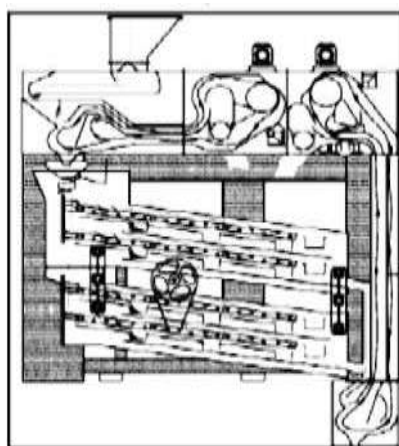
Рис. 3.4. Схема зернових сепараторів: а – ОВС-25; б – ВП-20А; 1 – приймальна камера; 2 – розподільний шнек; 3 – живильні валики; 4 – повітряні канали; 5, 6 – верхня і нижня нахилені дошки; 7 – транспортер; 8, 9 – нижній і верхній решітні стани



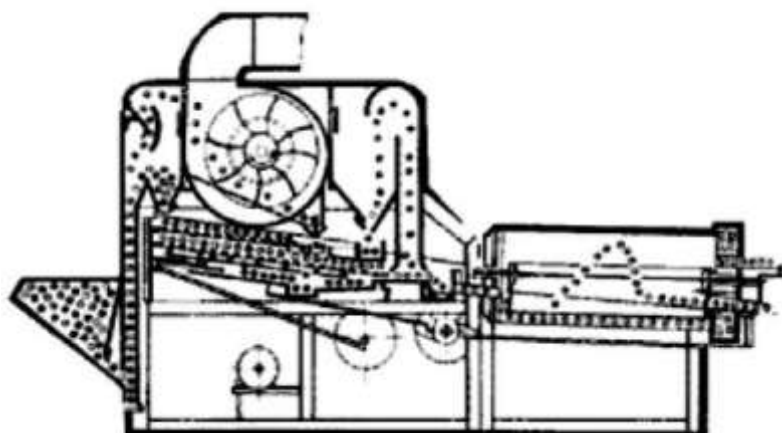
а



б



в



г

Рис. 3.5. Схема технологічного процесу сепараторів: а – PETKUS K 523;
б – аспіраційна система зерноочисника PETKUS U12/U15 [1]; в – Cimbria

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата

МВК 00.000 ПЗ

Арк.

26

Delta Combi Cleaner 157 [2]; г – насіннесортувальна машина К 541 Gigant фірми PETKUS

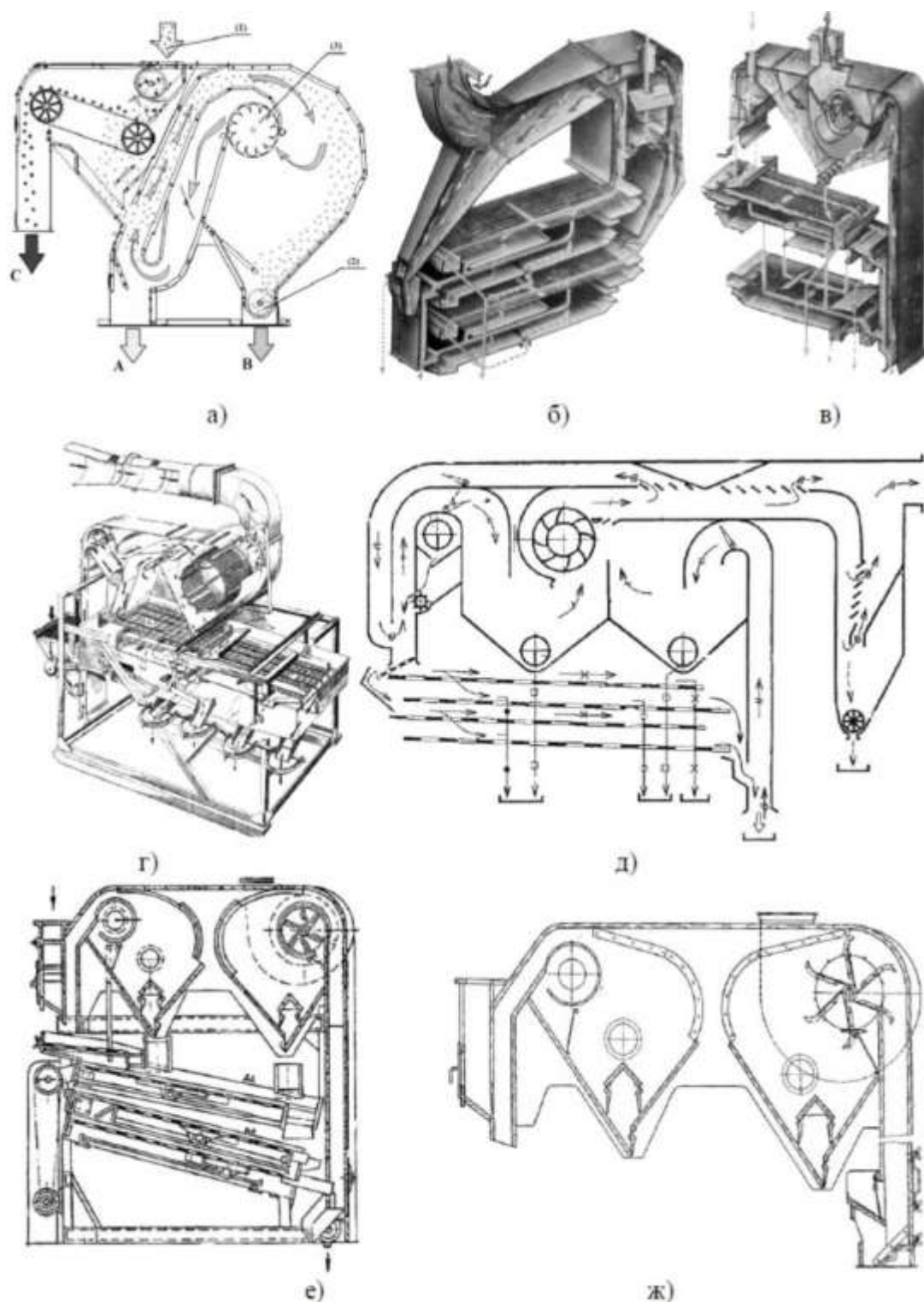


Рис. 3.6. Технологічні схеми роботи сепараторів: а – МПО-50М [86]; б – ЗАВ -20.30 000; в – СВУ-10А; г – насіннесортувальна машина К 541 Gigant фірми PETKUS

д –МВО-10 (МЗУ-25/15); е – ЗСМ-10 (ЗСМ-20); ж – пневмосепарувальний пристрій сепаратора ПДП-10

Подальше збільшення товщини шару веде до того, що легкі домішки з нижніх підшарів не мають змоги виділитися з ЗС. Легкі домішки потрапляють з зерном до решітного блоку, що спричиняє втрату продуктивності та якості очищення ЗС. Це вимагає зменшення висоти шару ЗС, а відповідно і завантаження ПСК, і, як наслідок, викликає втрату продуктивності зернового сепаратора в цілому.

Таким чином, ураховуючи аналіз існуючих та перспективних конструкцій ПСК, їх повна класифікація має вигляд (рис. 3.7). Аналізом досліджень процесу очищення ЗС у повітряному потоці та конструкцій ПСК встановлені способи підвищення ефективності: оптимізацією технологічних параметрів; попередньою підготовкою ЗС та повітряного потоку; інтенсифікацією розподілення компонентів; використанням багатократного очищення; комбінуванням пристроїв різного типу дії.

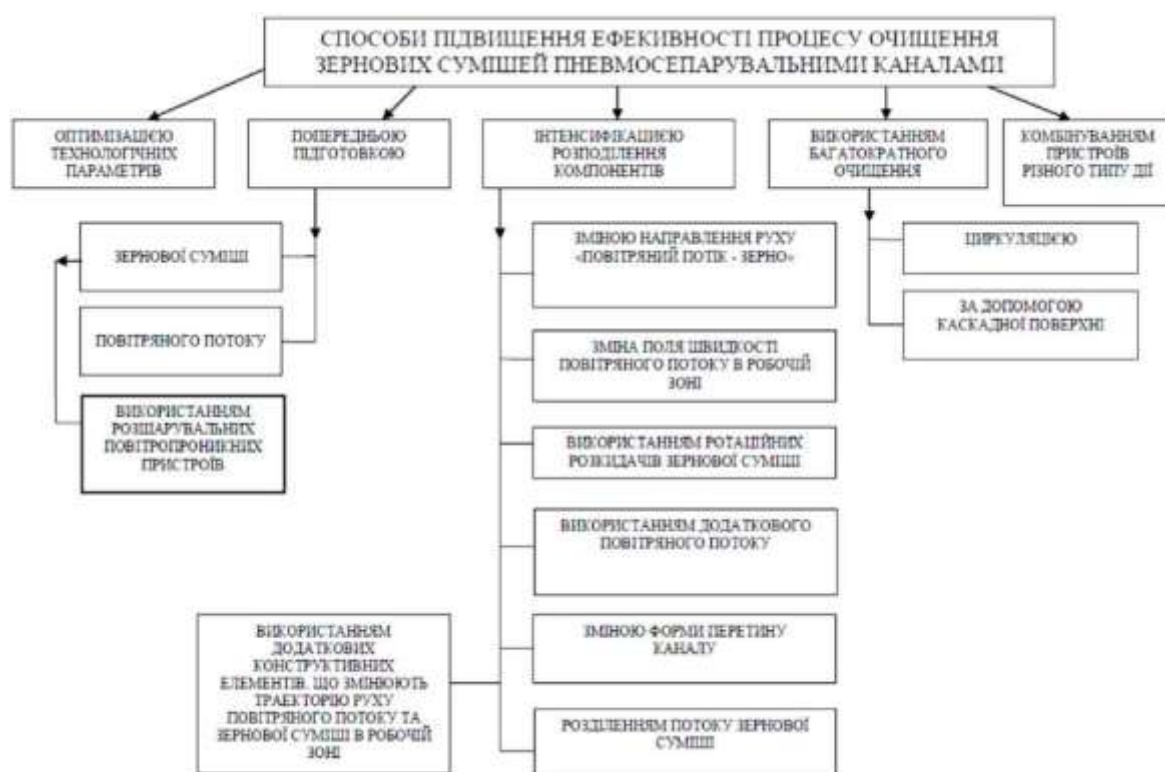


Рис. 3.7. Класифікація способів підвищення ефективності процесу очищення зернових сумішей

Пропозиції по вдосконаленню машини.

В даній дипломній роботі пропонуємо наступні напрямки вдосконалення :

- Замінити на живильниках підшипники ковзання на підшипники кочення;
- Замінити натяжний ролик завантажувального транспортера на варіатор.
- Продуктивність зерноочисних машин можна підвищити шляхом створення бігармонійних коливань решітного стану.

