

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

Механізація вирощування ячменю з обґрунтуванням параметрів
інерційної пневматичної зерноочисної машини

Виконав здобувач вищої освіти VI курсу,
групи AI-19M(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Ткаченко Олексій Володимирович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____ Дмитро ПЕТРЕНКО

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент

[illegible]

[illegible]

Зміст

Номер розділу	Структурна одиниця і розділ	Сторінка
1	Вступ	
2	Технологічна частина	
3	Наукова частина	
4	Охорона праці	
5	Економічна частина	
6	Висновок	
-	Список використаної літератури	
-	Додатки	

1. Вступ

Агропромислове виробництво в Україні в останні роки нарощує потужності – зростають площі під посівами, використовуються високоврожайні сорти культур та новітні агротехніки виробництва продукції. З метою одержання високих врожаїв культур повинна застосовуватись інтенсивна технологія їх вирощування, яка включає систему науково обґрунтованих, економічно ефективних взаємозв'язаних способів технологічних операцій та прийомів з виконанням їх сучасною технікою.

Але здавалося б позитивний результат породив проблему отримання аграріями необхідного прибутку, оскільки велика пропозиція породжує низьку ціну, особливо в період збирання врожаю. На перший план в цьому випадку виходить необхідність збереження з мінімальними питомими витратами зібраного врожаю до періоду, коли запропонована ціна задовольнить виробника. Все це вимагає створення зернових комплексів елеваторного типу з метою доведення продукції до базисних кондицій по чистоті і вологості та її тривалого збереження.

Тривалість та якість зберігання зернових культур залежить, в тому числі, і від якісно і вчасно проведеної післязбиральної обробки на зерноочисних машинах. Серед найбільш популярних агротехнічних операцій по очищенню і сортуванню зерна є розділення на решетах за розмірами та за аеродинамічними властивостями повітряним потоком. Також останнім часом набувають популярності зерноочисні машини, які розділяють зерновий матеріал за кольором. Але, оскільки вони мають низьку питому продуктивність, їх використання обмежується операціями вторинного очищення та сортування.

В даній магістерській роботі зроблено спробу вдосконалити агротехніку виробництва ярого ячменю з науковим обґрунтуванням ефективності його післязбирального обробітку.

					ІІЗМ 00.000 ІІЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Механізація вирощування ячменю з обґрунтуванням параметрів інерційної пневматичної зерноочисної машини				Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Ткаченко										
Перевір.	Петренко										
Н.контр	Осіпов								ЦНТУ, гр. АІ-19М(1,4)		
Затвер.	Свірень										

2. Технологічна частина

2.1. Обґрунтування технології вирощування ячменю ярого

Традиційно ячмінь використовують в Україні для продовольчих, кормових й технічних потреб. Проте найбільша частка використання припадає на кормові цілі як цінну зернофуражну культуру.

Багаторічні дослідження [1, 2, 3] показали, що ячмінь характеризується малоконкурентністю до бур'янів, а тому потребує чистих від бур'янів полів та удобрених попередників. Кращими попередниками, при вирощуванні для продовольчих і кормових цілей, рекомендовано обрати зернобобові культури [1, 2]. Негативні попередники – колосові (можливе ураження кореневими гнилями й іншими хворобами), соняшник і суданка (значне висушування ґрунту та засмічення падалицею) [1].

Середньостатистична урожайність ярого ячменю для умов північного Степу становить 3,5-4,7 т/га [4] за достатньої кількості вологи, при цьому потенційна врожайність може досягати 5,0-6,0 т/га [2, 4].

Одним з ключових факторів, що дозволяють запрограмувати одержання високих урожаїв ячменю – дотримання системи обробітку ґрунту, залежно від родючості ґрунтів, кліматичних та погодних умов (забезпеченість теплом, вологою в найбільш відповідальні фази розвитку рослин). В агротехніці вирощування ячменю використовують традиційну для зернових колосових культур систему обробітку полів – основний (зяблевий) та передпосівний обробітки.

Залежно від попередників застосовують [1-3]:

– після зернобобових культур та кукурудзи застосовують лущення дисковими знаряддями у два сліди; через 12-14 днів, після з'явлення сходів бур'янів, проводять оранку на глибину 20-25 см.;

– після коренеплодів (цукровий буряк, картопля) одразу проводиться оранка на глибину 20-22 см.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В умовах ризикованого землеробства рекомендовано використовувати безполицевий основний обробіток плоскорізами-глибокорозпушувачами або чизелями [3, 5].

Передпосівний обробіток ґрунту при вирощуванні ячменю ярого передбачає ранньовесняне боронування (в 1-2 сліди) при досягненні фізичної стиглості ґрунту, далі, через 3-4 дні, проводиться передпосівна культивация з боронуванням комбінованими знаряддями [1, 2, 5].

Однією з особливостей ячменю є його чутливість до системи удобрення, про що свідчить наростання біомаси та збільшення кустистості при раціонально підібраній системі удобрення. При цьому, як і для інших колосових культур, характерним є раннє вилягання посівів при високому рівні живлення [2-5].

Органічні добрива рекомендовано вносити під попередник, оскільки ячмінь добре використовує їх післядію. А безпосередньо під ячмінь слід вносити лише мінеральні добрива [2, 4, 5].

Так, за результатами досліджень [2] при вирощуванні ячменю на фоні післядії гною (30 т/га) отримано підвищення урожайності на 0,66-0,92 т/га; при цьому застосування міндобрів в основне внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ – підвищило показник на 0,92-1,55 т/га; а внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 1,20-1,77 т/

Іншими дослідженнями [4] встановлено, що в умовах північного Степу внесення $N_{10}P_{10}K_{10}$ дало приріст урожайності (порівняно з контролем) на рівні 0,32–0,63 т/га (8,4–17,0%), $N_{40}P_{40}K_{40}$ – в межах 0,66–0,95 т/га (17,4–25,8 %).

До системи посіву ячменю також пред'являються жорсткі умови. Насіння ячменю повинно відповідати вимогам Держстандарту [7], а саме повинно бути відсортованим, очищеним, а також насінням високих репродукцій. Перед сівбою насіння ячменю рекомендовано обробити протруйниками, що убезпечують його від сажок, кореневої гнилі, пліснявіння та ін. [1-3, 6].

Традиційними способами посіву ячменю, як і інших колосових культур, є вузькорядний або звичайним рядковий способи із міжряддями 15 см у ранні строки. Оптимальними строками посіву є досягнення ґрунтом фізичної стиглості

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за можливості проведення якісного обробітку. Зміщення строків сівби на більш пізній період призводить до втрати урожайності, оскільки відбуваються втрати вологи ґрунтом, зростає пошкодження шкідниками, а також зменшується товарна якість зерна [1-3].

Найбільш раціональними на полях із високим агрофоном є наступні показники висіву: норма висіву 4,5 млн. шт. схожих насінин на 1 га., глибина загортання – 5-6 см.

Серед обов'язкових операцій – післяпосівне прикочування ґрунту кільчасто-шпоровими котками, що дозволяє закрити вологу, при цьому зменшується висихання ґрунту та прискорюється проростання насіння. Ці агротехнічні заходи сприяють появі дружніх сходів [1-3, 6].

Післясходовий догляд за посівами ячменю ярого передбачає застосування інтегрованої системи захисту від хвороб, шкідників та бур'янів відповідними препаратами (у відповідності до Переліку пестицидів, що дозволені в Україні) [1, 8]. Так захист від пошкодження злаковими мухами (фаза сходів) передбачає проведення крайової, а за потреби – суцільної обробки посівів інсектицидами [1, 8].

Фаза кущення характерна сильним засміченням бур'янами, тому рекомендовано обробляти посіви гербіцидами згідно рекомендацій [1-3, 8].

Ячмінь уразливий до хвороб: сажка (летюча, тверда, чорна), іржа (жовта, стеблова карликова), а також гельмінтоспоріоз, плямистості (смугаста та сітчаста), ринкоспоріоз, гниль [1-3].

Сажкові хвороби попереджують шляхом протруювання насіння перед посівом. Хвороби листків і стебел (борошнисту росу, різноманіття іржі, гельмінтоспоріоз, різноманіття плямистості) контролюють під час вегетації і для запобігання поширенню посіви обробляють фунгіцидами [1-3, 8].

Збирання ячменю проводять фазі воскової стиглості шляхом прямого комбайнування (вологість зерна 14-17%). При наявності забур'яненості або полеглості посівів високорослих сортів збирання виконують роздільним

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

способом, тобто скошують масу у валки за вологості зерна 30-38%. Надалі валки повинні добре провітритись, тому ріжучий апарат жатки комбайна налаштовують на зріз стерні заввишки 12-15 см [1-3, 6]. Після просихання валків, одразу ж починають обмолот (вологість зерна повинна становити 15-16%) [1-3, 6].

Для використання насіння ячменю, як для продовольчих потреб, так і в якості посівмату, необхідно очистити його від сторонніх домішок і довести до відповідних кондицій (вимог), як за чистотою, так і за вологістю [1-3, 6].

Товарна цінність насіння забезпечується очищенням його від сторонніх домішок та доведенням до необхідної вологості. Це також дозволяє зменшити його втрати під час зберігання [9, 10].

Залежно від термінів зберігання насіння та його призначення регламентовано проведення попередньої, первинної і вторинної очистки зернового матеріалу.

Згідно ДСТУ 2240-93 [7] зерновий матеріал колосових культур, що надходить на післязбиральну обробку, містить насіння основної культури, насіння інших культур, бур'янів, біологічні рештки комах, рослинні рештки, мінеральні та металеві включення.

Задача попередньої очистки вороху – виділення з його складу більшої частини крупних та вологих домішок, зменшення загальної вологості та підготовка до тимчасового зберігання і до наступної – первинної обробки, а за потреби – до сушіння.

Вимоги до очищення за видами:

- якість очищення попереднього, не менше – 0,5;
- якість очищення первинного, не менше – 0,6...0,7;
- чистота очищеного матеріалу при вторинній обробці, не менше – 99,5 %
- втрати повноцінного зерна, не більше – 2%.

Зважаючи на проведений аналіз існуючих агротехнологічних особливостей вирощування ярого ячменю в умовах північного Степу, запропонована

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічна карта (рис. 2.1). Відповідні розрахунки параметрів технологічних процесів проведені згідно рекомендацій [11].

2.2. Складання плану післязбиральної обробки ячменю на току

Таблиця 2.1

Відомості про кількісні і якісні характеристики вороху

Культура	Займана площа, га	Врожайність, т/га	Дата початку збирання	Цільове призначення зерна	Якість зернового вороху [7] %		
					вологість	смітна домішка	зернова домішка
Ячмінь	100	3,5	2.08	Насіннєве	19	6	16

Організацію післязбиральної обробки проводимо згідно наявної матеріально-технічної бази по збиранню і післяжнивній обробці зернових культур (табл. 2.2).

1. Тривалість збирання $t_{зб}$ становитиме:

$$t_{зб} = \frac{S}{\mathcal{C}_к \cdot \mathcal{P}_р}, \text{ діб}$$

де S – площа збирання, га;

$\mathcal{C}_к$ – кількість комбайнів, шт.;

$\mathcal{P}_р$ – добова продуктивність одного комбайна, га/доб.

$$t_{зб} = \frac{100}{1 \cdot 16,6} = 6 \text{ діб.}$$

2. Визначаємо добове надходження матеріалу на обробку $m_{вор}$:

$$m_{вор} = \mathcal{C}_к \cdot \mathcal{P}_р \cdot \mathcal{Y}_р, \text{ т}$$

де $\mathcal{Y}_р$ – запланована врожайність, т/га.

$$m_{вор} = 1 \cdot 16,6 \cdot 3,5 = 58 \text{ т/доб.}$$

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Культивація	Ячмінь ярий	Норма висіву, кг/га	230	Пропрацювання, л/га (Валдайск – 200)	2,5	Валдайск, ц/га	
Сорт		Всього насіння, т	23	І гербіцид, л/га (Гарма)	0,5	3500	
Попередник	Кукурудза на зерно	Система удобрення	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	Агросуперфосфат	10 т/га + 10 т/га	зерна	
Площа, га	100	Всього гектарів, т	6,25			соломи	