Це дасть змогу підвищити якісні показники роботи, зменшення енергоємності процесу, зменшення пошкодження і втрат озимої пшениці

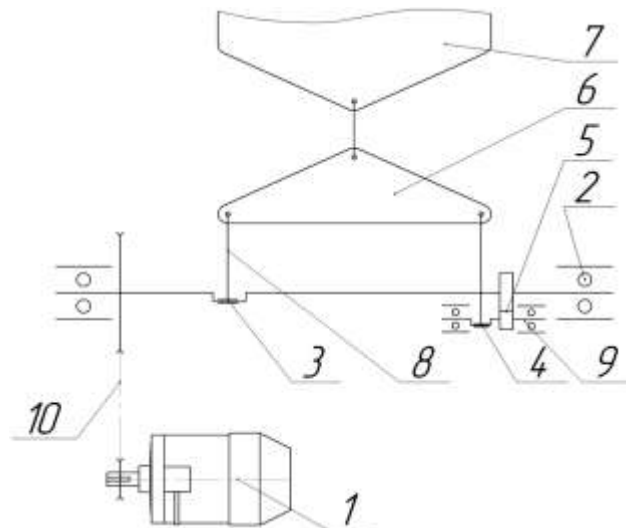


Рис. 3.8. Схема приводу решета:

1.Електродвигун; 2. Підшипник головного валу; 3,4. ексцентрик; 5. Передача; 6. Сполучна ланка; 7. Решітний стан; 8. Шатун; 9. Підшипники веденого валу; 10. Пас.

Черняковим А. В. було встановлено, що при використанні даного приводу продуктивність машини підвищується на 25% [21].

Перевагою даного приводу є простота конструкції та можливість його розміщення на зерноочисній машині без значних капітальних вкладень.

Недоліком такого механізму є недовговічність сполучних ланок.

Завданням конструктивної розробки цієї ВКР є створення приводу решітного стану з бігармонійними коливаннями.

3.3. Теоретичні дослідження

Метою дослідження є змодельовати процес подачі частинок сипкого матеріалу з вивантажувального отвору бункера на похиле плоске решето сепаратора ножичного типу, що здійснює коливний рух.

Визначимо дальність польоту частинки сипкого матеріалу вздовж решета, яка виходить з бокового вивантажувального отвору бункера з початковою швидкістю V_0 та здійснює вільне падіння до моменту контакту з поверхнею решета. Нехай, під час падіння на частинку сипкого матеріалу, яку приймаємо за матеріальну точку, діє лише сила ваги mg . Силою опору повітряного потоку переміщенню частинки сипкого матеріалу нехтуємо. Кут між днищем бункера (у площині рис. 3,9, б) та горизонталлю позначимо через γ , а кут між решетом та горизонталлю - через α . Решето разом із бункером здійснює коливання вздовж вертикалі за законом, що описується рівнянням. Початкове положення верхнього краю решета характеризує точка B_0 (рис. 3.9, б).

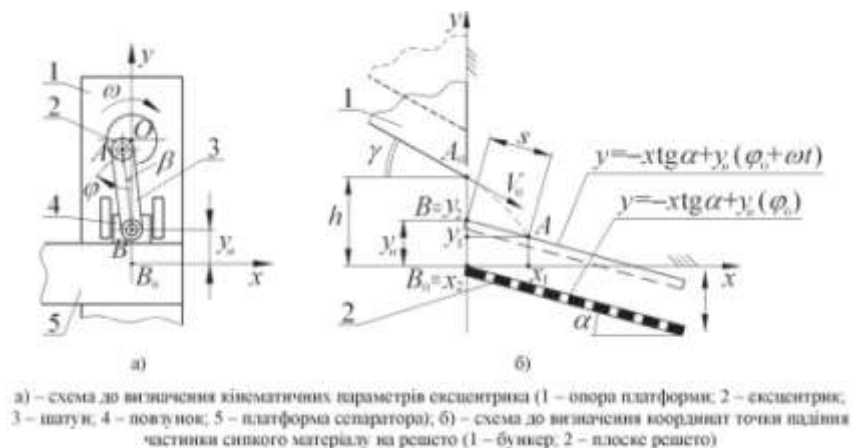


Рис. 3.9. Схеми для проведення моделювання

Розташуємо нерухому систему координат xu таким чином, що початок її координат співпадає з початковим положенням (на рис. 3.9, б - це точка B_0) верхнього краю решета в момент, коли кут повороту ексцентрика $\varphi = 0$. Нехай, у початковий момент часу $t_0 = 0$ ексцентрик знаходиться в положенні, що характеризується кутом φ_0 .

При обертанні ексцентрика зі сталою кутовою швидкістю обертання ω , решето за час t переміститься вздовж осі u на відстань y , яка визначається за рівнянням, в якому $\varphi = \varphi_0 + \omega t$. У цей же час частинка сипкого матеріалу, яка зійшла з днища бункера (на рис. 3.9, 0 - початкове положення частинки матеріалу позначене A_0), здійснює вільне падіння до моменту контакту з решетом (на рис. 3.9, б - це точка A). Вектор швидкості V_0 частинки матеріалу (в момент її сходження з днища бункера) спрямована під кутом γ до горизонталі. Необхідно зазначити, що відстань між верхнім краєм решета та нижнім краєм днища бункера є сталою, оскільки вони розташовані на механізмі сепарування, та дорівнює h , причому з конструктивних міркувань $h > 2r$. Рівняння, які описують вільне падіння частинки матеріалу в нерухомій системі координат xu , матимуть вигляд:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = 0; \\ m\ddot{y} = -mg, \end{cases}$$

де m - маса частинки сипкого матеріалу, кг; $\ddot{x}$, $\ddot{y}$ - проекції прискорення частинки сипкого матеріалу на осі x та y , м/с².

Двічі інтегруючи попереднє рівняння за початкових умов $t_0 = 0$, $x_0 = 0$, $y_0 = h + y_n(\varphi_0)$, $\dot{x}_0 = V_0 \cos \gamma$, $\dot{y}_0 = -V_0 \sin \gamma$, отримаємо рівняння для швидкості та переміщення частинки сипкого матеріалу вздовж осей x та y :

$$\begin{cases} \dot{x} = V_0 \cos \gamma, \\ \dot{y} = -gt - V_0 \sin \gamma, \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = V_0 t \cos \gamma, \\ y = -\frac{gt^2}{2} - V_0 t \sin \gamma + h + r \left(1 - \cos \varphi_0 + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\varphi_0) \right), \end{cases}$$

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		Зі

де $\dot{x}, \dot{y}$ - проекції швидкості частинки сипкого матеріалу на осі x та y , м/с;

x, y - переміщення частинки сипкого матеріалу вздовж відповідних осей, м.

$$s = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Складемо рівняння, яке описує пряму, що проходить вздовж верхньої поверхні решета (в площині рис. 3.9, б) незалежно від його положення в системі координат xy :

$$y = -x \operatorname{tg} \alpha + r \left(1 - \cos(\varphi_0 + \omega t) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos(2(\varphi_0 + \omega t))) \right),$$

де x, y - координати прямої по осях x та y , м;

φ_0 - початковий кут повороту ексцентрика (за якого частинка матеріалу розпочинає вільне падіння) у момент часу $t = 0$, град.

Визначимо координати точки падіння частинки сипкого матеріалу на решето в системі координат xy . Для цього складемо систему з рівнянь

$$\begin{cases} x = V_0 t \cos \gamma; \\ y = -\frac{gt^2}{2} - V_0 t \sin \gamma + h + r \left(1 - \cos \varphi_0 + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\varphi_0) \right); \\ y = -x \operatorname{tg} \alpha + r \left(1 - \cos(\varphi_0 + \omega t) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos(2(\varphi_0 + \omega t))) \right). \end{cases}$$

Розв'язуючи систему рівнянь, можна знайти координати точки перетину траєкторії польоту частинки сипкого матеріалу та прямої, яка описує положення верхньої поверхні решета в момент часу t . Тобто знайти координати точки $A(x_1, y_1)$ падіння частинки сипкого матеріалу на решето та тривалість падіння t . За допомогою координат точки $A(x_1, y_1)$ та визначеної за рівнянням координати y_2 точки $B(x_2, y_2)$, що характеризує положення верхнього кінця решета в момент часу t (тобто точки перетину прямої, що описує положення верхньої поверхні решета в момент часу t , з віссю координат y ($x_2 = 0$)). Із урахуванням зазначеного, частинка матеріалу впаде на решето на відстані від його верхнього краю (відстань вимірюється вздовж решета):

$$s = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

де s - відстань вздовж решета від його верхнього краю до місця падіння частинки сипкого матеріалу на його поверхню, м.

Аналітичний розв'язок рівнянь ускладнений, тому використовуючи систему комп'ютерної математики були знайдені розв'язки рівнянь для різних значень кутової швидкості ексцентрика, що представлені в таблиці 3.3.

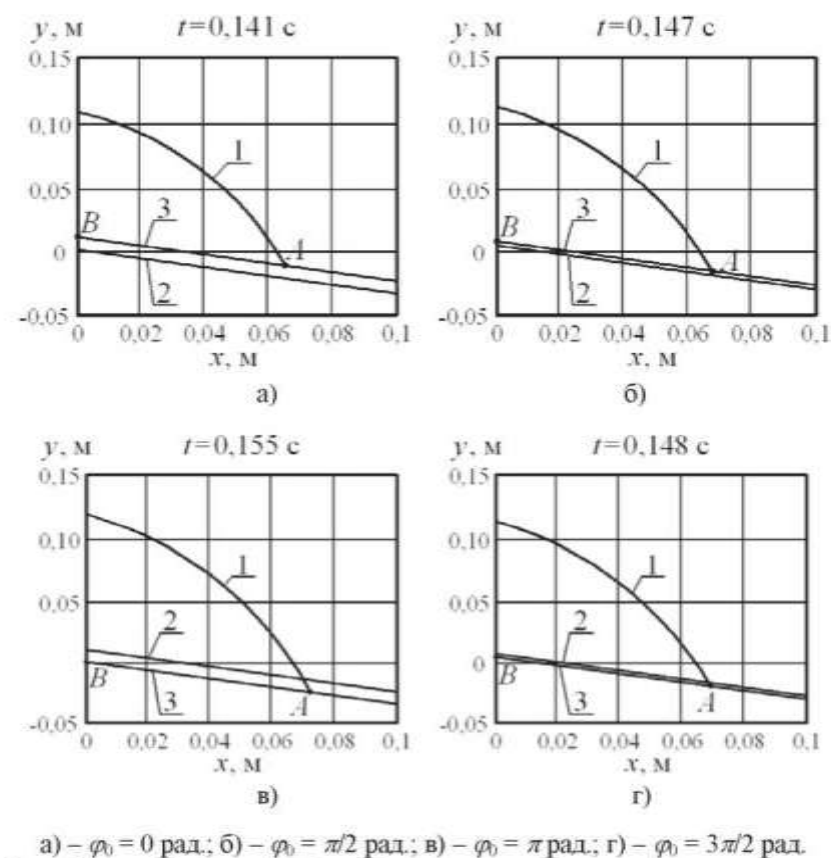
Таблиця 3.3.

Результати числового моделювання подачі зерна на рухоме решето з бункера очисної машини

Параметри, що визначають умови та результати моделювання			
$\omega = 20$ рад./с			
$\varphi_0 = 0$ рад.	$\varphi_0 = \pi/2$ рад.	$\varphi_0 = \pi$ рад.	$\varphi_0 = 3\pi/2$ рад.
$t = 0,141$ с	$t = 0,147$ с	$t = 0,155$ с	$t = 0,148$ с
$\varphi(t) = 2,82$ рад.	$\varphi(t) = 2,94$ рад.	$\varphi(t) = 3,1$ рад.	$\varphi(t) = 2,96$ рад.
$x_1 = 0,066$ м	$x_1 = 0,069$ м	$x_1 = 0,073$ м	$x_1 = 0,07$ м
$y_1 = -0,012$ м	$y_1 = -0,016$ м	$y_1 = -0,024$ м	$y_1 = -0,018$ м
$x_2 = 0$ м	$x_2 = 0$ м	$x_2 = 0$ м	$x_2 = 0$ м
$y_2 = 0,0097$ м	$y_2 = 0,0061$ м	$y_2 = 0,000004$ м	$y_2 = 0,0042$ м
$s = 0,069$ м	$s = 0,072$ м	$s = 0,077$ м	$s = 0,073$ м
$\omega = 40$ рад./с			
$\varphi_0 = 0$ рад.	$\varphi_0 = \pi/2$ рад.	$\varphi_0 = \pi$ рад.	$\varphi_0 = 3\pi/2$ рад.
$t = 0,148$ с	$t = 0,149$ с	$t = 0,148$ с	$t = 0,147$ с
$\varphi(t) = 5,92$ рад.	$\varphi(t) = 5,96$ рад.	$\varphi(t) = 5,92$ рад.	$\varphi(t) = 5,88$ рад.
$x_1 = 0,069$ м	$x_1 = 0,07$ м	$x_1 = 0,07$ м	$x_1 = 0,069$ м
$y_1 = -0,022$ м	$y_1 = -0,019$ м	$y_1 = -0,013$ м	$y_1 = -0,015$ м
$x_2 = 0$ м	$x_2 = 0$ м	$x_2 = 0$ м	$x_2 = 0$ м
$y_2 = 0,001$ м	$y_2 = 0,0031$ м	$y_2 = 0,0099$ м	$y_2 = 0,0068$ м
$s = 0,073$ м	$s = 0,073$ м	$s = 0,074$ м	$s = 0,072$ м
$\omega = 60$ рад./с			
$\varphi_0 = 0$ рад.	$\varphi_0 = \pi/2$ рад.	$\varphi_0 = \pi$ рад.	$\varphi_0 = 3\pi/2$ рад.
$t = 0,142$ с	$t = 0,146$ с	$t = 0,155$ с	$t = 0,149$ с
$\varphi(t) = 8,52$ рад.	$\varphi(t) = 8,76$ рад.	$\varphi(t) = 9,3$ рад.	$\varphi(t) = 8,94$ рад.
$x_1 = 0,067$ м	$x_1 = 0,068$ м	$x_1 = 0,073$ м	$x_1 = 0,07$ м
$y_1 = -0,013$ м	$y_1 = -0,014$ м	$y_1 = -0,024$ м	$y_1 = -0,02$ м
$x_2 = 0$ м	$x_2 = 0$ м	$x_2 = 0$ м	$x_2 = 0$ м
$y_2 = 0,0079$ м	$y_2 = 0,0079$ м	$y_2 = 0,00004$ м	$y_2 = 0,0025$ м
$s = 0,07$ м	$s = 0,071$ м	$s = 0,077$ м	$s = 0,074$ м

Аналіз даних, які представлені в таблиці, показує, що в досліджуваному діапазоні кутових швидкостей обертання ексцентрика, під час сепарування не використовується від 6,9 см до 7,7 см довжини решета. Крім того, на значення координати (по осі x) падіння частинки матеріалу на решето

суттєвий вплив має початковий кут повороту ексцентрика. Значний розкид координат вздовж осі x може зумовити формування на решеті шару сипкого матеріалу із різною висотою, що створить несприятливі умови для процесу сепарування. Як приклад, за рівняннями побудовані траєкторії падіння частинки матеріалу на решето з бункера при $r = 0,005$ м, $l = 0,1$ м, $\lambda = 0,015$, $\alpha = 18$ град., $\gamma = 20$ град., $h = 0,11$ м, $V_0 = 0,5$ м/та $\omega = 20$ рад./с а також за різних значень початкового кута повороту ексцентрика φ_0 , тобто з якого розпочинається падіння частинки матеріалу (рис. 3.10).



а) – $\varphi_0 = 0$ рад.; б) – $\varphi_0 = \pi/2$ рад.; в) – $\varphi_0 = \pi$ рад.; г) – $\varphi_0 = 3\pi/2$ рад.
1 – траєкторія падіння частинки матеріалу; 2 – пряма, що визначає початкове положення решета;
3 – пряма, що визначає положення решета в момент падіння на нього частинки матеріалу

Рис. 3.10. Результати числового моделювання

Із досліджених варіантів найменший розкид координат x_1 спостерігається для випадку з $\omega = 40$ рад./с, де x_1 змінюється в межах від 0,069 м до 0,07 м. Тобто частинки

матеріалу, не залежно від початкового положення ексцентрика, падають на решето поряд і в цьому випадку шар сипкого матеріалу має однакову висоту на плоскому решеті сепаратора.

Необхідно зауважити, що чим менше значення відстані s , тим ефективніше використовується решето, оскільки частина решета (довжиною s) не використовується для процесу сепарування. Таким чином, у запропонований вище спосіб можна обґрунтувати розташування бункера над решетом, беручи до уваги низку конструктивних та кінематичних параметрів сепаратора.

Висновки. Запропонована конструкція сепаратора сипких матеріалів ножичного типу. Крім того, отримана математична модель процесу подачі сипкого матеріалу на решето з бункера, що дозволяє визначити раціональні параметри сепаратора ножичного типу із урахуванням кінематичного режиму його роботи. За цих параметрів буде сформовано шар матеріалу на решеті однакової висоти, що забезпечить сприятливі умови для процесу сепарування. Математична модель також дозволяє визначити раціональні параметри взаємного розташування бункера та решета для того, щоб уся поверхня решета ефективного використовувалася.

3.4. Технологічні розрахунки.

3.3.1 Вибір решіт.

В даному підрозділі необхідно визначити основні параметри решіт продуктивністю 4 т/год при очистці ячменю $\epsilon=0,81$ (згідно номограми).

Знаходимо ширину підсівного решета:

$$B = \frac{Q}{q_B}$$

де Q -продуктивність;

Для підсівного решета приймаємо $\alpha=5^\circ$, $\beta=15^\circ$ (при меншому куті α збільшується j_0 (оптимальне прискорення решета), що є небажаним, а при великому куті β зменшується продуктивність решета).

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		35

Згідно з табл.7 [6] для $q_B=400 \text{ кг}/(\text{год} \cdot \text{дм})$; $\gamma=\alpha+\beta=20^\circ$ знаходимо $j_0=19 \text{ м}/\text{с}^2$.

Це значення отримаємо згідно рівняння:

$$j_0 = 4.2 \sqrt{\frac{q_B}{\gamma}}$$

Питому продуктивність q_F підсівного решета знаходимо з рівняння:

$$q_F = 1.9(0.95 - \epsilon) \cdot (105 - \beta)$$

Довжину решета знаходимо з рівняння:

$$l = \frac{q_B}{q_F} = \frac{400}{24} \approx 16 \text{ дм},$$

Число коливань решета за хвилину:

$$n = \sqrt{\frac{90 j_0}{A}} = \sqrt{\frac{90 \cdot 19}{0.0085}} = 448 \text{ хв}^{-1}$$

попередньо знаходимо A (амплітуду коливань)

$$A = e \cdot k$$

де e - ексцентриситет ексцентрика $e=0,0075$;

k -коефіцієнт, який враховує коливання машини $k=1,1$.

$$A = 0.0075 \cdot 1.1 = 0.0085 \text{ м};$$

Ширину колосового решета приймаємо такою, як і підсівного $B=10 \text{ дм}$.

Питому продуктивність розраховуємо за формулою:

$$q_F = 60(a - 4.5) \text{ кг}/(\text{год} \cdot \text{дм}),$$

a -робочий розмір діаметра отворів $a=5 \text{ мм}$;

$$q_F = 60(5,4 - 4.5) = 54 \text{ кг}/(\text{год} \cdot \text{дм});$$

Довжину колосового решета знаходимо за формулою:

$$l = \frac{Q}{q_F \cdot B} = \frac{4000}{54 \cdot 10} = 7.4 \text{ дм}$$

Кут нахилу колосового решета до горизонту приймаємо $\alpha=5^\circ$, $\beta=15^\circ$.

Потужність потрібну для роботи решітного стану, визначаємо за формулою:

$$N_{\text{реш}} = \frac{G \cdot j_0}{460n}, \text{ кВт}$$

де G -вага решітного стану, з паспорту СМ-4 $G=20$ кг.

3.5. Розрахунок варіатора

Визначаємо діапазон регулювання варіатора:

$$U = \frac{n_{2\max}}{n_{2\min}},$$

$$U = \frac{41}{10,4} = 4.$$

У такому разі приймаємо симетричний варіатор з рівними діаметрами ведучого і веденого шківів (рис. 3.11).

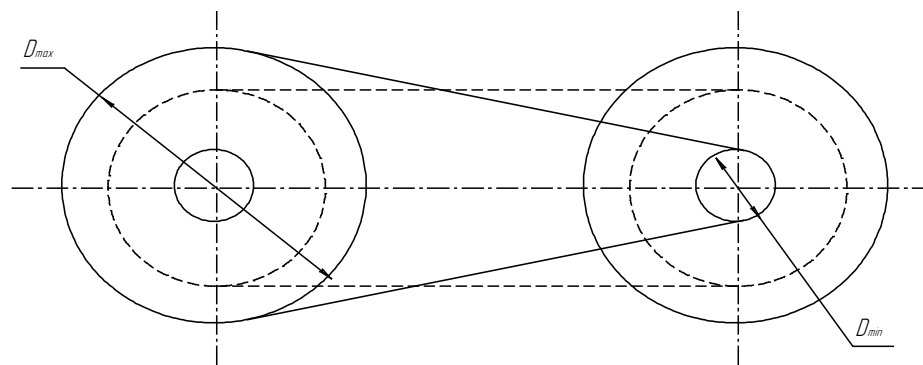


Рис. 3.11. . Схема визначення довжини пасу симетричного варіатора.