№	Найменування робіт	Об'єм робіт		Склад агрегату		Обслуговуваний персонал						Норма виробничості	Кількість нормозмін	Витрати праці, год. *200		Оплата праці по тарифу, грн.		Площа			Разом витрати на одиницю праці, грн.	Всього витрат, грн.		
		у ф.з. од.	в год. од.	тракторів	с-2, машин	Механізатори			Доп. робітники					механізатори	інші	на об'їзди	на об'їзди	на об'їзди	на об'їзди	на об'їзди				
						кількість	розряд	розряд/га	кількість	розряд	розряд/га												кількість	розряд
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	Внесення добрив	20	100	44,8	Т-150Ж	10П-10	1	V	2,43				26,8	3,7	29,9		24,33		24,33	5,8	580	10440	10683,3	
2	Оранка	20	100	216	М-84-80	10П-5-35	1	VI	12,42				6,1	16,4	13,11		12,42		12,42	11,4	1140	31320	32652	
3	Ранньосівне борошення	20	100	15,5	М-84-80	БЗСТ-1	1	V	0,77				85,2	12	9,4		76,5		76,5	15	150	2700	2776,5	
4	Передпосівна культивация	20	100	43,7	М-84-80	МЛ-84Ж Excel	1	V	2,16				30,2	3,3	26,5		245,9		245,9	4,5	450	8000	8375,9	
5	Пропильвання насіння	т	23		ПС-10		1	V	4,89				10	2,3	18,4		112,5		112,5		184	3312	3424,5	
6	Навантаження насіння і добрив	т	23	1,38	ЮМЗ-64П	New Holland LM732	1	IV	0,95	1	III	0,65	60	0,4	2,3	3,1	218	15	36,8	2,7	14	252	288,8	
7	Транспортування насіння і добрив	т	29,25		ГАЗ-53		1	5,92					16,6	7,6	45,6		45,6		45,6	105	24	432	477,6	
8	Посів з внесенням добрив	20	100	44,8	МТЗ-82	ASTRA NIVA 544-06	1	V	5,22	2	III	3,14	12,5	8	64	128	521,6	627	1148,8	4,9	490	8820	9968,8	
9	Прокучування посівів	20	100	112	МТЗ-82	ЗКШ-6	1	II	0,92				50	2	16		91,7		91,7	19	190	3420	3511,7	
10	Транспортування добрив і опудирювачів	т	40		ГАЗ-53		1	5,92					16,6	19	11,3		27,1		27,1		25	450	477,1	
11	Внесення гербіцидів	20	100	7,92	Аграте AS 1010		1	VI	1,07	1	III	0,55	53	1,9	11,3	11	107,2	55,5	162,7	105	105	1890	2052,7	
12	Збирання врожаю	20	100	80,5	МФ 7274 Cerega		2	VI	4,56				16,6	6	96,4		912,8		912,8	7,8	780	14040	14952,8	
13	Транспортування зерна	т	388,5		КАМАЗ-6520		1	5,92					16,6	11,8	70,8		169,2		169,2		291	5238	5407,2	
14	Попереднє очищення	т	388,5		ЗАВ-20		1	V	1,94	2	III	1,01	39	10	79,7	159	754,7	781	1553,7			797	868,73	2404,43
15	Перфінне очищення	т	350		Вектус-Грант		1	V	1,46	2	III	0,75	40	6,7	53,8	108	713,2	527	1240,3	3,6	538	5864,2	1826,72	
	Разом		466												666	409	5255	2006	7261		4840	87120	94381	

Рисунок 2.1 – Розроблена технологічна карта вирощування ячменю

Таблиця 2.2

Матеріально-технічне забезпечення збирання та післяжнивної обробки
ячменю

Назва і марка машини	Операція	Норма виробітку (паспортна)		К-ть машин, шт.	Загальна добова продуктивність, т/зм.
		т/год.	т/зм.		
1	2	3	4	5	6
Зернозбиральний комбайн MF 7274 Cerea	Збирання	5,35	53,5	1	53,5
ЗАВ-20	Попереднє очищення	40	400	1	400
Сушарка шахтна «Петкус»	Сушка	4***	80***	1	80***
Зерноочисна машина «Пектус-Гігант»	Первинне очищення	40	400	1	400
ІПЗМ	Вторинне очищення	2,5	25	2	50
Бункери активного вентилування ОБВ- 160	Тимчасова консервація	—	160**	2	320**

** – місткість, т.

*** – продуктивність, пл. т.

3. Добову продуктивність післязбиральної обробки визначимо з врахуванням тривалості кожної операції, зміни маси зерноматеріалу після її виконання. Також необхідно визначити операцію, яка обмежує добову продуктивність всієї системи обробки.

Тривалість попереднього очищення ячменю становить:

$$t_{овп} = \frac{m_{вop}}{P_e} K_n$$

де P_e – продуктивність зерноочисної машини (змінного часу), т/год.;

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_n – коефіцієнт використання робочого часу, $K_n = 0,8$.

$$t_{овп} = \frac{58}{27,4 \cdot 0,8} = 2,6 \text{ год.}$$

Змінна (експлуатаційна) продуктивність становить:

$$\Pi_e = \Pi_n \cdot K_e \cdot K_1 \cdot K_2$$

де Π_n – паспортна продуктивність, т/доб.;

K_e – коефіцієнт технологічних особливостей культури, для ячменю становить $K_e = 0,7$;

K_1 і K_2 – коефіцієнти врахування вологості і засміченості зернової маси, відповідно, $K_1 = 1$, $K_2 = 0,98$.

$$\Pi_e = 40 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,98 = 27,4 \text{ т/год.}$$

4. Для післязбиральної обробки зернового вороху характерним є виділення домішок та втрати повноцінного зерна у відходах. Ці показники регламентовані агровимогами і, відповідно, для попереднього очищення становлять – якість очищення не менше 50%, чіткість сепарації не більше 2%. Згідно цього, зменшення початкової маси при попередньому очищенні становить, т:

$$M_{нОБС} = m_{\Sigma \text{вор}} - \left(m_{\text{дом}} \cdot \frac{\%_{\text{н дом}}}{100} + m_{\text{зерн}} \cdot \frac{\%_{\text{н зерн}}}{100} \right),$$

де $m_{\Sigma \text{вор}}$ – загальна маса зернового вороху, що поступила на обробку, з врахуванням домішок $m_{\Sigma \text{вор}} = 60$ т;

$m_{\text{дом}}$ – масова доля домішок у воросі, т;

$$m_{\text{дом}} = m_{\Sigma \text{вор}} \cdot \frac{\%_{\text{дом}}}{100} = 60 \cdot \frac{10}{100} = 6,0 \text{ т.}$$

$\%_{\text{дом}}$ – процент засміченості початкового матеріалу, %;

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$m_{\text{зерн}}$ – масова доля зерна в початковому матеріалі,

$$m_{\text{зерн}} = m_{\Sigma \text{вор}} - m_{\text{дом}} = 60 - 6 = 54 \text{ т.};$$

$\%_{\text{пзерн}}$ – процент втраченого зерна, %;

$$M_{\text{нОВС}} = 60 - \left(6 \cdot \frac{50}{100} + 54 \cdot \frac{2}{100} \right) = 55,92 \text{ т.}$$

Втрата вологості після попередньої обробки становитиме

$$W_{\text{нОВС}} = W_{\text{вор}} - \frac{m_{\text{ндо.м}} \cdot W_{\text{до.м}}}{M_{\text{нОВС}}}$$

де $W_{\text{вор}}$ – вологість вороху після збирання, %;

$m_{\text{ндо.м}}$ – вміст домішок після попереднього очищення, т;

$W_{\text{до.м}}$ – вологість домішок, %.

$$W_{\text{нОВС}} = 18 - \frac{3 \cdot 40}{55,92} = 15,8 \text{ \%}.$$

Тривалість сушіння становитиме:

$$t_c = \frac{M_{\text{нОВС}}}{\Pi_n \cdot K_{\text{нр}}}$$

де Π_n – продуктивність сушарки (паспортна), т/год;

$K_{\text{нр}} = 0,8$ – коефіцієнт використання змінного часу.

$$t_c = \frac{55,92}{4 \cdot 0,8} = 17,5 \text{ год.}$$

Маса зерноматеріалу після сушіння

$$m_{c2} = M_{\text{нОВС}} \frac{100 - W_{\text{нОВС}}}{100 - W_{\text{суш}}}$$

де $W_{\text{суш}}$ – вологість після сушіння, %.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{c2} = 55,92 \frac{100 - 15,8}{100 - 12} = 53,5 \text{ т.}$$

Первинне очищення зерноsumіші триватиме:

$$t_{no} = \frac{m_{c2}}{P_{eno} \cdot K_{nno}}$$

де P_{eno} – продуктивність ЗОМ «Петкус-Гігант» (експлуатаційна) на первинному очищенні, т/год;

$$P_{eno} = P_n \cdot K_e \cdot K_w \cdot K_{dom}$$

де P_n – паспортна продуктивність машини, т/год;

K_e – коефіцієнт (врахування особливостей зерноsumіші), $K_e = 0,7$;

K_w – коефіцієнт (врахування вологості зерна після сушіння) $K_w = 1$;

K_{dom} – коефіцієнт (врахування засміченості при первинному очищенні),
 $K_{dom} = 0,82$.

$$P_{eno} = 40 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,82 = 23 \text{ т/год.};$$

K_{nno} – коефіцієнт використання робочого часу, для первинного очищення
 $K_{nno} = 0,74$.

$$t_{no} = \frac{53,5}{23 \cdot 0,74} = 3,1 \text{ год.}$$

Після первинного очищення маса зернового матеріалу становитиме:

$$M_{no} = m_{c2} - \left(m_{ndom} \cdot \frac{\%_{ndom}}{100} + m_{nzern} \cdot \frac{\%_{nzern}}{100} \right)$$

де m_{ndom} – маса домішок, що залишилась після попередньої обробки, т;

$$m_{ndom} = m_{dom} \cdot \frac{\%_{ndom}}{100} = 6 \cdot \frac{50}{100} = 3,0 \text{ т.}$$

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\%_{\text{подом}}$ – процент домішок, які необхідно видалити при первинній обробці,%;

$m_{\text{зерн}}$ – маса зерна після попередньої обробки,

$$m_{\text{зерн}} = m_{\text{с2}} - m_{\text{подом}} = 53,5 - 3 = 50,5 \text{ т.};$$

$\%_{\text{позерн}}$ – ліміт втраченого зерна при первинній обробці,%;

Зменшення маси визначимо згідно максимально-мінімальних вимог до первинної обробки, що становлять 60,0% видалення домішок та не більше 2% втрати зерна. Таким чином:

$$M_{\text{но}} = 53,5 - \left(3 \cdot \frac{60}{100} + 50,5 \cdot \frac{2}{100} \right) = 50,69 \text{ т.}$$

Тривалість вторинного очищення становитиме:

$$t_{\text{вт}} = \frac{M_{\text{но}}}{\Pi_{\text{евт}} \cdot K_{\text{нвт}}}$$

де $\Pi_{\text{евт}}$ – експлуатаційна продуктивність інерційної пневматичної зерноочисної машини (ІПЗМ) при вторинній обробці, т/год, яку визначаємо аналогічно до попередніх розрахунків

$$\Pi_{\text{евт}} = \Pi_{\text{н}} \cdot K_{\text{е}} \cdot K_{\text{W}} \cdot K_{\text{домвт}},$$

$$\Pi_{\text{ено}} = 2,5 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1,7 \text{ т/год.};$$

де $K_{\text{домвт}}$ – коефіцієнт, що враховує засміченість зернового матеріалу після попередніх обробіток,

$$K_{\text{домвт}} = 1 - \frac{m_{\text{дом}} - \left(m_{\text{дом}} \cdot \frac{\%_{\text{подом}}}{100} + m_{\text{подом}} \cdot \frac{\%_{\text{подом}}}{100} \right)}{M_{\text{но}}},$$

$$K_{\text{домвт}} = 1 - \frac{6 - \left(6 \cdot \frac{50}{100} + 3 \cdot \frac{60}{100} \right)}{50,69} = 1 - \frac{1,2}{50,69} = 0,97;$$

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{нет}$ – коефіцієнт використання робочого часу, для вторинного очищення
 $K_{нет} = 0,74$.

$$t_{вт} = \frac{50,69}{1,7} \cdot 0,74 = 22 \text{ год.}$$

З врахуванням проведення операції вторинного очищення, маса матеріалу після обробки становитиме:

$$M_{вт} = M_{по} - \left(m_{подом} \cdot \frac{\%_{втдом}}{100} + m_{позерн} \cdot \frac{\%_{втзерн}}{100} \right)$$

де $m_{подом}$ – маса домішок після первинної обробки, т;

$$m_{подом} = m_{подом} \cdot \frac{\%_{подом}}{100} = 3 \cdot \frac{60}{100} = 1,8 \text{ т.}$$

$\%_{втдом}$ – процент домішок, який необхідно видалити при проведенні вторинної очистки,%;

$m_{позерн}$ – масова доля насіння ячменю після первинного очищення,

$$m_{позерн} = M_{по} - m_{подом} = 50,69 - 1,8 = 48,89 \text{ т.};$$

$\%_{позерн}$ – чіткість сепарації (процент втраченого зерна) при первинному очищенні,%;

Відповідно до агровиимог необхідно видалити при вторинному очищенні 80,0% домішок та втрати насіння ячменю не повинні перевищувати 2%. Таким чином:

$$M_{вт} = 50,69 - \left(1,8 \cdot \frac{80}{100} + 48,89 \cdot \frac{2}{100} \right) = 48,3 \text{ т.}$$

Якість проведення післязбиральної обробки запропонованим комплексом машин повинна становити не менше

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = \left(1 - \frac{m_{\text{втдом}}}{m_{\text{дом}}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{0,36}{6}\right) \cdot 100 = 94\%,$$

де $m_{\text{втдом}}$ – масове видалення домішок після вторинного очищення, т;

$$m_{\text{втдом}} = m_{\text{подом}} - m_{\text{подом}} \cdot \frac{\%_{\text{втдом}}}{100} = 1,8 - 1,8 \frac{80}{100} = 0,36 \text{ т.}$$

Таблиця 2.3 – Зведені технологічні дані процесу післязбиральної обробки насіння ячменю ярого

Назва операції	Маса матеріалу до обробки, т	Зменшення маси				Маса після обробки, т
		всього		в т.ч. за рахунок		
		%	т	Видалені домішки	Втрати зерна основної культури	
Попередня очистка	60	6,8	4,08	3	1,08	55,92
Сушіння	55,92	4,3	2,42	-	-	53,5
Первинне очищення	53,5	5,2	2,81	1,2	1,01	50,69
Вторинне очищення	50,69	4,7	2,42	1,44	0,98	48,3

Проведені розрахунки технологічних операцій післязбиральної обробки дозволяють визначити: 1. Обмежуючим технологічним процесом післязбиральної обробки ячменю є вторинне очищення; 2. З метою відповідності агротехнічним вимогам необхідна якість очищення зернової суміші ячменю від домішок повинна становити не менше 94 %, при цьому втрати зерна не повинні перевищувати 2% початкової кількості.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Аналіз літературних джерел та вивчення досвіду передових підприємств області дозволили розробити та обґрунтувати інтенсивну технологію вирощування ярого ячменю на базі заданого господарства, що забезпечить в умовах ризикованого землеробства отримати врожайності 3,5 т/га, що в середньому перевищує середньостатистичні показники по регіону на 6%.