Вибираємо пас варіаторний СВ–38–1500Ш з наступними даними:

$$\begin{aligned} v_1 &= 27,6 \text{ мм}; & B_p &= 32 \text{ мм}; \\ v &= 38 \text{ мм}; & h &= 17 \text{ мм}; \\ L &= 1600 \text{ мм}; & F &= 5,95 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

Діапазон регулювання тим більший, чим вища верхній край перетину пасу, чим менше висота пасу і кут φ канавки. Цим вимогам відповідають спеціальні варіаторні клинові паси.

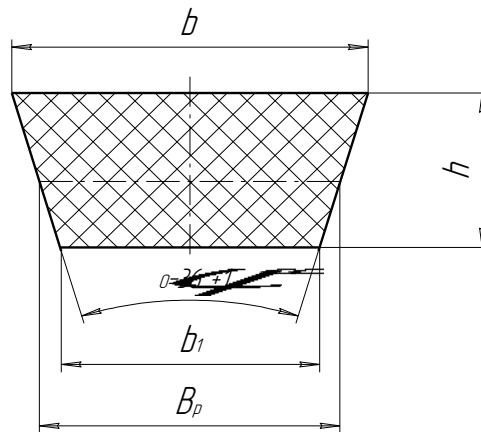


Рис. 3.12. Параметри клинового пасу варіатора

Оптимальні розміри регульованих шківів симетричного варіатора, які забезпечують максимальний діапазон регулювання при заданих розмірах перетину пасу b і кута нахилу φ , визначаються за формулами:

– визначаємо мінімальний діаметр:

$$D_{\min} = \frac{b}{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} - 2h,$$

$$D_{\min} = \frac{38}{\operatorname{tg} \frac{34}{2}} - 2 \cdot 17 = 90 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D_{\min} = 90$ мм.

– визначаємо максимальний діаметр:

$$D_{\max} = 4 \cdot D_{\min},$$

$$D_{\max} = 4 \cdot 90 = 360 \text{ мм.}$$

– визначаємо зовнішній діаметр шківів:

$$D_H = 2 \left(\frac{b}{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} \right) + \frac{5}{3} \cdot h,$$

$$D_H = 2 \left(\frac{38}{\operatorname{tg} \frac{34}{2}} \right) + \frac{5}{3} \cdot 17 = 276,9 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D_H=280$ мм.

– визначаємо бічне переміщення диска:

$$\delta = b - 2h \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2},$$

$$\delta = 38 - 2 \cdot 17 \cdot \operatorname{tg} \frac{34}{2} = 27,6 \text{ мм.}$$

Приймаємо $\delta=30$ мм з урахуванням зазору між дисками.

Знаходимо потужність на ведучому шківі варіатора:

$$N_{\text{вш}} = \frac{N_2}{\eta_{\text{кп}} \cdot \eta_n},$$

де $\eta_{\text{кп}}$ – ККД клинопасової передачі, $\eta_p=0,94 \div 0,97$;

η_n – ККД пари підшипників кочення, $\eta_n=0,99 \div 0,995$

$$N_{\text{вш1 min}} = \frac{0,298}{0,94 \cdot 0,99} = 0,32 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{вш1 max}} = \frac{0,9}{0,94 \cdot 0,99} = 0,985 \text{ кВт.}$$

Момент на привідному шківі варіатора

$$M_{\text{вш1}} = 1000 \cdot \frac{N_1}{\omega_1} = 1000 \cdot \frac{0,985}{53,38} = 18,45 \text{ Н·м.}$$

Діюча окружна сила на ведучому шківі

$$F_t = \frac{2M \cdot 1000}{d},$$

$$F_{t \text{ max}} = \frac{2 \cdot 18,45 \cdot 1000}{90} = 410 \text{ Н,}$$

$$F_{t \min} = \frac{2 \cdot 18,45 \cdot 1000}{360} = 102,5 \text{ Н.}$$

Сила натягу пасу

$$S_{0,1} = \frac{780 \cdot N}{V \cdot C_{\alpha} \cdot C_p \cdot Z} + qV^2,$$

де C_{α} – коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату, $C_{\alpha}=1$;

C_p – коефіцієнт режиму роботи, $C_p=0,8$;

Z – кількість пасів, $Z=1$;

q – маса одного погонного метра пасу

$$q = \frac{F\gamma}{10} = \frac{5,95 \cdot 1,2}{10} = 0,714 \text{ кг,}$$

де F – площа перетину пасу;

γ – питома вага пасу $\gamma=1,1 \div 1,2 \text{ г/см}^2$.

$$S_{0,1} = \frac{780 \cdot 0,985}{2,4 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1} + 0,94 \cdot 2,4^2 = 405,6 \text{ Н.}$$

Визначаємо розрахункову довжину пасу:

$$L = 2 \cdot l \cdot 1,57 \cdot (D_{\max 1} + D_{\min}),$$

$$L = 2 \cdot 400 \cdot 1,57 \cdot (290 + 145) = 1482 \text{ мм.}$$

Розрахункова довжина пасу відповідає вибраній, де $L=1600 \text{ мм}$.

Частота пробігів пасу:

$$n_1 = \frac{V_1}{L};$$

$$n_1 = \frac{2,4}{1,5} = 1,6 \text{ с}^{-1};$$

$$n_1' = \frac{9,6}{1,5} = 6,4 \text{ с}^{-1}.$$

Визначаємо зусилля діюче на вали передачі

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		40

$$Q = 2 \cdot \sigma_0 \cdot F \cdot z \cdot \cos \frac{\nu}{2},$$

де σ_0 – напруження в перетині пасу від початкового натягнення,
 $\sigma_0 = 1,2 \div 1,5$ МПа;

ν – кут між гілками пасу

$$\nu = \alpha - 180^\circ = 223^\circ 5' - 180 = 43^\circ 5',$$

де α – кут обхвату

$$\alpha = 180 + \frac{D_{\max}}{l} \cdot 60^\circ;$$

$$\alpha = 180 + \frac{360}{392} \cdot 60^\circ = 235^\circ 6'.$$

Отже

$$Q = 2 \cdot 1,5 \cdot 5,95 \cdot 1 \cdot \cos \frac{55^\circ 6'}{2} = 15,83 \text{ Н.}$$

Осьове зусилля Q пружини, зв'язане передаваною потужністю N , коефіцієнтом тертя f_{mp} і лінійною швидкістю пасу V , визначаємо за формулою:

$$Q_{oc} = \frac{550 N_2 \cdot \cos \frac{\varphi}{2}}{2 f_{mp} \cdot V},$$

де f_{mp} – коефіцієнт тертя, $f_{mp} = 0,22 \div 0,25$

$$Q_{oc} = \frac{550 \cdot 0,917 \cdot \cos \frac{34^\circ}{2}}{2 \cdot 0,25 \cdot 2,4} = 100,5 \text{ Н.}$$

Визначаємо осьове зусилля для ведучого шківа. Воно більше, ніж для веденого. Знаходимо по тій же формулі, але при цьому вводимо коефіцієнт запасу зчеплення $k = 1,3 \div 1,5$.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

$$Q_{oc1} = \frac{550 N_1 \cdot \cos \frac{\varphi}{2} \cdot k}{2 f_{mp} \cdot V};$$

$$Q_{oc} = \frac{550 \cdot 0,985 \cdot \cos \frac{34^\circ}{2} \cdot 1,5}{2 \cdot 0,25 \cdot 2,4} = 647,6 \text{ Н.}$$

Для плавного регулювання передавального числа величина осьового зусилля на вичавний диск варіатора достатня $Q=647,6 \text{ Н.}$

3.6. Розрахунок відкритої циліндричної передачі

Розрахунок на контактну міцність.

Вихідні дані:

P_1 – потужність на провідному шківі

$$P_1 = 2,2 \text{ кВт};$$

n_1 частота обертання провідного шківа;

$$n_1 = 490 \text{ хв}^{-1};$$

U_1 – передатне відношення;

$$U_1 = 0,5;$$

Момент переданий шестернею:

$$T_1 = 30P/\pi n_{ел} = (30 \cdot 2,2 \cdot 10^3)/(3,14 \cdot 490) = 42,87 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Вибір матеріалу та термообробки.

Для шестерні та колеса вибираємо Сталь 40Х.

Для колеса призначаємо цементацію та нітроцементацію (HRC – 56);

Для шестерні цементація та нітроцементація (HRC – 62).

$\sigma_{n \text{ limb}}$ – межа контактної витривалості при базовому числі циклів навантажень. [26, с6 т 304]

- для шестерні $n_{limb} = 23 \text{ HRC} = 1426 \text{ МПа}; \text{ HRC} - 62;$

- для колеса $n_{limb} = 23 \text{ HRC} = 1288 \text{ МПа}; \text{ HRC} - 56.$

Визначення контактних напруг, що допускаються.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		42

$$[\sigma]_n = \frac{\sigma_n \lim b \cdot K_{ni}}{S_n}$$

де, S_n - коефіцієнт безпеки, ($S_n = 1,1$ - для колеса, $S_n = 1,1$ - для шестірні) [26, табл306];

K_{nL} - коефіцієнт довговічності ($K_{nL} = 1$) [26, табл.305];

$N_{але}$ - базове число циклів зміни напруг ($N = 20000000$) [26, табл. 307]

$N_{не}$ - еквівалентна кількість циклів

$$N_{не} = 573 \cdot a \cdot \omega \cdot L_n$$

де, a - Число зачеплень зуба за один оборот колеса;

ω – кутова швидкість валу, рад/ с ;

L_n - термін служби передачі, год ($L_n = 20000$);

$$N_{не1,2} = 573 \cdot 1 \cdot 63,8 \cdot 20000 = 731 \cdot 10^6;$$

$$N_{не} / N_{але} = 731 \cdot 10^6 / 20000000 = 36,4 ;$$

$$\text{-для шестерні } [\sigma]_{n1} = 1426 \cdot 1/1,1 = [1296] \text{ МПа};$$

$$\text{-для колеса } [\sigma]_{n2} = 1288 \cdot 1/1,1 = [1170] \text{ МПа};$$

Міжосьова відстань визначаємо за формулою:

$$a_w \geq (U_1 + 1) \sqrt[3]{\left\{ \frac{Z_m \cdot Z_\varepsilon \cdot Z_n}{[\sigma]_n} \right\}^2 \cdot \frac{T_{ш} \cdot K_n \cdot K_{n\alpha}}{2U \cdot \psi_{ba}}},$$

де Z_m - коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалів сполучених коліс, для пари сталевих коліс $Z_m = 271$;

Z_ε - коефіцієнт, що враховує сумарну довжину контактних ліній, попередньо приймаємо $Z_\varepsilon = 0,85$;

Z_n - коефіцієнт, що враховує форму сполучення поверхонь зубів, попередньо приймаємо $Z_n = 1,75$

$T_{ш}$ - крутний момент на шестірні, Нмм;

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		43

$$T_{ш} = 10^3 \frac{P_{ш1}}{\omega_1}, \text{ Нмм},$$

K_H - коефіцієнт навантаження, попередньо приймаємо $D_o n = 1,3$;

$K_{H\alpha}$ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження між зубами, для прямозубих $K_{H\alpha}=1$;

Ψ_{ba} – коефіцієнт ширини колеса залежно від міжосьової відстані [$\Psi_{ba}=0,315$] 7, табл. 314];

$[\sigma]_H$ - Розрахункова контактна напруга, для прямозубих коліс.

Основні геометричні параметри зубчастих коліс

Модуль згідно з ГОСТ 9563-89 приймаємо $m = 3$ мм.

Число зубів: сумарне $Z_{\Sigma} = 2 a_w / m = 2 \cdot 100 / 3 = 66,67$;

шестерні $Z_1 = Z_{\Sigma} / U + 1 = 128 / 6 = 44,4$, приймаємо $Z_1 = 44$;

колеса $Z_2 = Z_{\Sigma} - Z_1 = 22$.

Фактичне передатне число $U_{\phi} = Z_2 / Z_1 = 22 / 44 = 0,5$.

Відхилення передавального числа $(U - U_{\phi}) \cdot 100\% / U = (0,5 - 0,5) \cdot 100 / 0,5 = 0\%$

Ділильний діаметр:

шестерні $d_1 = mZ_1 = 3 \cdot 44 = 132$ мм;

колеса $d_2 = mZ_2 = 3 \cdot 22 = 66$ мм.

Початкові діаметри y некоррегованих коліс збігаються з ділильними, тобто $d_1 = d_{w1}$; $d_2 = d_{w2}$.

Діаметр вершин зубів:

шестерні $d_{a1} = d_1 + 2 h_a = 132 + 2 \cdot 3 = 138$ мм;

колеса $d_{a2} = d_2 + 2 h_a = 66 + 6 = 72$ мм.

Діаметр западин:

шестерні $d_{f1} = d_1 - 2 h_f = 132 - 3 \cdot 2,5 = 124,5$ мм

колеса $d_{f2} = d_2 - 2 h_f = 66 - 3 \cdot 2,5 = 59,5$ мм.

Діаметр основного кола:

шестерні $d_{b1} = d_1 \cdot \cos \alpha = 132 \cdot 0,939692 = 124,03$ мм;

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		44

колеса $d_{в2} = d_2 \cdot \cos \alpha = 66 \cdot 0,939692 = 62,02 \text{ мм.}$

Висота зуба $h = h_a h_f = m (1 + 1,25) = 3 (1 + 1,25) = 7,5 \text{ мм.}$

Постійна хорда зуба $Sc = 1,387 m = 1,387 \cdot 3 = 4,161.$

Висота постійної хорди $hc = 0,7477 m = 0,7477 \cdot 3 = 2,2431 \text{ мм.}$

Ширина:

колеса $b_2 = \psi_{ва} \cdot a_w = 0,315 \cdot 100 = 31,5 \text{ мм,}$

шестірні $b_1 = b_2 + 5 \text{ мм} = 36,5 \text{ мм.}$

Ширини коліс округляємо за ГОСТ 6636-69, $b_1 = 32 \text{ мм, } b_2 = 36 \text{ мм.}$

Визначення окружної швидкості зубчастих коліс.

$$V = \omega_1 \cdot \frac{d_1}{2},$$

$$V = 0,124 \cdot 8,167 / 2 = 0,32 \text{ м / с.}$$

Для циліндричної зубчастої передачі призначаємо 8 ступінь точності [1, с.180 табл.12.2].

Визначаємо коефіцієнт торцевого перекриття:

$$\varepsilon_\alpha = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} \right) + \left(\frac{1}{z_2} \right) \right] \cdot \cos \beta,$$

$$\varepsilon_\alpha = [1,88 - 3,2(1/44) + (1/22)] = 1,8522$$

Уточнення коефіцієнта. Коефіцієнт навантаження.

$$K_H = K_{H\beta} \cdot K_{H\nu},$$

де, $K_{H\beta}$ - коефіцієнт, що враховує нерівномірний розподіл навантаження по довжині зуба ($K_{H\beta} = 1,07$ [7, табл.311]);

$K_{H\nu}$ - коефіцієнт динамічності навантаження і ($K_{H\nu} = 1,03$ [7, табл.311])

$$K_H = 1,07 \cdot 1,03 = 1,1$$

Z - коефіцієнт, що враховує сумарну довжину контактної лінії.

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}},$$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{4 - 1,64 / 3} = 0,88;$$

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Z_H - коефіцієнт, що враховує форму сполучених поверхонь зубів:

$$Z_H = \sqrt{\frac{2 \cos \beta}{\sin 2\alpha_w}},$$

$$Z_H = \sqrt{2 \cdot 1/0,643} = 1,76 ;$$

$K_{H\alpha}$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження між зубами [$(K_{H\alpha}=1,09)$ 7, табл.303]

Визначення контактної міцності.

Контактну напругу визначаємо за формулою:

$$\sigma = \frac{Z_u Z_\varepsilon Z_H}{a_w} \times \sqrt{\frac{T_u K_H K_{H\alpha} (U_\phi + 1)^3}{2U_\phi \times \rho_w}} \leq [\sigma]_H,$$

$$\sigma_H = 271 \cdot 0,88 \cdot 1,76/100 \cdot \sqrt{(42,87 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 1,09 \cdot 3,375)/(10,5 \cdot 32)} = 1079 \text{ МПа};$$

При $\sigma_H < [\sigma]_H$ менш ніж на 15% (7.8%) показує те, що контактні напруги знаходяться в межах норми.

Розрахунок на згинальну міцність.

Визначення напруги вигину, що допускаються.

$$[\sigma]_F = \frac{\sigma_{F\lim b}^0}{S_F} \times K_{FC} \times Y_S \times Y_R \times K_{FL},$$

де $\lim b$ - межа витривалості при вигині, що відповідає базовому числу циклів ($\lim b = 750 \text{ МПа}$ - для колеса; $\lim b = 850 \text{ МПа}$ - для шестерні) [7, табл.308];

S_f - Коефіцієнт безпеки: $S_f = S_f' \cdot S_f''$;

S_f' - Коефіцієнт, що враховує відповідальність деталі [($S_f = 1,55$) 7, табл.308];

S_f - коефіцієнт, що враховує спосіб отримання заготівлі

[($S_f''=1$), 7, табл. 308];

$$S_f = 1,55 \cdot 1 = 1,55$$

K_{fc} – коефіцієнт, що враховує вплив двостороннього навантаження ($K_{fc} = 1$ – одностороннє докладання навантаження);

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		46

Y_s - коефіцієнт , що враховує чутливість матеріалу до концентрації напруг [($Y_s = 1,025$) 7, табл.309];

Y_r - коефіцієнт, що враховує шорсткість перехідної поверхні [($Y_r = 1$) 7, табл.310];

Do_{fl} - коефіцієнт довговічності і [($K_{fl} = 1$) 7, с.14];

$$[\sigma]_{f1} = (850/1,55) \cdot 1 \cdot 1,025 \cdot 1 \cdot 1 = 562 \text{ мПа} .$$

$$[\sigma]_{f2} = (750/1,55) \cdot 1 \cdot 1,025 \cdot 1 \cdot 1 = 462 \text{ мПа} .$$

Коефіцієнт навантаження визначаємо за формулою:

$$Do_f = K_{\text{ф}} \cdot K_{fv};$$

де $K_{\text{ф}}$ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по довжині зуба [($K_{\text{ф}} = 1,1$) 7, табл.312];

Do_{fv} - коефіцієнт, що враховує динамічність навантаження

[($Do_{fv} = 1,2$) 7, табл.312];

$$Do_f = 1,2 \cdot 1,1 = 1,32;$$

Порівняльна оцінка міцності зубів.

Коефіцієнт форми зубів Y_{vf} знаходять за графіком [($Y_{vf1} = 4,3$; $Y_{vf2} = 3,6$) 7, табл.313].

Згинальну міцність зубів порівнюють, застосовуючи відношення:

$$[\sigma]_f / Y_{vf1} > [\sigma]_f / Y_{vf2}$$

$$562/4,3 > 462/3,6;$$

Перевірка згинальної міцності зубів .

$$\sigma_F = \frac{2T_u \cdot K_F \cdot Y_{VF} \cos \beta}{b_w \cdot m_n^2 \cdot z_1} \cdot K_{Fa} \cdot Y_{\beta} \leq [\sigma]_{F1},$$

Де , Do_f - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження між зубами [($K_f = 0,91$) 7, табл.303]

$$\sigma_f = 2 \cdot 81,1 \cdot 10^3 \cdot 1,32 \cdot 4,3 \cdot 1 / [2^2 \cdot 32 \cdot 86] \cdot 0,91 = 91,6 \text{ мПа} < 462 \text{ мПа}.$$

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		47

Визначення зусиль діючих у зачепленні .

Окружні зусилля:

$$F_t = \frac{2T_u}{d_1},$$

$$F_t = 2 \cdot 41,87 \cdot 10 / 132 = 634,9 \text{ Н.}$$

Радіальні зусилля:

$$F_r = \frac{F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta},$$

$$F_r = 5068 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 1844 \text{ Н.}$$

Розрахунок валів та підшипників.

Попередній розрахунок валів.

$$d_k \geq \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau_k]}},$$

де, Т - крутний момент на аналізованому валу;

[τ] до – напруги кручення, що допускаються

$$[\tau]_{\text{к}} = (12 \dots 50) \text{ МПа}$$

Приймаємо $d_1 = 30 \text{ мм}$;

Конструктивні розміри швидкохідної та тихохідної передачі.

Конструктивні розміри зубчатого колеса.

Діаметр маточини:

$$d_{cm} = 1,6 \cdot d'_3,$$

$$d_{cm} = 1,6 \cdot 40 \approx 64 \text{ мм.}$$

Довжина маточини [6] с.233:

$$l_{cm} = (1,2 \dots 1,5) d'_3,$$

$$l_{cm} = 1,2 \cdot 40 \approx 48 \text{ мм.}$$

Товщина обода [6] с.255:

$$\delta_0 = (2,5 \dots 4) m_n,$$

Приймаємо 32 мм.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Товщина диска [6] с.233:

$$C = 0,3 \cdot b_2,$$

Приймаємо 32 мм.