У відповідності до завдання, обґрунтовано склад і режим роботи технологічної лінії післязбирального очищення насіння ячменю на току господарства, зокрема визначено необхідну кількість технологічного обладнання, враховуючи агрокліматичні умови і матеріально-технічне забезпечення виробництва. З метою оптимізації технологічного процесу післяжнивної обробки, а також доведення матеріалу до базисних кондицій згідно ДСТУ в якомога стислі строки запропоновано:

- підвищення продуктивності сушарки;
- підвищення продуктивності і якості роботи вторинної очистки.

Лінія вторинної очистки представлена пневмосортувальними машинами, які мають ряд недоліків [9, 10]. Тому задачею подальших досліджень магістерської роботи є пошук шляхів подолання існуючих недоліків машин для вторинної обробки зернових сумішей.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Наукова частина

Після збирання на обробку зазвичай надходить неоднорідна за складом зернова суміш, яка містить домішки інших культур, смітні домішки, органічні та мінеральні включення. Крім засміченості, наявність домішок, особливо смітних негативно впливає на вологість зернового матеріалу, збільшує його втрати внаслідок самозігрівання, пліснявіння та ін., а також знижує продуктивність технологічного обладнання по післязбиральному очищенню.

Процес очищення виконують за допомогою зерноочисних систем різної конструкції, робота яких ґрунтується на різниці в розмірах, формі, густині та аеродинамічних властивостях насіння й домішок.

Метою роботи є підвищення ефективності сепарації зернових сумішей шляхом обґрунтування параметрів зерноочисної системи для проведення вторинного очищення за комплексом фізико-механічних властивостей.

Досягнення мети досягається вирішенням наступних задач.

1. Обґрунтувати принципову схему нової зерноочисної системи для очищення зерна, враховуючи переваги та недоліки існуючих конструкцій;
2. Обґрунтувати параметри і режими роботи нової системи з врахуванням агротехнічних вимог;
3. Дослідити експлуатаційні показники роботи машини;
4. Оцінити техніко-економічну ефективність використання запропонованої ЗОМ;
5. Розробити робочі креслення нової ЗОМ.

3.1. Обґрунтування принципової схеми зерноочисної системи для проведення вторинного очищення

Найбільш поширеними в конструкціях зерноочисних машин одержали схеми сортування зернового матеріалу, в яких спочатку виконується розділення за

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аеродинамічними властивостями (пневмосепарація), а далі слідує сортування за розмірами (решітне очищення) [13]. В той же час відомі також технологічні системи, в яких пневматичне очищення зерна відбувається після решітного [9, 10]. Такі технологічні рішення застосовуються в машинах або ж малої продуктивності, наприклад машини СААТ 6 «Haid» (Австрія), або ж в машинах, призначених для попереднього очищення, наприклад ЗОМ фірми «Karter» (США) [13].

Відомі також технологічні схеми, в яких використовується дворазове очищення зерна повітряним потоком – до решітного очищення і після нього, наприклад в машинах фірми «Petkus» (Німеччина) [18].

Більшість ЗОМ мають відкриту повітряну систему з одноцикловим використанням повітряного потоку. В системах із замкненим циклом повітряного потоку в системі циркулює один і той-же об'єм повітря. Це призводить до покращення умов експлуатації машини і знижує витрати енергії [19], тобто застосування для очищення зернової суміші систем із замкненим аеродинамічним циклом роботи має ряд переваг, серед яких:

- обмеження повітрообміну між ЗОМ і приміщенням, що зменшує запиленість робочої зони, а відповідно і покращення санітарного стану робочого місця та зменшення пожежонебезпеки;
- зменшення енергоємності створення необхідного повітряного потоку і його витрат;
- зменшення габаритів системи за рахунок більш компактного поєднання робочих органів, зокрема і за рахунок оптимізації роботи осадкових пристроїв.

Найбільш поширеними ЗОМ в господарствах України є повітряно-решітні машини: ЗД-10.000, МПО-50, ОВС-25, САД, «Petkus» – попереднє очищення; ЗАВ-10.30.000, ЗВС-20А, МЗП-50-1, «Алмаз», «Petkus» – первинне очищення; СМ-4, СВУ-5А, МВО-20 – вторинне очищення. У більшості з цих машин використовується традиційна система сортування, яка поєднує плоскі решета (в більшості випадків коливальні) та вертикальні аспіраційні канали [9, 10, 13]. Крім

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цього, перспективними є пневмосепараційні машини: відцентрово-пневматичний сепаратор ЗАВ-40.02.000, сепаратор пневматичний СП-5, пневмосепаратор А1-БДЗ та ін. [9, 10, 13, 17, 19].

Виходячи з наведених даних відмітимо основні позитивні конструктивні особливості пневмосистем, що сприяють підвищенню ефективності та якості їх роботи:

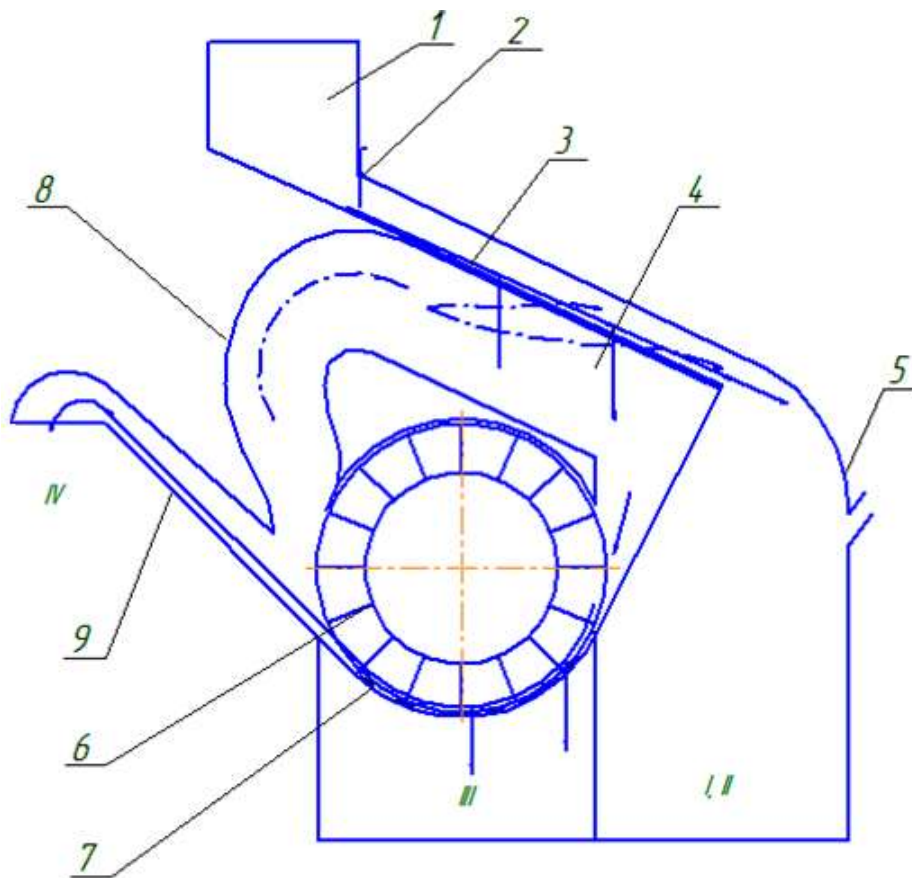
- суміщення в одній конструктивній системі розділення матеріалу за декількома ознаками;
- використання багатофункціональних робочих органів, що забезпечить зменшення енергоємності та металоємності;
- активізація процесу виділення домішок шляхом застосування активних інерційних систем.

Авторами [20] на основі наведених особливостей, які мають на меті підвищення ефективності функціонування ЗОМ вторинного очищення, запропонована нова схема інерційної пневматичної зерноочисної машини в якій реалізовано однократне очищення зерна повітряним потоком.

Зерноочисна машина (рис. 3.1) містить в своєму складі бункер 1, регулятор подачі 2, колосове решето 3, повітряний канал 4, кожухи 5 та 8, багатофункціональний лопатевий ротор 6, підсівне решето 7 та відвантажувальний рукав 9.

Технологічний процес роботи машини ІПЗМ (рис. 3.1) наступний. Регулятор подачі (шибер) встановлюється на відповідну подачу матеріалу і вмикається привід робочих органів. При відкритті шибера зерновий матеріал переміщується по колосовому решету, де піддається дії повітряного потоку, що створюється багатофункціональним лопатевим ротором. Отвори колосового решета регулюють таким чином, щоб крупні домішки не просівалися крізь колосове решето і сходили з нього. При цьому одночасно видаляються і легкі домішки, які видувуються повітрям. Обидві фракції надходять до приймальника І-ІІ.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – бункер; 2 – шибер; 3, 7 – відповідно колосове та підсівне решета; 4 – повітряний похилий канал; 5, 8 – кожухи; 6 – багатофункціональний ротор; 9 – вивантажувальний рукав; I, II – крупні та легкі фракції; III – дрібні фракції; IV – очищений матеріал.

Рисунок 3.1 – Принципова схема ІПЗМ.

Основна фракція (зерно очищуваної культури) разом з дрібною фракцією, пройшовши крізь отвори колосового решета надходять до лопатевого ротора, який, захопивши порцію зернової суміші, прискорює її. Під час руху зерноsumіші по решету дрібна фракція, що має розміри менші ніж ширина робочих каналів, просівається і потрапляє до приймальника III. Очищена від домішок основна фракція йде сходом з решета і виводиться «самопливом» з сепаратора через вивідний рукав без застосування додаткових пристроїв.

Оптимізації конструкції запропонованої ЗОМ досягли за рахунок суміщення наступних технологічних операцій:

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- видалення крупної та легкої фракцій здійснюється одночасно, шляхом виділення легкої фракції повітряним потоком під час переміщення зерноsumіші по колосовому решету пруткового типу;
- створення повітряного потоку, активізація руху зерноsumіші по підсівному решету, усунення забивання робочих каналів решета та вивантаження очищеної маси з машини здійснюється одним робочим органом – багатофункціональним ротором з лопатками.

Окремі технологічні елементи запропонованої ЗОМ – ротор лопатевий, пруткове решето вже досліджені, пройшли експериментальну перевірку, яка підтвердила їх ефективність роботи та доцільність застосування в різноманітних конструкція зерноочисних машин.

Основна задача, що постає в даній роботі – раціонально поєднати в єдину технологічну систему вказані елементи і узгодити показників їх технологічної ефективності з метою отримати максимальні технологічний, експлуатаційний та економічний ефекти, а також визначити максимальну продуктивність підсівного решета.

3.2. Теоретичні дослідження

Обґрунтування питомої продуктивності підсівного решета

При надходженні зерноsumіші на поверхню підсівного решета, на першому етапі руху вона знаходиться у вільному падінні, що зумовлено конструктивними особливостями. Під час цього відбувається нарощування швидкості від V_0 до V_1 . Як зазначалося вище, застосування активного ротора дозволяє підвищити продуктивність сепарації за рахунок збільшення швидкості переміщення матеріалу до необхідної величини, за якої забезпечується умова одношарового руху по решету [15, 16].

Питому продуктивність одиниці ширини решета розглянемо з умови нерозривності потоку до і після взаємодії частки з лопатями ротору

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_B = \rho \cdot V_1 \cdot h_1 = \rho \cdot V_2 \cdot h_2, \quad (3.1)$$

де ρ – об'ємна маса зерноsumіші, кг/м³;

V_1 і V_2 – швидкості переміщення матеріалу до і після взаємодії з ротором, м/с;

h_1 і h_2 – товщина шару матеріалу, відповідно до і після активізації ротором, м.

Матимемо

$$\frac{V_1}{h_2} = \frac{V_2}{h_1} \quad (3.2)$$

Швидкість вільного руху матеріалу V_1 (перед взаємодією з ротором) обмежена [15, 16], та враховуючи умову, що товщина шару суміші h_2 після активізації ротором не має перевищувати одного шару, то відношення лінійної швидкості ротора V_2 на радіусі взаємодії з матеріалом до початкової товщини матеріалу h_1 є величиною постійною. З цього слідує, що зростання початкової товщини шару h_1 призводить до необхідності пропорційного збільшення швидкості ротора V_2 . На основі цього можна зробити формальний висновок – продуктивність запропонованого сепаратора теоретично необмежена. Проте, дослідженнями [9, 14, 15, 16] встановлено, що стримуючим фактором, який прямо впливає на продуктивність даної системи, є пошкодження зерна лопатями, яке відбувається внаслідок миттєвого зростання швидкості частинки під час удару.

Враховуючи умови не руйнування зерна при взаємодії з лопатями ротора визначимо максимально допустиму продуктивність запропонованої сепараційної системи. Введемо крайові умови – лопать ротора має властивості абсолютно жорсткої конструкції, при цьому удар розглядаємо як не пружний.

Еквівалентна схема взаємодії частинки з лопаттю (рис.3.2) передбачає наступні елементи: частка наздоганяє абсолютно жорстку лопатку, яка рухається зі швидкістю зерна V_1 , при цьому переміщується зі швидкістю лопаті V_2 . Згідно крайової умови відбувається не пружний удар, в результаті якого зернина набуває деформації на граничну величину x , що характеризує її руйнування.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Імпульс сили удару частинки об абсолютно жорстку лопатку за умов непружного удару визначимо як [21]

$$[F] \cdot \Delta t = m \cdot (V_2 - V_1) \quad (3.3)$$

де $[F]$ – допустима сила удару частинки по лопатці, Н;

Δt – час удару, с;

m – маса частинки, кг;

V_2 і V_1 – швидкості переміщення частки та лопатки, відповідно, м/с.

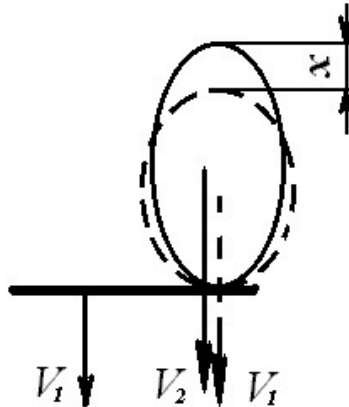


Рисунок 3.2 – Схема взаємодії зернини з лопаттю ротора

Деформацію частки x за умов не пружного удару можна представити у вигляді

$$dx = V dt \quad (3.4)$$

Враховуючи, що

$$\frac{dV}{dt} = \frac{V dV}{dx} \quad (3.5)$$

Відповідно матимемо

$$x = t \cdot (V_2 - V_1) \quad (3.6)$$

Виразивши з рівнянь 3.3 і 3.6 час і прирівнявши їх, отримаємо

$$[F] \cdot \frac{x}{(V_2 - V_1)} = m \cdot (V_2 - V_1) \quad (3.7)$$

Або

$$[F] \cdot x = m \cdot (V_2 - V_1)^2 \quad (3.8)$$

Виразимо різницю швидкостей, яка становитиме

$$V_2 - V_1 = \sqrt{\frac{[F] \cdot x}{m}} \quad (3.9)$$

Швидкість V_1 має загальновизнані граничні обмеження [15, 16], тому підставивши її значення у вираз (3.9), визначимо максимальну швидкість обертання валу ротора, враховуючи не пошкодження зерна

$$V_2 = \sqrt{\frac{[F] \cdot x}{m}} + V_1 \quad (3.10)$$

Враховуючи ширину живого перерізу решета і відносний вміст підсіву (дрібна фракція) у вихідному матеріалі, питому продуктивність представимо у вигляді

$$q_B = \rho \cdot V_1 \cdot h_1 \cdot \frac{B_a}{B} \cdot (1 + \Psi_0) \quad (3.11)$$

де B_a – ширина живого перетину решета, м;

B – фактична ширина решета, м;

Ψ_0 – відносний вміст дрібної фракції у початковому матеріалі.

Знаючи гранично допустиму швидкість обертання ротора, можемо визначити з (3.1) та (3.11) і максимальну питому продуктивність одиниці ширини решітної системи, враховуючи площу живого перерізу

$$q_{\max} = \rho \cdot h_2 \cdot \left(\sqrt{\frac{[F] \cdot x}{m}} + V_1 \right) \cdot \quad (3.12)$$

Враховуючи залежність

$$q_B = \frac{Q}{B}, \quad (3.13)$$

де Q – продуктивність зерноочисної машини, кг/с;

B – ширина решета, м;

гранична продуктивність сепарації за умови не травмування зерна лопатями визначиться як

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\max} = \rho \cdot B \cdot h_2 \cdot \left(\sqrt{\frac{[F] \cdot x}{m}} + V_1 \right). \quad (3.14)$$

За умов не травмування зерна максимальне значення пропускної здатності, відповідно до отриманого рівняння (3.14) буде спостерігатись за початкової швидкості:

$$V_1 = V_{\max} = \eta$$

де η – коефіцієнт, що характеризує взаємодію частинки з середовищем;

$$\eta = \frac{mg \cdot \sin(\gamma - \varphi)}{\xi \cdot \cos \varphi} \quad (3.15)$$

де γ – кут між площиною руху та горизонталлю, град.;

φ – кут зовнішнього тертя частки по матеріалу поверхні, град.;

ξ – коефіцієнт опору середовища, кг/с.

Враховуючи проведені дослідження можна зробити висновки, що на максимально можливу продуктивність сепарації здійснюють вплив і фізико-механічні властивості зерноsumіші, такі як міцність, виражена силою руйнування $[F]$, величина граничної деформації насіння культури, за якої відбудеться її руйнування. Так, збільшення сили $[F]$ та величини x сприяє до збільшенню пропускної здатності сепаруючої системи. Проте, сила руйнування є величиною практично не змінною, оскільки вона є природною характеристикою матеріалу. При цьому величина деформації зерна при ударі може бути штучно змінена шляхом застосування в якості лопаток ротору еластичних елементів (рис. 3.3).

Таким чином, загальна величина допустимої деформації взаємодії лопатки з частинкою буде вже складатись з наступних складових: допустимої деформації лопатки x_d , за дотримання умов “стовідсоткового” захвату частки матеріалу і допустимої деформації власне зерна x .

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отримання реального значення максимальної продуктивності сепарації запропонованою конструкцією потребує уточнення сили руйнування та допустимої деформації зерна експериментальним методом, оскільки теоретично знайти наведені характеристики неможливо.

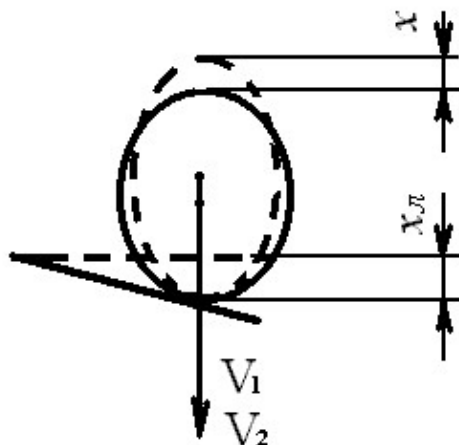


Рисунок 3.3 – Схема взаємодії зерна з еластичною лопаттю ротора (пружна деформація)

3.3. Інженерні розрахунки параметрів системи

Розрахунок параметрів підсівного решета

З конструктивних міркувань, ширина підсівного решета (рис. 3.4) повинна відповідати ширині колосового решета, і становити згідно розрахунків:

$$B = \frac{Q}{q_B} = \frac{2500}{2500} = 1 \text{ дм}$$

де Q – продуктивність зерноочисної машини, згідно завдання становить 2500 кг/год;

q_B – експериментально визначене питоме навантаження одиниці ширини пруткового колосового решета [15, 16] (діаметр прутка 4 мм, повнота розділення матеріалу 0,98...0,99), відповідно приймаємо $q_B = 2500$ кг/дм·год.

Таким чином, допустиме питоме навантаження одиниці ширини підсівного

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

решета:

$$q_B = \frac{Q}{B} = \frac{2500}{1} = 2500 \text{ кг/дм} \cdot \text{год.}$$

Зважаючи на те, що отримане питоме навантаження ширини підсівного решета знаходиться в допустимому діапазоні згідно експериментальних даних, наведених у [16] ($q_B = 1475 \dots 3000$ кг/дм·год.), то прийняті рішення щодо ширини підсівного решета є достовірними.

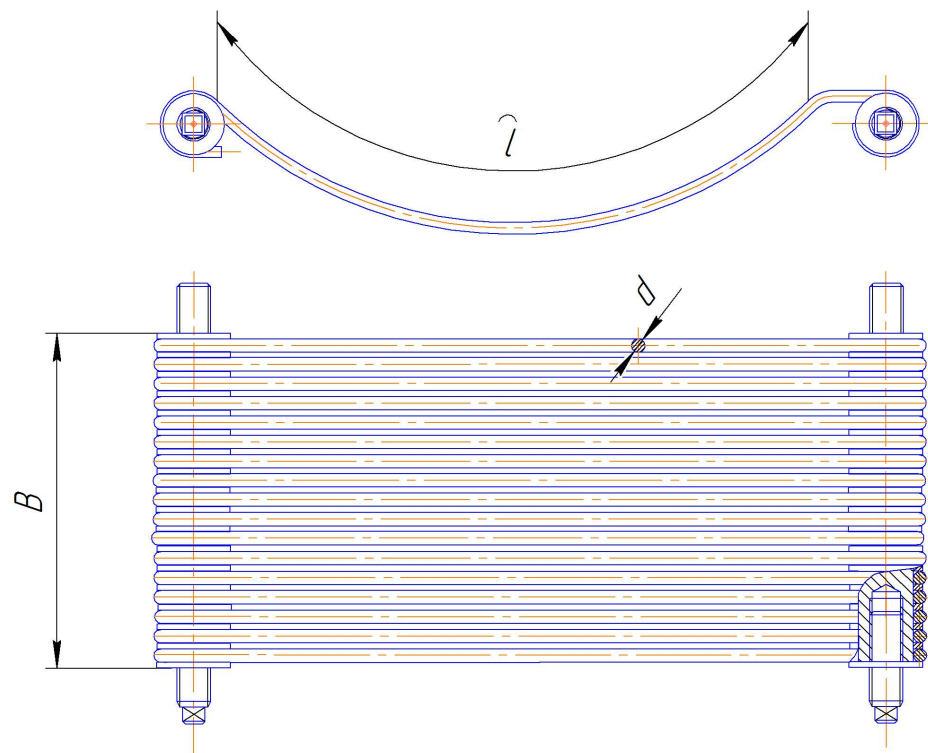


Рисунок 3.4 – Схема дугоподібного пруткового підсівного решета.

Довжина дуги підсівного решета становитиме

$$l = \frac{q_b}{q_F} = \frac{2000}{1000} = 2 \text{ дм.}$$

q_F – граничне питоме навантаження одиниці площі дугоподібного підсівного решета з прутковою поверхнею, визначене на підставі експериментальних досліджень [16], $q_F = 900 \dots 1500$ кг/дм²·год.

Кількість робочих каналів решета, утворених прутками, становитиме:

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$z_n = \frac{B + d_n}{\Delta + d_n} = \frac{100 + 4}{2 + 4} = 17,3$$

де $\Delta = 2$ мм – ширина робочого каналу, яка відповідає умові не проходження крізь отвори решета основної фракції.

Приймаємо $z = 17$.

Тоді фактична ширина решета становитиме

$$B = \Delta \cdot z_n + d_n \cdot (z_n - 1)$$

де d_n – діаметр прутків, з яких складене підсівне решето, мм.

$$B = 2 \cdot 17 + 4 \cdot (17 - 1) = 98 \text{ мм.}$$

Радіус решета визначаємо з умови

$$R = \frac{2 \cdot l}{\pi} = \frac{2 \cdot 200}{3,14} = 127,4 \text{ мм.}$$

Приймаємо конструктивно $R = 125$ мм.

Розрахунок системи аспірації

Оскільки переріз решітної частини представляє собою конструкцію прямокутної форми, то і для повітряної частини приймемо прямокутну форму перерізу, і також проведемо розрахунок глибини і ширини пневмоканалу.