Конструктивні розміри шестерні

Діаметр маточини:

$$d_{cm} = 1,6 \cdot d'_3, \quad d_{cm} = 1,6 \cdot 30 \approx 48 \text{ мм.}$$

Довжина маточини [6] с.233:

$$l_{cm} = (1,2 \dots 1,5) d'_3,$$

$$l_{cm} = 1,2 \cdot 30 \approx 36 \text{ мм.}$$

Товщина обода [6] с.255:

$$\delta_0 = (2,5 \dots 4) m_n,$$

Приймаємо 36 мм.

Товщина диска [6] с.233:

$$C = 0,3 \cdot b_2,$$

Приймаємо 36 мм

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

шкідливі фактори(рис. 4.1), які можуть виникнути під час очистки озимої пшениці відповідності з ГОСТ12.01.003 -74 “ Опасные и вредные производственные факторы” наступні:

- підвищений рівень запилення робочої зони;
- високий рівень шуму на робочому місці;
- високий рівень вібрації на робочому місці;
- небезпека враження електричним струмом;
- психофізіологічні небезпечні і шкідливі фактори можуть виникнути при регулюванні вузлів і механізмів та складанні машини;

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Рис. 4.1 Небезпечні фактори

4.1. Техніка безпеки при роботі зерноочисної машини СМ-4

Робота на зерноочисних машинах складна і повинна бути правильно організована з дотриманням всіх правил техніки безпеки. На тимчасових зернотоках відповідальність за техніку безпеки покладається на голову господарства. Всі особи, допущені до роботи на зерноочисних пунктах, повинні пройти спеціальний інструктаж по техніці безпеки. На агрегатах, при обслуговуванні яких зайнято декілька робочих, призначається старший, відповідальний за безпеку роботи; по його розпорядженню пускається агрегат. Не дозволяється допускати до агрегату сторонніх осіб, особливо дітей.

Технічне обслуговування зерноочисних машин повинен проводити кваліфікований робітник, що знає будову машини. Очищати сита і решета, виконувати регулювання по натягненню ременів і ланцюгів, а також усувати несправності в машині дозволяється тільки після її зупинки.

Під час експлуатації машини слід дотримуватися наступних правил:

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		50

Забороняється допускати до роботи осіб молодше 18 років і що не пройшли спеціального навчання і перевірки знання правил техніки безпеки.

За виконання існуючих правил несе відповідальність механік.

Включати і вимикати машину, а також усувати несправності дозволяється тільки механіку.

Кабель, що підводить електроенергію, не повинен мати механічних пошкоджень в ізоляції.

Після закінчення роботи залишати машину підключеною до електромережі категорично забороняється.

Забороняється проводити запуск машини, не впевнившись, що люди які знаходяться біля машини не піддаються небезпеці від частин і механізмів, що рухаються.

Мащення, підтягання болтів з'єднань, надягання ременів, а також різного роду виправлення виконувати тільки після зупинки машини.

Забороняється міняти решета на ходу машини.

Забороняється допускати до працюючої машини посторонніх людей.

Забороняється укладати струмопровідний кабель по землі. Він повинен підвішуватися на надійних опорах і допускати вільний проїзд транспорту.

Щодня перевіряти підключення нульового проводу.

За наявності великої запыленості на робочій ділянці працювати в захисних окулярах і респіраторах.

Не допускати перегріву підшипників, своєчасно проводити їх мащення згідно таблиці мастила.

Стежити за пасовими передачами, не допускаючи їх проковзування.

Забороняється палити, проводити зварювальні роботи, застосовувати всі види відкритого вогню на відстані менше 30 м від вороха.

При роботі в умовах підвищеного звукового тиску необхідно користуватися протишумними вкладишами «Беруши».

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		51

Забороняється працювати на машині при температурі навколишнього середовища нижче -15°C .

Дверка щита управління повинна бути завжди закрита. Працювати з відкритими дверцями забороняється.

4.2. Заходи для покращення умов праці робітників при очищенні озимої пшениці на зерноочисній машині СМ-4

Для покращення умов праці робітників при очистці озимої пшениці на зерноочисній машині СМ-4, пропонуються наступні заходи, які направлені на усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів і можуть виникнути в процесі сільськогосподарських робіт.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для поліпшення експлуатації зерноочисної лінії і спрощення її управління до конструкції зерноочисної машини внесені зміни, які підвищують її продуктивність.

Таблиця 7.1.

Вихідні дані: модернізація зерноочисної машини

№	Показник	Одиниця вимірювання	Базова технологія	Проектна
1.	Обсяг робіт	т	1800	18000
2.	Продуктивність змінна	т/год	2	2,5
3.	Витрати електроенергії	кВт год/т	2	1,6
4.	Кількість сепараторів	шт.	1	1
5.	Маса сепаратора	кг	1670	1420
6.	Ціна	грн.	28000	-

Техніко-економічні показники

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Машина		Відхилення	
			Проектна	Базова	+ -	%
1.	Продуктивність	т/год	2,5	2	+0,5	+25
2.	Споживання електроенергії	кВт	1,6	2,0	-0,4	-20
3.	Обсяги виробництва	т	18000	18000	-	-
4.	Собівартість операції	грн.	367195,6	454541,6	-87341,4	-19,2
5.	Питома собівартість	грн./т	20,4	25,25	-2,3	-19,2
6.	Річна економія	грн.	87341,4	-	-	-
7.	Річний економічний ефект	грн.	87079	-	-	-
8.	Термін окупності	роки	0,07			

Запропонована технологія дозволяє отримати річний економічний ефект в розмірі 87079 грн., що свідчить про ефективність запропонованих заходів.

ВИСНОВКИ

Під час модернізації зерноочисної машини СМ-4А внесено наступні конструктивні зміни, які дозволять підвищити якісні та експлуатаційні показники.

1. Запропоновано привід завантажувального транспортера зробити за через клинопасовий варіатор який дозволить зменшити час на переналагодження машини в цілому на 10 хв., підвищити її універсальність під кожен тип культури та під її початкові вхідні параметри (вологість, сорність та ін.).

2. Аналіз актів випробовування та досвід експлуатації машини на підприємствах області встановлено, що ексцентриковий вал приводу потребує заміни підшипників кочення.

3. На двигун приводу транспортера встановлено відцентрову муфту для запобігання проковзування пасу.

4. Розроблені заходи по покращенню умов праці робітників і усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів, при вирощуванні озимої пшениці, а також очистки на зерноочисній машині СМ-4. З точки зору техніки безпеки модернізована зерноочисна машина відповідає вимогам ССБП і може бути впроваджена у виробництво.

5. Запропонована технологія дозволяє отримати річний економічний ефект в розмірі 87079 грн., що свідчить про ефективність запропонованих заходів.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		54

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адамчук В.В. Концепція перспективи комплексного вирішення проблеми післязбиральної обробки і зберігання зерна сільськогосподарських підприємствах України [Текст] / В.В. Адамчук, А.Н. Пилуцький, А.С. Заришняк, С.П. Степаненко // Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 99. Том 1. – Глеваха, 2014. – С. 40-55.
2. Котов Б.І. Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення і сортування зерноматеріалів [Текст] / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, М.Г. Пастушенко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Вип. 33. – Кіровоград, 2003. – С. 53-59.
3. Котов Б.І. Перспективи розвитку машин та обладнання для пневмовідцентрової сепарації [Текст] / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, В.О. Швидя // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. – Дослідницьке, 2006. – Вип.9 (23), кн.1. – С. 239-246
4. Прилуцький А.Н. Інноваційні ресурсощадні процеси сепарування – основа удосконалення повітряно-решітних відцентрово-вібраційних зернових сепараторів [Текст] / А.Н. Прилуцький // Матеріали XXII Міжнародної науково-технічної конференції «Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві» та IX Всеукраїнської конференції – семінару аспірантів, докторантів та здобувачів у галузі аграрної інженерії. Глеваха, 2014. – С. 244-246.
5. Котов Б.І. Вібропневматичне розділення насінневих сумішей [Текст] / Б.І. Котов // Вісник аграрної науки. – 2004. – №5. – С.55-58.
6. Степаненко С.П. Дослідження процесу пневматичної сепарації насіння в кільцевому зигзагоподібному сепараторі [Текст] / С.П. Степаненко //

					<i>МВК 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		55

Вісник ХНУСГ. – Харків. – 2008. – Вип. 75, т.1. – С. 59-65.
Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск №5 (104)

7. Абдуєв М.М. Обґрунтування параметрів сепаратора з нахиленим повітряним каналом для розділення зернових сумішей [Текст] / М.М. Абдуєв // Автореф. дис...канд.техн.наук. – Харків, 2007. – 21 с. 8. Розробити техніко-технологічні основи вдосконалення сепарації зерна і насіння за комплексом фізико-механічних властивостей. [Текст] Звіт про НДР: У 2 т. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2008. – 156 с.
8. Котов Б.І. Результати експериментальних досліджень пневмосепарації зерна у пневмовідцентровому сепараторі з удосконаленим експериментальним диском [Текст] / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, В.О. Швидя // Зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету – Вип. 23. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – С. 250 – 257.
9. Степаненко С.П. Математическая модель движения зерна в коническом аспирационном канале [Текст] / С.П. Степаненко, В.О. Швидя // Механізація та електрифікація сільського господарства: [Загальнодержавний збірник]. – 2015. – Вип.2(101). / [ННЦ «ІМЕСГ»]. – Глеваха, 2015. – С.108-115.
- 10.Петренко Н.Н. Анализ процесса сепарации зерна на решете в среде пульсирующего воздушного потока [Текст] / Н.Н. Петренко, И.В. Марченко, К.Н. Марченко // Конструювання, виробництво та експлуатація с-г машин. Кіровоград. – 2003. – Вип.33. – С.141-149
11. Дударев І.М., Ольховський В.О. Моделювання подачі сипкого матеріалу на решето сепаратора ножичного типу [Текст] / І.М. Дударев, В.О. Ольховський // Конструювання, виробництво та експлуатація с-г машин. Кропивницький. – 2020. – Вип.50. – С.59-68 Режим доступу: https://zbirniksgm.kntu.kr.ua/archive/50/50_Dudarev.html