Ширина B аспіраційного каналу визначається з умов:

$$B = \frac{Q}{q_{Bn} \cdot k \cdot i}$$

де Q – задана продуктивність машини, т/год;

q_{Bn} – питоме зернове навантаження одиниці ширини пневмоканалу, т/дм·год;

i – кількість пневмоканалів, $i = 1$;

k – коефіцієнт, що враховує можливість збільшення питомого навантаження на канал при застосуванні додаткових інтенсифікуючих факторів. З врахуванням того, що конструктивне виконання колосового решета з прутковою поверхнею передбачає збільшення живого перерізу, матимемо

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k = \frac{q_B}{q'_B}$$

де q_B – питоме зернове навантаження одиниці ширини каналу за інтенсифікованої технологічної схеми, кг/дм·год;

q'_B – питоме зернове навантаження на одиницю ширини каналу при стандартизованому навантаженні, кг/дм·год.

$$k = \frac{2600}{2500} = 1,04$$

Отже, ширина аспіраційного каналу B становить:

$$B = \frac{2500}{2600 \cdot 1,04 \cdot 1} = 0,92 \text{ дм} = 92 \text{ мм.}$$

Оскільки фізико-механічні властивості зернової суміші не є постійними, то приймемо ширину повітряного каналу, рівною ширині решіт, а саме $B = 100$ мм.

Глибина аспіраційного каналу визначається відповідно до рекомендацій за наступним співвідношенням [17, 19, 20]

$$\frac{c}{B} \geq 1 \dots 1,2$$

Звідки глибина каналу становить

$$c = 100 \cdot 1,2 = 120 \text{ мм.}$$

Знаючи величину глибини каналу, визначимо питоме навантаження одиниці площі пневмоканалу

$$q_F = \frac{q_B}{c} = \frac{2600}{1,2} = 2166 \text{ кг/ дм}^2 \text{ год}$$

Необхідні витрати повітря в пневмоканалі загальноприйнято визначати за формулою

$$W = 36 \cdot \nu \cdot B \cdot c \cdot i$$

де $\nu = (0,7 \dots 0,8) \cdot \nu_{кр}$ – швидкість повітря в каналах, м/с;

$\nu_{кр}$ – критична швидкість витання матеріалу основної фракції, $\nu_{кр} \approx 8,5 \dots 9$ м/с – для більшості зернових культур [17, 19, 20]

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v = (0,7...0,8) \cdot (8,5...9) = 5,6...7,2 = 6,3 \text{ м/с};$$

Тоді

$$W = 36 \cdot 6,3 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1 = 272,2 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Втрати повного тиску в ПСК розраховуємо згідно стандартної методики розрахунку гідро- та пневмосистем

$$P_k = (0,1 + 0,00013 \cdot q_F) \cdot v^2 = (0,1 + 0,00013 \cdot 2166) \cdot 6,3^2 = 115,7 \text{ кг/м}^2$$

Визначення параметрів лопатевого ротора

Діаметр ротора (рис. 3.5) конструктивно пов'язаний з радіусом кривизни підсівного решета і становить

$$D = 2 \cdot R = 2 \cdot 125 = 250 \text{ мм.}$$

де R – радіус підсівного решета, мм.

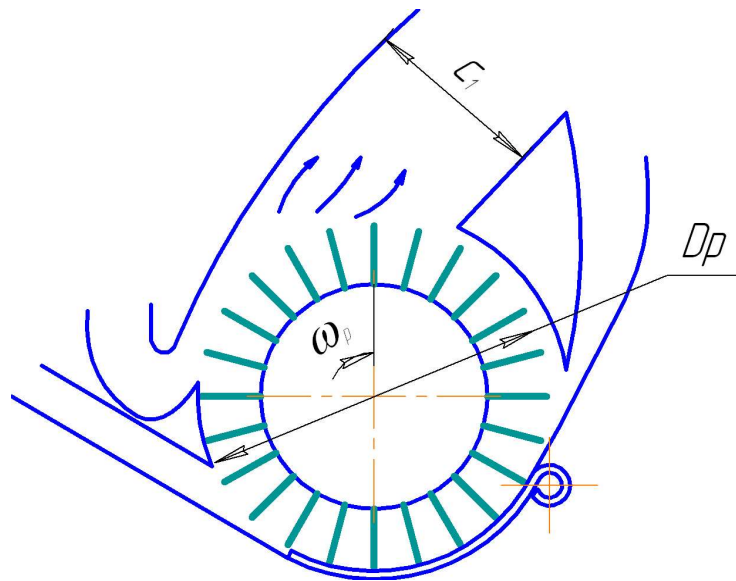


Рис. 3.5 – Схема повітряно-решітного блока

Частота обертання ротора, об/хв.

$$n = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot K}{R}}$$

де $g=9,81$ – прискорення вільного падіння, м/с²;

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K=314$ – рекомендований показник кінематичного режиму роботи інерційного прямоточного сепараторного блока [16].

$$n = \frac{30}{3,14} \cdot \sqrt{\frac{9,81 \cdot 314}{0,125}} = 1499,8 \text{ об/хв.}$$

Кількість лопаток ротора становитиме

$$k = \frac{Q \cdot (\Delta + d)}{60 \cdot s \cdot h_2 \cdot (B + d) \cdot b_{\text{С}} \cdot (1 + \psi_0) \cdot n \cdot \gamma}$$

де s , h_2 – відповідно усереднені довжина та ширина основної фракції (зерна), м;

ψ_0 – вміст підсіву у зерносуміші.

Δ – ширина робочих каналів підсівного решета, м.

d – ширина (діаметр) прутків, що утворюють підсівне решето, м;

$$k = \frac{2000 \cdot (0,002 + 0,004)}{60 \cdot 0,008 \cdot 0,0025 \cdot (0,098 + 0,004) \cdot 0,003 \cdot (1 + 0,15) \cdot 1500 \cdot 780} = 24,3 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість лопаток ротора $k = 24$ шт.

Як зазначалося, лопатевий ротор є багатофункціональним робочим органом і, відповідно, виконує функції прискорення руху матеріалу по поверхні підсівного решета та створює повітряний потік. Тому необхідно визначити його аеродинамічні характеристики.

Відповідно до теорії пневморотора, маса повітря, що витискається його планками за секунду, становить:

$$m_{\Pi} = \frac{\gamma_{\Pi} \cdot S_{\text{л}} \cdot k \cdot V_{\text{л}}}{g}$$

де γ_{Π} – щільність повітря, $\gamma_{\Pi} = 1,2 \text{ кг/м}^3$;

$S_{\text{л}}$ – площа лобова однієї планки;

k – кількість планок ротора;

$V_{\text{л}}$ – лінійна швидкість центру лобової площини планки;

g – прискорення вільного падіння.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площу планки визначимо геометричним способом

$$S_{\text{л}} = a \cdot b$$

де a, b – відповідно довжина та ширина планки (рис. 3.6).

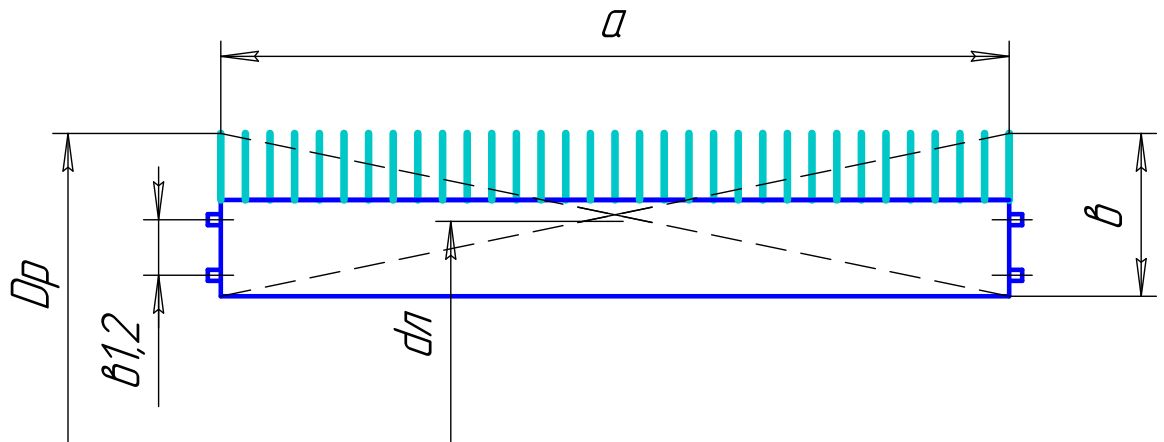


Рис. 3.6 – Розрахункова схема планки ротора.

Довжина щітки (планки) конструктивно відповідає довжині ротора:

$$a = L = 100 \text{ мм.} = 0,1 \text{ м.}$$

Ширину щітки вибираємо зі стандартного ряду, виходячи з конструктивних міркувань:

$$b = 80 \text{ мм} = 0,08 \text{ м.}$$

Тоді площа планки становить:

$$S_{\text{пл}} = 0,1 \cdot 0,08 = 0,008 \text{ м}^2.$$

Лінійна швидкість центру лобової площини планки становитиме:

$$V_{\text{л}} = \omega_p \cdot r_{\text{л}}$$

де ω_p – кутова швидкість обертання ротора, рад/с;

$$\omega_p = \frac{\pi \cdot n_p}{30} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ рад/с}$$

$r_{\text{л}}$ – радіус лобової площини щітки, м (рис. 3.6.):

$$r_{\text{л}} = \frac{d_{\text{л}}}{2} = \frac{1}{2} \cdot \left(D_p - \frac{b}{2} \right)$$

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $d_{\text{л}}$ – діаметр лобової поверхні, мм.

$$r_{\text{л}} = \frac{1}{2} \cdot \left(250 - \frac{80}{2} \right) = 105 \text{ мм} = 0,105 \text{ м.}$$

Зважаючи на попередні умови, колова швидкість центру лопаток становитиме

$$V_{\text{л}} = 157 \cdot 0,105 = 16,485 \text{ м/с.}$$

Тоді маса повітря, яка продукується ротором за 1 секунду, становитиме:

$$m_{\text{п}} = \frac{1,2 \cdot 0,008 \cdot 24 \cdot 16,485}{9,81} = 0,38 \text{ кг.}$$

Витисненому повітрю ротор надає пропорційну швидкості центру лобової площини $V_{\text{л}}$ швидкість $V_{\text{нов}}$, яка становить

$$V_{\text{нов}} = \varepsilon \cdot V_{\text{л}}$$

де ε – коефіцієнт пропорційності, що пов'язує взаємозалежністю показник кінематичного режиму та кількість лопатей ротора. Експериментально встановлено [16], що для кількості лопатей $k = 24$ та показника кінематичного режиму $K = 314$: $\varepsilon = 0,58$.

Тоді швидкість повітря на вході в повітряний канал становить:

$$V_{\text{нов}} = 0,58 \cdot 16,485 = 9,56 \text{ м/с}$$

Витрати повітря на виході із барабана (рис. 3.5) визначимо з виразу:

$$W = S_1 \cdot V_{\text{нов}}$$

де S_1 – площа перерізу пневмоканалу:

$$S_1 = B_1 \cdot c_1 = 0,1 \cdot 0,12 = 0,012 \text{ м}^2$$

Таким чином, витрати повітря на виході із барабана складають

$$W_1 = 0,012 \cdot 9,56 = 0,115 \text{ м}^3/\text{с} = 414 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Порівнюючи необхідні витрати повітря в пневмоканалі з витратами, які забезпечує ротор з еластичними лопатями, можемо констатувати, що його продуктивності достатньо для виконання функції вентилятора.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Енергетичні розрахунки

Потужність, яка необхідна для приводу багатофункціонального робочого органу – лопатевого ротора з еластичними лопатями, знаходимо з виразу:

$$N = Y^2 \frac{\rho \cdot F \cdot r \cdot k}{2 \cdot g} \cdot \omega_2^3 + \frac{Q \cdot \gamma \cdot R \cdot g \cdot (2 - \Psi \cdot \varepsilon)}{3600 \cdot 2} \cdot [\sin \sigma - \sin \delta + \frac{K_2}{2} - \frac{V_1^2}{2 \cdot g \cdot R} + f' \cdot \gamma \cdot (K_2 + \sin \delta)]$$

де $Y=0,18$ – коефіцієнт пропорційності, експериментально встановлений [16];

$\rho=1,2 \text{ кг/м}^3$ – щільність повітря;

$S_{nl}=0,008 \text{ м}^2$ – лобова площа лопатки;

$r=0,105 \text{ м}$ – відстань від центру лопатки до осі обертання;

$\sigma=45^\circ$ – кут, з яким частка потрапляє на розгінну поверхню;

$\delta=45^\circ$ – кут сходу частки з решета;

f' – коефіцієнт зовнішнього тертя матеріалу.

Враховуючи наведені параметри, корисна потужність на привід ротора з еластичними лопатями становитиме

$$N = 0,18^2 \frac{1,2 \cdot 0,008 \cdot 0,105 \cdot 24}{2 \cdot 9,8} \cdot 157^3 + \frac{2000 \cdot 780 \cdot 0,125 \cdot 9,8 \cdot (2 - 0,15 \cdot 0,8)}{3600 \cdot 2} \cdot [\sin 45 - \sin 45 + \frac{314}{2} - \frac{1^2}{2 \cdot 9,8 \cdot 0,125} + 0,35 \cdot 780 \cdot (314 + \sin 45)] = 438 \text{ Вт}$$

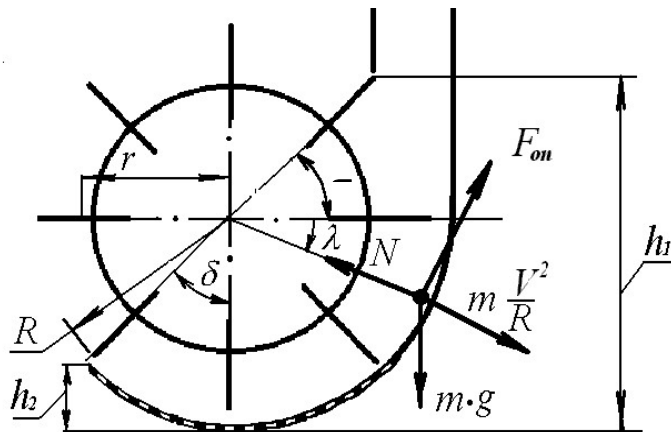


Рис. 3.7 – Розрахункова схема ротора.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ІПЗМ 00.000 ПЗ

Арк.

Відповідно до проведених розрахунків, приймаємо для приводу багатофункціонального робочого органу – лопатевого ротора електродвигун 4А70А4УЗ ГОСТ 19523-81, який має наступні характеристики: синхронна частота обертання 1500 об/хв., частота обертання – 1420 об/хв., корисна потужність – 0,55 кВт.

Висновки по розділу

З врахуванням проведеного аналізу перспективних напрямків розвитку зерноочисних машин, патентної інформації, наукових досліджень нами обґрунтована схема інерційної пневматичної ЗОМ, яка дозволяє якісно, відповідно до агровимог, очистити зерноsumіш від домішок за комплексом фізико-механічних властивостей. Так, за один пропуск, запропонована сепараційна система дозволяє видалити легкі, крупні і дрібні фракції. При цьому, завдяки раціональній компоновці функціональних елементів і виконанні деякими робочими органами декількох функцій, вдалося досягти мінімальних габаритних розмірів машини.

Проведений аналіз роботи кожного з функціональних елементів показав, що їх робота достатньо досліджена і потребує лише оптимізації параметрів для заданих режимів роботи.

Однак, при дослідженні роботи підсівного решета в поєднанні з ротором з еластичними лопатями була виявлена відсутність методики розрахунку його питомої продуктивності. З огляду на це, нами були проведені теоретичні дослідження, в результаті яких отримані залежності граничного значення питомої продуктивності підсівного решета за умови не пошкодження зерна робочими поверхнями. Так визначено, що значення питомої продуктивності 17,8 кг/м·с можна досягти при подачі матеріалу з бункера до лопатей ротора практично без ділянки розгону, що дає змогу зменшити габарити сепаратора. Відповідно до поставленого завдання проведено інженерний розрахунок параметрів і режимів роботи запропонованої системи зерноочисної машини.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Охорона праці

При вирощуванні зернових культур найбільш небезпечним явищем, з точки зору охорони праці, є виникнення пожеж. Одним з найнебезпечніших періодів щодо виникнення пожежі є збирання врожаю та його післязбиральна обробка. Серед причин пожеж, що виникають при роботі техніки на жнивях є:

- вилітання іскор з вихлопної системи комбайна і машин
- локальні нагрівання деталей до температури загорання як результат взаємного тертя;
- намотування соломи на нагріті деталі обертання;
- потрапляння соломи, полови, паливно-мастильних матеріалів, тощо на нагріті до високої температури деталі (випускний колектор, випускна труба, тощо).

Найбільш частими причинами пожеж є недотримання правил пожежної безпеки поводження з паливно-мастильними матеріалами. Для уникнення випадків утворення пожеж необхідно виконувати наступні заходи:

- комбайнери та їх помічники, механізатори та водії зобов'язані бути ознайомлені і дотримуватись правил пожежної безпеки;
- зернозбиральні комбайни обов'язково укомплектовуються вогнегасниками (2 шт. типу ОУ-5), лопатою, швабрами (2 шт.), брезентом, ящиком з піском;
- трактори і автомобілі укомплектовують іскрогасниками, вогнегасниками і лопатами.

З метою недопущення пожеж, всі робочі органи тракторів, комбайнів і автомобілів повинні бути справними, а також регулярно очищатись від бруду. Небезпечні ділянки повинні мати захист від потрапляння на них легкозаймистих матеріалів.

Для убезпечення від виникнення електростатичного розряду передбачається заземлюючий ланцюг на ведучому мосту для відведення зарядів від комбайна.

При необхідності проведення ремонту техніки в польових умовах

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передбачається виведення її із загінки та розміщення на спеціально підготовленому майданчику, що розміщують на відстані не менше як 30 м та має протипожежний розрив у вигляді обораної смуги шириною не менше 4 м.

В місцях прилягання хлібостою до лісових насаджень, автомобільних доріг і залізниць проводять прокоси і оборюють смуги шириною не менше 4 м. Поле розбивається на окремі ділянки, площа яких не перевищує 30 га і проводять оборювання смугами шириною 8 м.

Заправку паливних баків виконують на проораних смугах або дорогах.

Криті майданчики зерноочисних комплексів, у відповідності з рекомендаціями протипожежних вимог [26], встановлюють на відстані мінімум 150 м від споруд, сховищ, складів, лісових насаджень і не менше 20 м від доріг. Обов'язковою умовою є наявність поблизу водосховища, або відкритого джерела води.

Правилами внутрішнього розпорядку передбачається регулярне прибирання навколишньої території комплексу від сміття і сухостою. Не допускається захаращення розривів між спорудами.

Пічне опалення або наявність відкритого вогню на комплексах категорично забороняється. При влаштування електричного освітлення у відповідності до правил охорони праці дроти прокладаються роздільно на ізоляторах. При цьому фазні дроти розміщують на відстані один від одного не менше 50 мм.

Світильники влаштовують в закритій пилонепроникній арматурі, при цьому вимикачі і запобіжники повинні розміщуватися ззовні приміщення.

Вимоги ОП передбачено відкриття дверей назовні. Приміщення повинні мати аварійні виходи, проходи до яких необхідно тримати не захаращеними.

Територія комплексу повинна мати водозабір. В приміщеннях обладнують системи виявлення вогню, автоматичного пожежогасіння та оснащуються засобами пожежогасіння (пожежні щити з вогнегасниками і іншим інвентарем).

При експлуатації зерноочисних машин, зокрема і розробленої інерційної пневматичної систематично проводять (з регулярністю 8-10 годин роботи) огляд і

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевірку справності всіх робочих органів. Робочі зони, де працюють машини, повинні мати огороження і попереджувальні таблички.

Однією з небезпек, яка виникає під час роботи зерноочисних машин є запиленість робочої зони, що негативно впливає на здоров'я працівників та підвищує пожежну небезпеку. Тому робочі зони і приміщення в цілому обладнують пилозбірниками та фільтрами [25]. Правилами охорони праці передбачається регулярне очищення або заміна фільтруючих елементів. При цьому, очищення виконують лише після повної зупинки зерноочисних машин, вентиляторів, норій та іншого технологічного обладнання з метою уникнення збільшення запиленості робочої зони.

Для унеможливлення ураження електричним струмом працівників, машини та обладнання повинні мати правильно влаштоване заземлення, забороняється експлуатація обладнання при наявності місць з оголеними струмоведучими частинами дротів. Експлуатація обладнання зерноочисного комплексу з пошкодженими кабелями живлення не допустима.

При проведенні післязбиральної обробки необхідно дотримуватися наступних вимог:

1. Прибирання зерна і відходів з-під обладнання виконувати щітками з довгою ручкою;
2. Під час роботи технологічного обладнання заборонено відкривати лючки, знімати кожухи та ін. елементи;
3. Працюючі механізми недопустимо залишати без нагляду;
4. ЩТО, ТО, ремонти, технологічне налагодження заборонено виконувати при не вимкненому електропостачанні робочих органів і до повної зупинки робочих органів;
6. Персонал, що допускається до роботи з технологічним обладнанням повинен пройти інструктаж з ОП, ознайомитись з правилами експлуатації машин і обладнання та мати відповідні навички роботи.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Економічна частина

Проаналізувавши літературні джерела та вивчивши досвід передових підприємств області, була розроблена та обґрунтована інтенсивна технологія вирощування ярого ячменю в умовах північного Степу України, що забезпечить підвищення врожайності на 10 % і зменшення енерговитрат на 15 %, порівняно з традиційною технологією.

Згідно завдання, розроблена технологія післязбирального очищення насіння ячменю на зерноочисному комплексі, визначена необхідна кількість технологічного обладнання з врахуванням агрокліматичних умов виробництва, особливостей культури та наявної на ринку техніки.

Для післязбиральної обробки в складі комплексу ЗАВ-20 використовується пневматична колонка ОПС-2, конструкція якої застаріла та має ряд недоліків, зокрема невідповідність паспортної продуктивності при підвищенні вологості і засміченості матеріалу. З метою підвищення ефективності вторинного очищення запропоновано використовувати розроблену інерційну пневматичну зерноочисну машину, яка дозволяє проводити виділення з вороху за один прохід крупних, дрібних та легких домішок. Запропоновані зміни дозволять не лише підвищити ефективність технологічного процесу вторинного очищення, а й досягти продуктивності при очищенні ячменю до 2,5 т/год.

Проведені техніко-економічні розрахунки традиційної та запропонованої технологій наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Техніко-економічне порівняння технологій

№ з/п	Показник	Одиниці вимірювання	Базова технологія	Модернізована технологія
1	Площа	га	100	100
2	Врожайність	т/га	3,0	3,5
3	Валовий збір	т	300	350
4	Обсяг робіт на вторинному очищенні	т	26	33

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ з/п	Показник	Одиниці вимірювання	Базова технологія	Модернізована технологія
5	Продуктивність машини	т/год	2,0	2,5
6	Питомі витрати енергії	кВт год/т	0,67	0,32
7	Кількість персоналу	чол.	1	1
8	Собівартість машини	грн.	35880	12000
9	Маса	кг	290	53

Наведені показники підтверджують доцільність впровадження запропонованих технологічних прийомів у агротехніку виробництва ярого ячменю, а також використання в складі зерноочисного комплексу для проведення вторинного очищення розроблену машину ІПЗМ. Запропоновані в роботі новації дозволять отримати позитивний економічний ефект та додатковий дохід від підвищення якості очищення ячменю.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Висновки

В магістерській кваліфікаційній роботі проведений аналіз технологічних особливостей вирощування ярого ячменю та його післязбиральної обробки. Розроблена технологічна карта вирощування даної культури в умовах північного Степу України, що дозволить отримати, при дотриманні всіх агротехнічних умов урожайність зернової частини на рівні 3,5 т/га.

З метою доведення отриманого врожаю до необхідних кондицій як для товарного застосування, так і на насіннєві потреби запропоновано використати зерноочисний комплекс ЗАВ-20, який містить обладнання для очищення зерна від домішок та сушарки, що дозволяють довести вологість зернової суміші до оптимальних значень. В технологічній частині виконано проектні розрахунки роботи комплексу, визначено тип та кількість основного технологічного обладнання. В якості зерноочисної машини для вторинного очищення запропоновано використати інерційну пневматичну зерноочисну машину оригінальної конструкції, що дозволить підвищити загальну продуктивність комплексу.

За мету наукової роботи було обрано – підвищити ефективність сепарації зерноsumішей за рахунок обґрунтування параметрів оригінальної конструкції зерноочисної машини для вторинного очищення. Відповідно до цього були визначені задачі досліджень. За результатами огляду існуючих систем для сортування зерноsumішей була обґрунтована функціональна схема оригінальної інерційно-пневматичної зерноочисної машини.

Запропонована зерноочисна машина дозволяє зменшити металоємність, енергоємність та габарити при забезпеченні продуктивності на рівні аналогів за рахунок суміщення технологічних операцій:

1. Видалення крупних та легких домішок здійснюється одночасно за рахунок суміщення операцій сортування за розмірами на колосовому рееті з одночасним виділення легких часток;

2. Оригінальна конструкція блоку виділення дрібних домішок, де використовується багатофункціональний лопатевий ротор, який одночасно

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконує декілька функцій – створення повітряного потоку, переміщення зерносуміші по підсівному решету та виведення очищеної фракції з машини.

Окремі елементи запропонованої машини вже пройшли випробування і показали свою працездатність і ефективність. Однак попередні дослідження виявили відсутність методики розрахунку питомої продуктивності підсівного пруткового решета дугоподібної конструкції. Для визначення максимально можливої продуктивності вказаного решета були проведені теоретичні дослідження. Проведені дослідження дозволили зробити наступні висновки.