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		56

12. Котов Б.І. До теорії розділення зерна в повітряному потоці [Текст] / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, В.О. Швидя, Ю.Г. Коваль // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 39. – Кіровоград, 2009. – С. 209-214.
13. Giyevskiy A.M., Orobinsky V.I., Tarasenko A.P., Chernyshov A.V., Kurilov, D.O. Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018. Vol. 327. P. 042035.
14. Kugbei S., Avungana M., Hugo W. Seeds Toolkit. Module 2: Seed processing: principles, equipment and practice. The FAO of the UN and AfricaSeeds: Rome, 2018.
15. Vasylykovskiy O., Vasylykovska K., Moroz S., Sviren M., Storozhyk L. The influence of basic parameters of separating conveyor operation on grain cleaning quality. INMATEH – Agricultural Engineering. 2019. Vol. 57(1). P. 63–70.
16. Basiry M., Esehaghbeygi A. Cleaning and charging of seeds with an electrostatic separator. Applied Engineering in Agriculture. 2012. Vol. 28(1). P. 143–147. DOI: 10.13031/2013.41274
17. Bracacescu C., Gageanu I., Popescu S., Selvi K.C. Researches concerning impurities separation process from mass of cereal seeds using vibrating sieves in air flow currents. Engineering for Rural Development. Jelgava, 2016. P. 364–370.
18. Magalhaes F.G.R., Atman A.P.F., Moreira J.G., Herrmann H.J. Analysis of the velocity field of granular hopper flow. Granular Matter. 2016. Vol. 18(33). DOI: 10.1007/s10035-016-0636-y
19. Balevicius R., Kacianauskas R., Mroz Z., Sielamowicz I. Analysis and DEM simulation of granular material flow patterns in hopper models of

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		57

- different shapes. Advanced Powder Technology. 2011. Vol. 22. P. 226–235.
DOI: 10.1016/j.apr.2010.12.005
20. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V. M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. INMATEH – Agricultural Engineering. 2018. Vol. 54, №1. P. 95-104.
21. Aliev Elchin, Pryshliak Viktor, Yaropud Vitaly Research of physical and mechanical properties of oil seed crops. MOTROL: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2017. Vol. 19., № 3. P. 103-108.
22. Andersson J., Krus P., Wallace D. Multi-objective optimization of hydraulic actuation systems. Proceedings of the 2017 ASME Design Automation Conference (DETC'17). 2017. №3. P. 19-28.
23. Pirchio M., Fontanelli M., Frasconi Ch. Autonomous Mower vs. Rotary Mower: Effects on Turf Quality and Weed Control in Tall Fescue Lawn. Agronomy. 2018. Vol. 8, Is. 2. P. 15-24.
24. Алієв Е.Б., Яропуд В.М. Фізико-математичний апарат руху насіння в повітряному потоці. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. №2. С. 19-23.
25. Бакум М. В., Нікітін С. П., Сергєєва А. В. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. Харків : Харк. держ. техн. ун-т с.- г., 2003. 336 с.
26. Булгаков В.М., Адамчук В.В., Черниш О.М., Березовий М.Г., Калетнік Г.М., Яременко В.В.. Прикладна механіка: Навчальний посібник. Київ : Аграр. наука, 2016. 816 с.
27. Булгаков В.М., Пилипака С.Ф., Яропуд В.М., Захарова Т.Н., Калетнік Г.М. Плоскі вертикальні криві, що забезпечують постійні тиск і швидкість руху матеріальної точки. Вібрації в техніці та технологіях. 2014. Вип. 1, 73. С. 25-33.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		58

- 28.Войтюк Д. Г., Булгаков В. М., Кропивко С. В., Онищенко В. Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. вузів. Київ : Друк, 2005. 464 с.
29. Войтюк Д. Г., Яцун С. С., Довжик М. Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навч. посіб. Суми : Унів. кн., 2008. 543 с.
- 30.ДСТУ 46.012-2000. Техніка сільськогосподарська. Методи економічної оцінки техніки. [Чинний від 2001.02.01]. К. : Мінагрополітики України, 2000. – III, 18 с. – (Галузевий стандарт України).
- 31.Патент №120020, МПК В07В 4/02. Пневматический сепаратор для сипкого матеріалу. №а2012116693/03; заявл.: 24.04.2012; опуб. 10.09.2012. Бюл. № 25. С. 3.
32. Патент №135944, МПК В07В 4/00. Пристрій для розподілу сипких матеріалів на фракції. №u2013131485/03; заявл. 9.07.2013; опуб. 27.12.2013. Бюл. №36. С. 3.
- 33.Патент №146703, МПК А01F 12/00. Агрегат для очистки насіння. №u2014119451/13; заявл. 14.05.2014; опуб. 20.10.2014. Бюл. №29. С. 3. Патент №165721, МПК А01F 7/00. Самопересувний агрегат для обмолоту та пневмосепарації зернового вороху. №u2016115197/13; заявл. 20.04.2016; опуб. 10.11.2016. Бюл. №31. С. 3.
- 34.Пришляк В. М., Ковальчук О. В. Сільськогосподарські машини: метод. вказівки для виконання лаб. робіт студ. фак. механізації с.-г. Вінниця : ВДАУ, 2005. 44 с.
- 35.Рудницький Б.О., Антонів С.Ф., Запрута О.А. Особливості технології вирощування насіння нових та перспективних сортів бобових трав в умовах Лісостепу України. Сільське господарство та лісівництво. 2017. Вип. №7, Т. 2. С. 70-76.
- 36.Сивак І.О., Деревенько І.А., Островський А.Й. Практикум з механіки матеріалів і конструкцій : навчальний посібник.. Вінниця : ВНАУ, 2011. 144 с.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		59

- 37.Сивак Р.І., Деревенько І.А. Короткий курс теоретичної механіки. Вінниця: ТОВ «Вінницька міська друкарня», 2016. 200 с.
- 38.Солона О. В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування : Навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2019. 249 с.
- 39.Солона О.В. Статика взаємодії абсолютно твердих тіл із сипучим середовищем. Вібрації в техніці та технологіях. 2018. №3. С. 105-116
40. Солона О.В., Березовий М.Г., Черниш О.М. Алгоритми кінематичного і силового аналізу важільних механізмів з гідроприводом. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. 2012. №11. С. 383-387.
- 41.Солона О.В., Купчук І.М. Практикум з Теорії механізмів і машин : навчальний посібник. Вінниця : Друк, 2020. 250 с.
42. Спирін А.В., Котов Б.І., Зозуляк О.В. Моделювання та ідентифікація процесу сепарації дрібного вороху вібраційно-повітряними очистками зернозбирального комбайну. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2016. №4. С. 42-45.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Зміст

стор.

1. Вступ
2. Технологічна частина
3. Наукова частина
4. Охорона праці
5. Економічна частина
6. Висновки
7. Список використаної літератури
8. Додатки

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			СМА 01.002.000 СБ	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
A2		1	СМА 01.002.001.000 СБ	Варіатор	1	
		2	СМА 01.002.002.000 СБ	Корпус	1	
		3	СМА 01.002.003.000 СБ	Вал приводний	1	
				<u>Деталі</u>		
		4	СМА 01.002.303	Шків	1	
		5	СМА 01.002.405	Маточина	2	
		6	СМА 01.002.506	Тяга	1	
		7	СМА 01.002.607	Тяга	1	
		8	СМА 01.002.608	Напіввісь	1	
		9	СМА 01.002.609	Напіввісь	1	
		10	СМА 01.002.310	Шків	1	
		11				
				<u>Стандартні вироби</u>		
		12		Болт М6 х 10 ГОСТ 15589-70	18	
		13		Гайка М6 ГОСТ 5927-70	18	
		14		Шайба 5 Н ГОСТ 6402-70	18	
		15		Підшипник 80108 ГОСТ 7242-81	2	

					СМА 01.002.000			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Трепак							
Перевірів	Богатирьов							
Н. контр.	Мачок							
Затв.	Богатирьов							
					Літера		Лист	Листів
							1	2
					ЦНТУ, гр. А122М3(1.4)			

Привод транспортеру

Допущено до захисту

Зав. кафедрою СГМ

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«_____» _____ 2024р.

Графічна частина

дипломної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему «Механізація вирощування озимої пшениці з дослідженням
зерносепаратора»

на _____ аркушах формату А1 (змаштабованих на аркушах формату А4)

Здобувач вищої освіти __П__ курсу, групи АІ-22МЗ(1,4)
ОПП «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Є.О. Трепак

Керівник

_____ Д.В. Богатирьов

Нормоконтроль

_____ Ю.В. Мачок

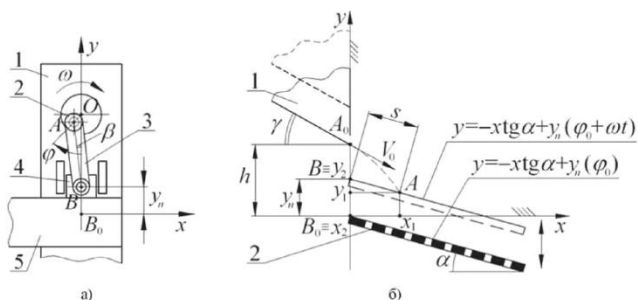
Кропивницький 2024

Операційно-технологічна карта на попередню очистку зерна

СМА 00.003 ТЧ

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа ділянки для формування бурта – 300 м ² кількість буртів – 5, довжина майданчика – 80 м, ширина – 4,5 м, висота – 1,2 м	
Агротехнічні вимоги	1. Пшениця повинна відповідати ГОСТ 10467-76. 2. Вологість повинна становити 11-14%. 3. Машина повинна видаляти крупних дрібних і легких дрібшків не менше 50%. 4. Вміст домішок не повинен перевищувати 5%. 5. Вміст подноціного зерна у відходах не повинен перевищувати 0,2%	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Очисник бороху передвигний СМ-4А. Робоча ширина захвату – 4 м, кінематична довжина агрегату – 3,72 м, висота агрегату – 2,75 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний ТО агрегату; 2. Перевернути натяг пасів та ланцюгів; 3. Перевернути справність заземлення та надійність кріплення решітних сталей.	Схема руху одного циклу
Підготовка буртів, робота машини, швидкість руху	Перед початком роботи формують бурти зерна, прибирають перешкоди. Оптимальна ширина бурта – 4,5 м, кількість буртів – 5 (довжина по 80 м, висота 1,2 м). Спосіб руху командований. Робоча швидкість – 0,223 м/хв. = 0,014 км/год.	
Показники організації процесу	1. Продуктивність за цикл – 186,8 т. 2. Тривалість циклу – 521 хв. 3. Зміна продуктивності агрегату – 200 т. 4. Кількість циклів за зміну – 0,75. 5. Витрати електроенергії – 11,1 кВт. 6. Витрати електроенергії за зміну – 120,3 кВт.	
Контроль за якістю	Перевірку якості сепарації проводити на ручному класификаторі.	