Можливість підвищення продуктивності обмежується фізико-механічними властивостями матеріалу, зокрема міцністю, яка виражена силою руйнування і величиною деформації зерна основної культури, за якої відбудеться його руйнування. Збільшенням вказаних фізико-механічних показників дозволить збільшити питому пропускну здатність сепаратора.

Зменшити руйнуючу силу можливо шляхом використання еластичних лопатей ротора, зокрема було запропоновано використати щіткові лопатки.

Для запропонованої схеми інерційної пневматичної ЗОМ проведені інженерні розрахунки параметрів і режимів роботи основних його функціональних частин.

Проаналізувавши небезпечні ті шкідливі виробничі фактори, а також загальний стан охорони праці при вирощуванні та післязбиральній обробці зернових колосових культур, розроблені заходи для зниження небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Окремо запропоновані заходи щодо безпечної експлуатації машин та обладнання зерноочисного комплексу.

В економічній частині було обґрунтовано доцільність впровадження запропонованої технології вирощування та зерноочисної машини інерційно-пневматичного типу у виробництво. Встановлено, що запропоновані заходи дозволять отримати позитивний економічний ефект та можуть бути рекомендовані до впровадження.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Ячмінь ярий: сучасні технології вирощування / К. Манько, Н. Музафаров // Агробізнес Сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/234-iachmin-iaryi-suchasni-tekhnohii-vyroshchuvannia.html>.
2. Ячмінь ярий: реалізація потенціалу продуктивності / О. Демидов, В. Гудзенко // Пропозиція. – 2017. – № 2. – С. 66-69. URL: <https://propozitsiya.com.ua/yachmin-yariy-realizaciya-potencialu-produktivnosti>.
3. Продуктивність ячменю ярого за різних технологій вирощування // В.В. Камінська, О.Ф. Дудка, Б.В. Мушик // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН» – Київ: ВП «Едельвейс», 2016. – Вип. 3-4. – С. 114-122. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpszeml_2016_3-4_13.pdf.
4. Ефективність використання добрив при вирощуванні ячменю ярого в Степу України / Г. М. Козелець, В. А. Іщенко, А. В. Лукомська // Вісник Степу. Науковий збірник. Вип. 17. Вінниця : ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2020. С. 24-28. URL: http://www.agronauka.com.ua/images/biblioteka/Visnik_Stepu_2020.pdf.
5. Вплив обробітку ґрунту та удобрення на ріст і розвиток рослин ячменю ярого в північному Степу України / О.І. Циліорик, В.П. Шапка // Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. № 95. 2016. С. 87-95. URL: http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/95_2016/17.pdf.
6. Науково-практичні рекомендації по проведенню комплексу весняно-польових робіт в Донецькій області // Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН, 2020. С. 37-40. URL: <https://agro.dn.gov.ua/wp-content/uploads/2020/04/rekomendatsiyi-2020.pdf>.
7. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови: чинний від 1994-07-01. К.: Держстандарт України, 1994. 73 с.
8. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні / Міністерство енергетики та захисту довкілля України.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

URL: <https://mepr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimikativ-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007--1328.html>.

9. Лещенко С.М. Підвищення ефективності попереднього очищення зернових сумішей / С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, М.І. Васильковський, В.В. Гончаров // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 18. – Луцьк: ред. вид. відділ ЛНТУ, 2009. – С. 230-234.

10. Котов Б. І. Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення і сортування зерно матеріалів / Б. І. Котов, С. П. Степаненко, М. Г. Пастушенко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград. – 2003. – Вип. 33. – С. 53–59.

11. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / [уклад. : В. М. Сало, Д. І. Петренко, С. М. Лещенко, О. М. Васильковський] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 58 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9197>.

12. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» : для студ. спец. 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. ; [уклад. В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко та ін.]. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018. – 170 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8095>.

13. Васильковський О. М. Підвищення ефективності повітряного очищення зерна / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 35. – Кіровоград : КНТУ, 2005. – С. 286–288.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Лузан П.Г., Васильковський О.М. Нові конструкції решіткових сепараторів. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 27, 1999. с. 123-127.

15. Васильковський О.М., Васильковський М.І., Осипов І.М. Обґрунтування конструктивних параметрів інерційного прямооточного сепаратора зерна. - Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. –Вип. 29, 1999.

16. Васильковський О.М., Васильковський М.І., Осипов І.М. Аналіз процесу сепарації на інерційному прямооточному сепараторі. Механізація сільськогосподарського виробництва. // Збірник наукових праць Національного аграрного університету. – Том 8, 2000. С. 346-349.

17. Pneumatic conveying characteristics of seeds in a vertical ascending airstream / M. Kroulik, A. Rybka, J. Hula, I. Honzík // Research in Agricultural Engineering (2016). 62(2). P. 56-63. DOI: [10.17221/32/2014-RAE](https://doi.org/10.17221/32/2014-RAE).

18. Strong Seed. Healthy Grain. PETKUS. Сайт виробника. URL: <http://www.petkus.com/>.

19. Nesterenko, A.V., Leshchenko, S.M., Vasylovskiy, O.M., Petrenko, D.I. Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding, 2017, INMATEH - Agricultural Engineering, 53(3), pp. 65-70. URL: http://www.inmateh.eu/INMATEH_3_2017/INMATEH-Agricultural_Engineering_53_2017.pdf.

20. Дослідження якості роботи інерційної пневматичної зерноочисної машини / Д. І. Петренко, О. М. Васильковський, С. М. Лещенко, О. В. Нестеренко // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. - Мелітополь : Копіцентр «Документ-сервіс», 2015. - Вип. 3. - С. 123–131. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/1084>.

21. Пановенко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара // Л.: “Машиностроение”, Ленинградское отделение, 1976, 320 с.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22. Сисолін П.В., Петренко М.М., Свірень М.О. Сільськогосподарські машини. Кн. 3. К. : Фенікс, 2007. 432 с.

23. Сільськогосподарські машини : навч. посіб. / Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С. , Мартишко В.М. , Гуменюк Ю.О. – Київ : «Агроосвіта», 2017. – 180 с. URL:

<http://nmcbook.com.ua/wp-content/uploads/2017/11/%D0%A1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96-%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B8.pdf>.

24. О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Кіровоград: 2016.- 204 с. URL: http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2898/3/Pidruchnik%20doslidnika_2016.pdf.

25. Охорона праці у сільському господарстві. – ТОВ «ТЕХ МЕДІА ГРУП», 2019 р. URL: https://techmedia.com.ua/sites/default/files/online_version/ECO_SX/files/assets/basic-html/toc.html.

26. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: "Урожай", 1991. – 136 с.

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					ІПЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		*			ИПЗМ 00. 000 СБ	Складальне креслення		A2x4
						Складальні одиниці		
Справ. №				1	ИПЗМ 01. 000	Бункер	1	
				2	ИПЗМ 02. 000	Відвантажувач	1	
				3	ИПЗМ 03. 000	Колосове решето	1	
				4	ИПЗМ 04. 000	Стояк передній	1	
				5	ИПЗМ 05. 000	Стояк задній	1	
				6	ИПЗМ 06. 000	Люк	1	
				7	ИПЗМ 07. 000	Барабан	1	
				8	ИПЗМ 08. 000	Тяга	1	
				9	ИПЗМ 09. 000	Клапан	1	
			A2	10	ИПЗМ 10. 000	Решітка	1	
				11	ИПЗМ 11. 000	Лоток підсіву	1	
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Инв. № дубл.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
					ИПЗМ 00.000			
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата			
Разраб. Ткаченко								
Пров. Петренко								
Н.контр. Осипов								
Утв. Свірень								
Інерційна пневматична зерноочисна машина						Лист.	Лист	Листов
							1	4
						ЦНТУ, зр. АІ-19М(1,4)		
						Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Деталі		
		12	ІПЗМ 00.401	Стінка задня	1	
		13	ІПЗМ 00.402	Стінка передня	1	
		14	ІПЗМ 00.403	Короб	1	
		15	ІПЗМ 00.404	Кожух	1	
		16	ІПЗМ 00.405	Короб	1	
		17	ІПЗМ 00.406	Лоток	1	
		18	ІПЗМ 00.407	Напрячник	1	
		19	ІПЗМ 00.408	Напрячник	1	
		20	ІПЗМ 00.409	Напрячник	1	
		21	ІПЗМ 00.415	Канал	1	
		22	ІПЗМ 00.417	Кронштейн	1	
		23	ІПЗМ 00.601	Вісь люка	2	
		24	ІПЗМ 00.602	Вісь	2	
		25	ІПЗМ 00.418	Шайба	1	
		26	ІПЗМ 00.701	Куттик	2	
ІПЗМ 00.000						
Інв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	2	

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A2			ИПЗМ 10.000 СБ	Документація		
					Складальне креслення		
					Деталі		
	A4		1	ИПЗМ 10.602	Вісь	1	
	A4		2	ИПЗМ 10.603	Шайба	*	В залежності від товщини
	A4		3	ИПЗМ 10.601	Пруток решітки	*	В залежності від товщини шайб
			4	ИПЗМ 10.401	Опорна пластина	1	
	A4		5	ИПЗМ 10.501	Пластина	1	
Подп. и дата					Стандартні вироби		
			6		Болт М6-6d×14.66.019	2	
					ГОСТ 7805-70		
			7		Гайка М6-7Н.019	2	
					ГОСТ 3032-76		
			8		Гайка М10-7Н.019	2	
					ГОСТ 5927-70		
			9		Шайба 10.01.10.019	2	
					ГОСТ 11371-78		
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИПЗМ 10.000	
	Разраб.	Ткаченко				Лит.	Лист
	Пров.	Петренко					Листов
							1
	Н.контр.	Осипов				ЦНТУ, зр. АІ-19М(1,4)	
	Утв.	Свірень					

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

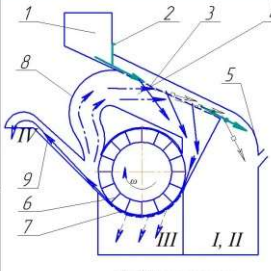
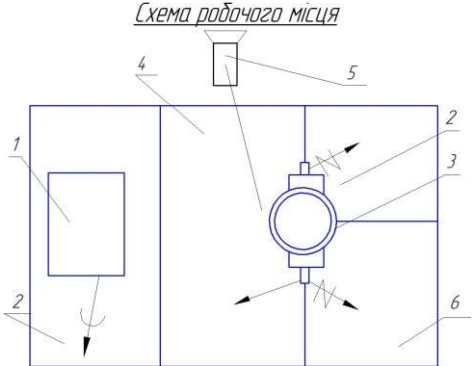
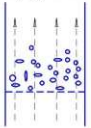
Механізація вирощування ячменю з
обґрунтуванням параметрів інерційної
пневматичної зерноочисної машини

Виконав: ТКАЧЕНКО Олексій

Керівник: ПЕТРЕНКО Дмитро

Операційно-технологічна карта на вторинну очистку насіння ячменю

ІПЗМ 00.001 Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Інерційна пневматична ЗОМ; довжина сепаратора – 2,1 м; висота сепаратора – 1,48 м; Підготовка ЗОМ до роботи: 1. Провести щозмінне ТО; 2. Впевнитись, що кожух прикріплений; 3. Перевернути справність заземлення та надійність кріплення вузлів; 1. Ячмінь повинен відповідати ДСТУ-3769-98.	 1- дункер; 2- регулятор подачі; 3- колосове решето; 4- повітряний канал; 5- 8- кожухи; 6- лопатевий ротор; 7- підвісне решето; 9- відвантажувальний рукав; I, II- крупні та легкі діамішки; III- дрібні діамішки; IV- очищене зерно.
Агротехнічні вимоги	2. Вологість повинна становити 14-16%; 3. Чистота зернового матеріалу – не менше 99,5% 4. Втрати повноцінного зерна у відходів не повинні перевищувати 0,2%	Умовні позначення → Ворох → Дрібні діамішки → Підвітряний потік → Легкі діамішки → Крупні діамішки → Фракція насіння
План робочого місця	Показники організації процесу: 1. Експлуатаційна продуктивність – 2,5 т/год; 2. Надходження матеріалу на обробку – 33 т; 3. Тривалість очищення зернової маси – 14 год; 4. Час на обслуговування зерноочисної машини – 0,026 год; 5. Необхідна кількість машин однієї марки – 1 шт.; 6. Кількість операторів – 1 чол; 7. Питомі витрати електроенергії – 0,32 кВт/т; 8. Витрати електроенергії на весь обсяг робіт – 10,56 кВт; 9. Витрати праці на проведення операції очищення вороху ссї – 34,8 люд · год.	 Схема робочого місця 1. Машина попередньої очистки 2. Бункер відходів 3. Інерційна пневматична ЗОМ 4. Бункер насіннєвого зерна 5. Наря НЗ-20 6. Бункер фуражних відходів
Контроль за якістю	Перевірку якості сепарації проводити на парусному і решітному класификаторах. Показники якості: 1. Чистота матеріалу – не менше 99,5 %; 2. Чіткість сепарації – не більше 0,2 %; 3. Пошкодження насіння не допускається	 Парусний  Решітний

Мета, предмет і задачі досліджень

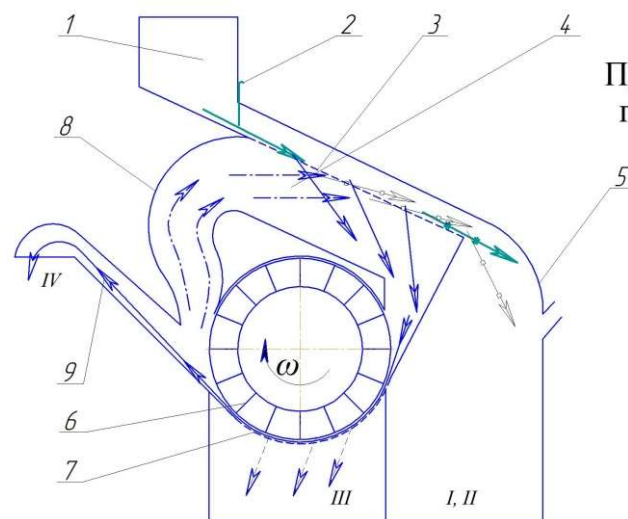
Метою дослідження є підвищення ефективності очищення зернових матеріалів шляхом обґрунтування параметрів нової інерційної пневматичної зерноочисної машини.