L – довжина гонів
Lp – робоча довжина загінки
E – ширина поворотної смуги
Br – ширина захвату агрегату,
R – радіус повороту агрегату



а) – схема до визначення кінематичних параметрів ексцентрика (1 – опора платформи; 2 – ексцентрик; 3 – шатун; 4 – повзунок; 5 – платформа сепаратора); б) – схема до визначення координат точки падіння частинки сипкого матеріалу на решето (1 – бункер; 2 – плоске решето)

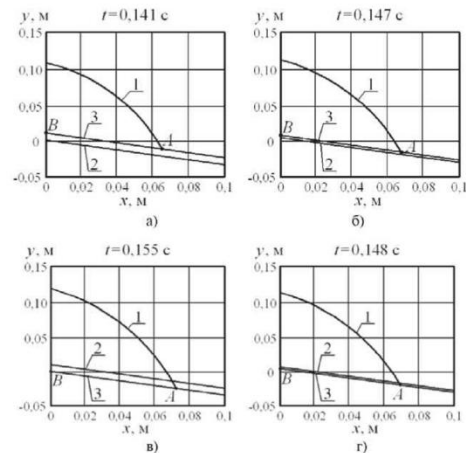
Рис. 1. Схеми для проведення моделювання

Система рівнянь

$$\begin{cases} x = V_0 t \cos \gamma; \\ y = -\frac{gt^2}{2} - V_0 t \sin \gamma + h + r \left(1 - \cos \varphi_0 + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\varphi_0) \right); \\ y = -xtg\alpha + r \left(1 - \cos(\varphi_0 + \omega t) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos(2(\varphi_0 + \omega t))) \right). \end{cases}$$

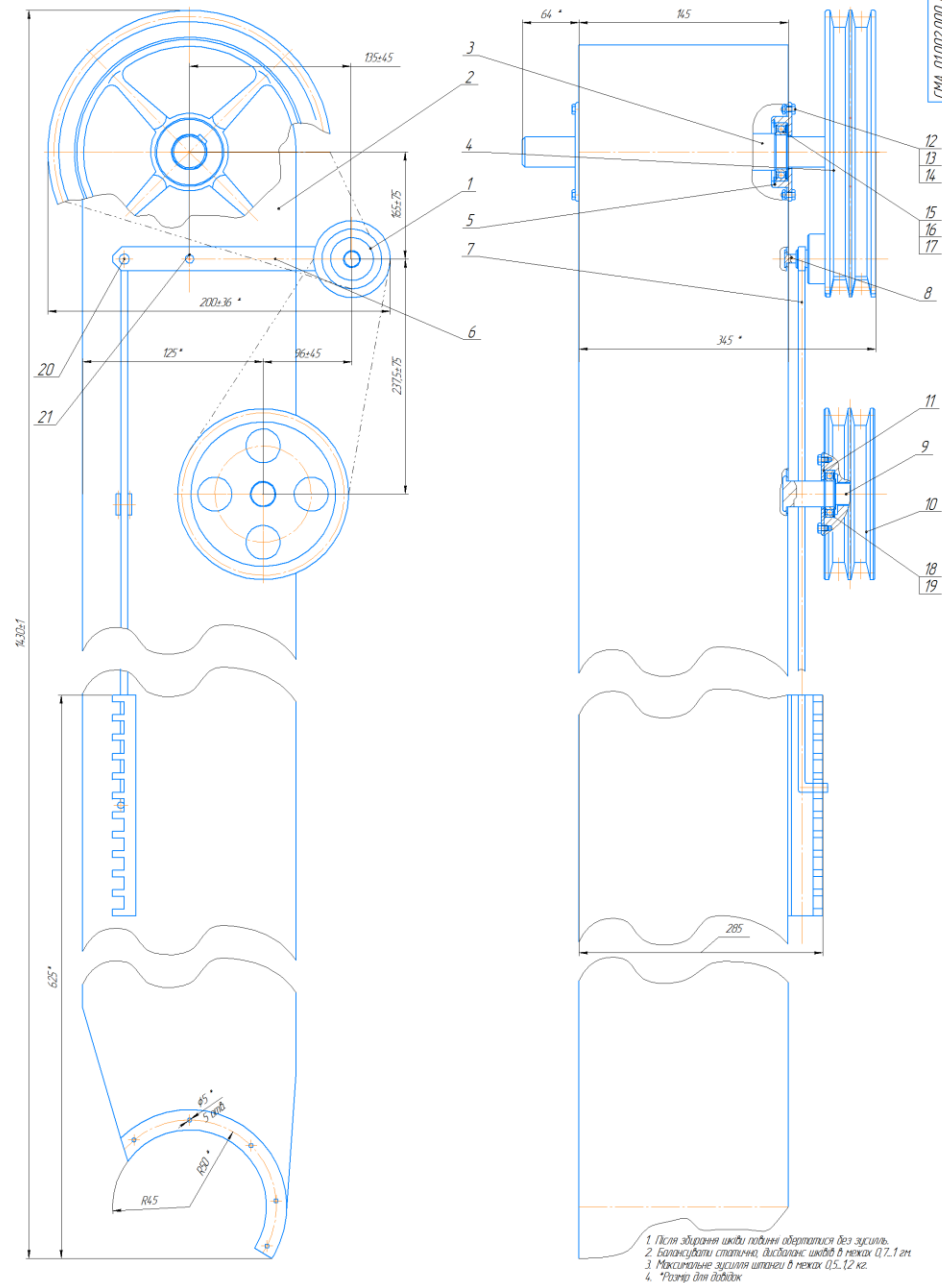
Результати числового моделювання падчі зерна на рухоме решето з бункера очисної машини

Параметри, що визначають умови та результати моделювання			
$\omega = 20 \text{ рад/с}$			
$\varphi_0 = 0 \text{ рад.}$ $t = 0,141 \text{ с}$ $\varphi(t) = 2,82 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,066 \text{ м}$ $y_1 = -0,012 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,0097 \text{ м}$ $s = 0,069 \text{ м}$	$\varphi_0 = \pi/2 \text{ рад.}$ $t = 0,147 \text{ с}$ $\varphi(t) = 2,94 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,069 \text{ м}$ $y_1 = -0,016 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,0061 \text{ м}$ $s = 0,072 \text{ м}$	$\varphi_0 = \pi \text{ рад.}$ $t = 0,155 \text{ с}$ $\varphi(t) = 3,1 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,073 \text{ м}$ $y_1 = -0,024 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,000004 \text{ м}$ $s = 0,077 \text{ м}$	$\varphi_0 = 3\pi/2 \text{ рад.}$ $t = 0,148 \text{ с}$ $\varphi(t) = 2,96 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,07 \text{ м}$ $y_1 = -0,018 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,0042 \text{ м}$ $s = 0,073 \text{ м}$
$\omega = 40 \text{ рад/с}$			
$\varphi_0 = 0 \text{ рад.}$ $t = 0,148 \text{ с}$ $\varphi(t) = 5,92 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,069 \text{ м}$ $y_1 = -0,022 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,001 \text{ м}$ $s = 0,073 \text{ м}$	$\varphi_0 = \pi/2 \text{ рад.}$ $t = 0,149 \text{ с}$ $\varphi(t) = 5,96 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,07 \text{ м}$ $y_1 = -0,019 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,0031 \text{ м}$ $s = 0,073 \text{ м}$	$\varphi_0 = \pi \text{ рад.}$ $t = 0,148 \text{ с}$ $\varphi(t) = 5,92 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,07 \text{ м}$ $y_1 = -0,013 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,0099 \text{ м}$ $s = 0,074 \text{ м}$	$\varphi_0 = 3\pi/2 \text{ рад.}$ $t = 0,147 \text{ с}$ $\varphi(t) = 5,88 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,069 \text{ м}$ $y_1 = -0,015 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,0068 \text{ м}$ $s = 0,072 \text{ м}$
$\omega = 60 \text{ рад/с}$			
$\varphi_0 = 0 \text{ рад.}$ $t = 0,142 \text{ с}$ $\varphi(t) = 8,52 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,067 \text{ м}$ $y_1 = -0,013 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,0079 \text{ м}$ $s = 0,07 \text{ м}$	$\varphi_0 = \pi/2 \text{ рад.}$ $t = 0,146 \text{ с}$ $\varphi(t) = 8,76 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,068 \text{ м}$ $y_1 = -0,014 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,0079 \text{ м}$ $s = 0,071 \text{ м}$	$\varphi_0 = \pi \text{ рад.}$ $t = 0,155 \text{ с}$ $\varphi(t) = 9,3 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,073 \text{ м}$ $y_1 = -0,024 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,00004 \text{ м}$ $s = 0,077 \text{ м}$	$\varphi_0 = 3\pi/2 \text{ рад.}$ $t = 0,149 \text{ с}$ $\varphi(t) = 8,94 \text{ рад.}$ $x_1 = 0,07 \text{ м}$ $y_1 = -0,02 \text{ м}$ $x_2 = 0 \text{ м}$ $y_2 = 0,0025 \text{ м}$ $s = 0,074 \text{ м}$



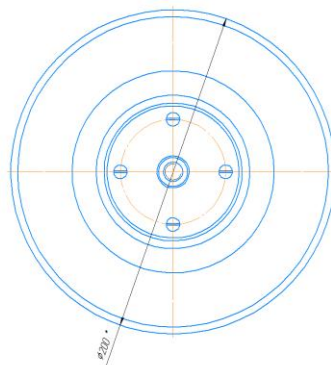
а) – $\varphi_0 = 0 \text{ рад.}$; б) – $\varphi_0 = \pi/2 \text{ рад.}$; в) – $\varphi_0 = \pi \text{ рад.}$; г) – $\varphi_0 = 3\pi/2 \text{ рад.}$
1 – траєкторія падіння частинки матеріалу; 2 – пряма, що визначає початкове положення решета;
3 – пряма, що визначає положення решета в момент падіння на нього частинки матеріалу

Рис. 2. Результати числового моделювання

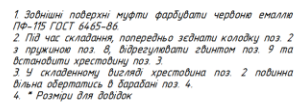


СМА 01002.000.05

СМА 01002.000.05			
Исполн.	М.Иванов	Дата	2020.05.10
Провер.	И.Иванов	Дата	2020.05.10
Дизайн	И.Иванов	Дата	2020.05.10
Констру.	И.Иванов	Дата	2020.05.10
Монтаж	И.Иванов	Дата	2020.05.10
Эксп.	И.Иванов	Дата	2020.05.10
Приход транспорта			
Акт	445	Получено	21
Акт	1	Акт	1
ЦНТЗ, г.р. А123456789			
Версия: 1.1			



CMA 01.002.001.000 C5

[illegible]

1. Передавальний момент, Нм	-36,9
2. Номінальна частота обертання, хб^{-1}	-1430
3. Частота обертання на спрацювання, хб^{-1}	-1001

				СМА 00.030.070 СБ			
				Муфта відцентрова			
				-			
				ЦНТУ, ар. А12М31А			