Об'єктом досліджень є процес розділення зернових сумішей за комплексом фізико-механічних властивостей інерційною пневматичною зерноочисною машиною.

Предмет досліджень - параметри інерційної пневматичної зерноочисної машини.

Задачі досліджень:

1. Обґрунтувати принципову схему нової зерноочисної машини для очищення зерна з урахуванням переваг та недоліків існуючих конструкцій;
2. Визначити конструктивні параметри і режими її роботи при дотриманні агротехнічних вимог;
3. Дослідити експлуатаційні показники роботи машини;
4. Оцінити техніко-економічну ефективність використання запропонованої машини;
5. Розробити робочі креслення нової зерноочисної машини.



Принципова схема інерційної пневматичної зерноочисної машини

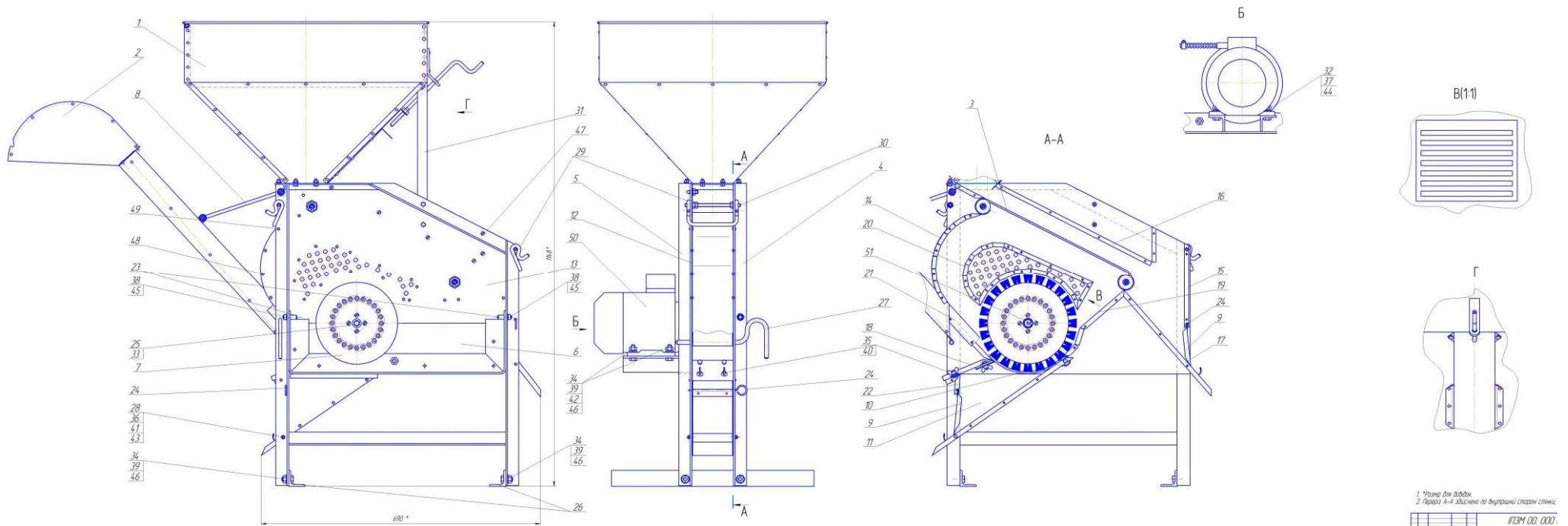
- 1- бункер;
- 2- регулятор подачі;
- 3- колосове решето;
- 4- повітряний канал;
- 5, 8- кожухи;
- 6- лопатевий ротор;
- 7- підсівне решето;
- 9- відвантажувальний рукав;
- I, II- крупні та легкі домішки;
- III- дрібні домішки;
- IV- очищене зерно.

- Ворох
- > Дрібні домішки
- > Повітряний потік
- > Легкі домішки
- > Крупні домішки
- > Фракція насіння

ІПЗМ 00.001.НЧ			
Мета, предмет і задачі досліджень	Мета	Предмет	Задачі
ЦНТЗ	ЗР	А-19М(4)	Зерно

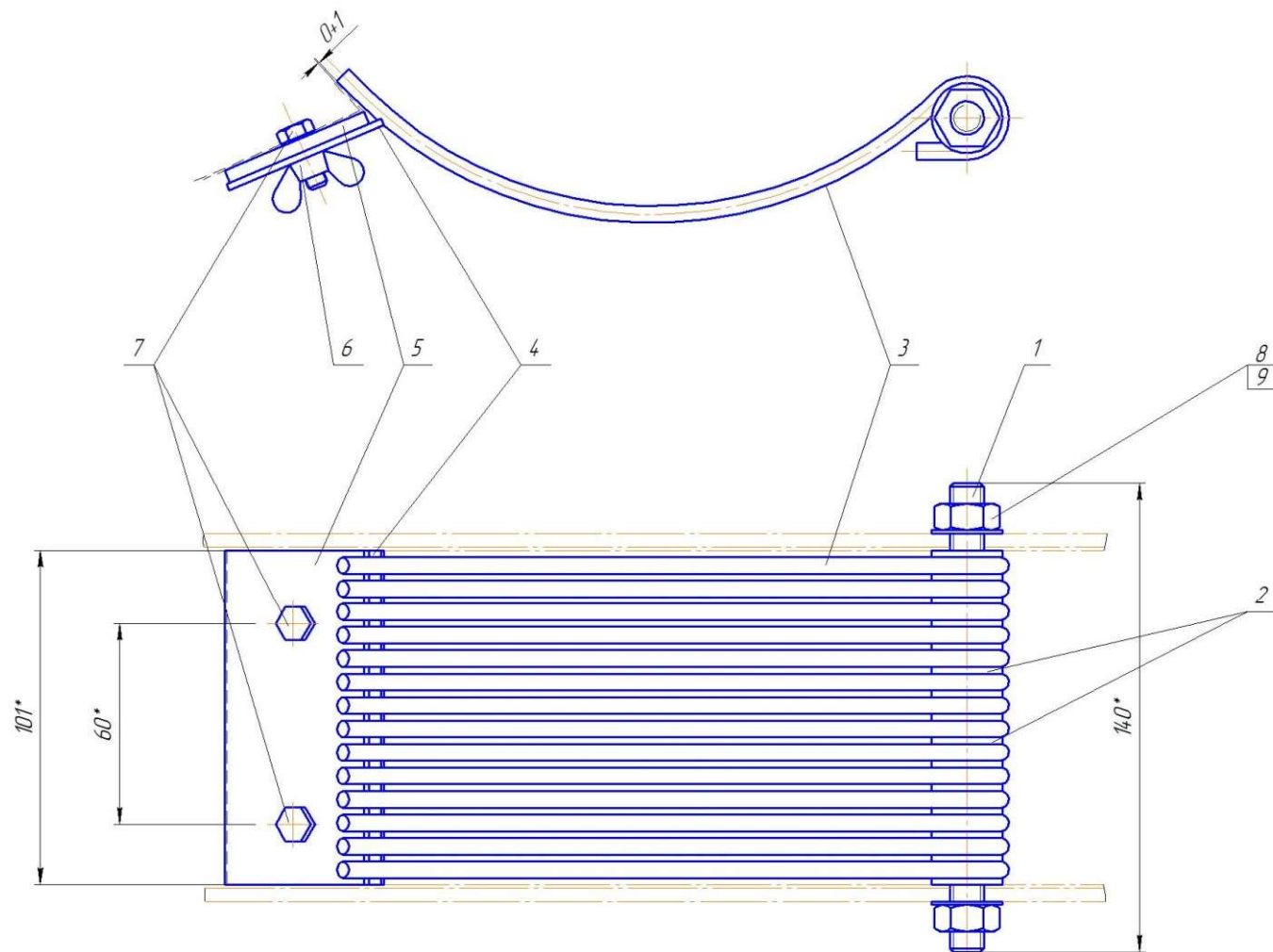
173M 00.002 H4

[illegible]



2. Переріз А-А здійснено по внутрішній стороні стінки;

		ІТЗМ 00. 000	
		Інерція пневматична	
		зерноочисна машина	
		—	
		Класифікація	



Изм./Ист.	№ докум.	Подп.	Дат.		
Разраб.	Икаченко				
Проб.	Петренко				
У контр.					
Н.контр.	Осипов				
Чтб	Гирень				

Решітка

Лист	Масса	Масштаб
	6,4	1:1
Лист	Листов	1
ЦНТУ, гр. АІ-19М(1,4)		
Формат А2		

Копировал

Формат А2

Формат А4

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

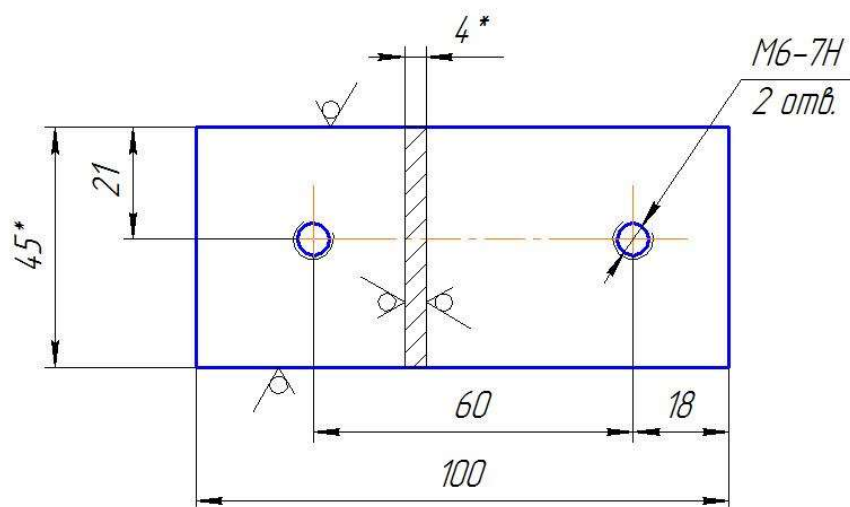
Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

10501 WELI

✓ Ra 6,3 (✓)



1. *Розміри для довідок.

2. Невказані граничні відхилення розмірів по $\pm \frac{IT14}{2}$.

3. Гострі краї притупити до R1.

ІПЗМ 10.501

Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Ікаченко				0,32	1:1
Проб.	Петренко					
Т.контр.						
Н.контр.	Осипов					
Утв.	Свіреня					

Пластина

4x45 ГОСТ 103-81
Ст 3 ГОСТ 535-88

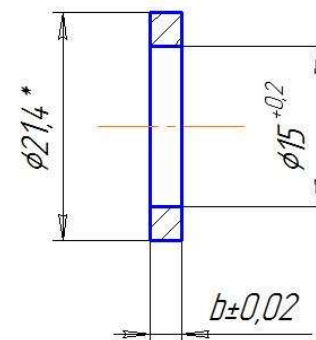
ЦНТУ,
гр. АІ-19М(1,4)

Копировав

Формат А4

10901 WELI

✓(✓)



Марка ІПЗМ 10.603	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13
b, мм	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	4,0	4,5
Кількість в комплекті, шт.	15	14	13	12	11	10							
шаїд	16	15	14	13	12	11							

ІПЗМ 10.603

Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Ікаченко				0,08	2:1
Проб.	Петренко					
Т.контр.						
Н.контр.	Осипов					
Утв.	Свіреня					

Шаїда

Труба 21.3x3.2 (Ду15) ГОСТ 3262-75

ЦНТУ,
гр. АІ-19М(1,4)

Копировав

Формат А4