

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”
Зав. кафедрою СГМ
д.т.н., професор
_____ Микола СВІРЕНЬ
“ ____ ” _____ 2020 р.

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

Механізація вирощування ярого ячменю з обґрунтуванням системи
аспірації ЗОМ загального призначення

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи АІ-19М-1,4
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Салієнко Євгеній Ігорович
« ____ » _____ 2020 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук
_____ Дмитро ПЕТРЕНКО
« ____ » _____ 2020 р.
Рецензент _____

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A4			МВЯЗОМ 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>технологічній частині</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A1			МВЯЗОМ 00.000 ТЧ	Технологічна схема	1	
				післязбиральної		
				обробки зерна		
A1			МВЯЗОМ 00.000 С2	Зерноочисна машина	1	
				загального призначення		
				<u>Документація</u>		
				<u>по складальних одиницях</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A2			МВЯЗОМ 00.030 СБ	Скальператор	1	
				<u>Документація по деталях</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A2			МВЯЗОМ 00.030.601	Вал	1	
				МВЯЗОМ 00.000 ВР		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість роботи	
Розробив	Салієнко					
Перевірив	Петренко					
Н. контр.	Осипов					
Затвердив	Свірень				ЦНТУ, гр. АІ-19М-1,4	

[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

В усі часи Україна вважалася і вважається державою з високим потенціалом аграрного виробництва. Останнім часом спостерігається динамічне збільшення обсягів агропромислового виробництва, поступова переорієнтація сільськогосподарських виробників на використання при вирощуванні сільськогосподарських культур нових агротехнологічних рішень в системі землеробства, застосування більш якісного посівного матеріалу. З якістю посівного матеріалу нерозривно пов'язане, крім підвищення врожайності, і зменшення застосування хімічних речовин для боротьби з бур'янами.

Важливим агротехнічним засобом, який забезпечує покращення посівного матеріалу, є очищення його від сторонніх домішок і сортування на фракції за комплексом фізико-механічних властивостей. На сьогоднішній день виробниками с.-г. техніки пропонується широкий спектр машин для очищення і сортування зернового матеріалу: аспіраційні колонки, трієри, магнітні сепаратори, повітряно-решітні машини, фотосепаратори і т.д.

При цьому простежується тенденція підвищення світових вимог до якості продукції, орієнтація на зменшення енергетичних і матеріальних витрат при виробництві с.-г. продукції, що вимагає подальших досліджень і модернізації технологічного обладнання для очищення і сортування зернового матеріалу.

Тому основний фокус даної роботи спрямований на впровадження сучасних агротехнологічних прийомів при вирощуванні ярого ячменю з дослідженням технологічних особливостей його післязбиральної обробки, що дозволить зменшити собівартість його виробництва при отриманні продукції належної якості.

					МВЯЗОМ 00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Салієнко				Пояснювальна записка		Літ.	Арквш	Арквшів
Перевірив	Петренко								
Н. контр.	Осипов								
Затверд.	Свірень						ЦНТУ, гр. АІ-19М-1,4		

2. Технологічна частина

2.1. Обґрунтування технології вирощування ячменю ярого

Селекціонерами в Україні створено багато сортів ячменю ярого, які відповідають вимогам сучасного сільськогосподарського виробництва. Мають комплекс господарсько цінних ознак з широким потенціалом урожайності та якості зерна та адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Врожайність ячменю ярого в господарствах варіює в межах 1,5-7,0 т/га і навіть більше, що залежить від елементів технології вирощування, сорту та зональних ґрунтово-кліматичних умов. Врожайність культури на сучасному етапі господарювання, як правило, на 2/3 залежить від вибору сорту і на 1/3 від технології вирощування. Вчасне і якісне проведення всіх технологічних етапів, застосування добрив, регуляторів росту, пестицидів допомагає розкрити генетичних потенціал сучасних сортів [1].

Ячмінь характеризується швидким проходженням фаз росту, коротким вегетаційним періодом, коренева система його досить слаборозвинена з її низькою здатністю засвоювати мінеральні речовини і воду. Тому, він достатньо вибагливий до забезпеченості рослин основними елементами живлення.

Ячмінь ярий досить вимогливий до родючості ґрунту. Найбільші врожаї він може забезпечити на родючих чорноземних ґрунтах з глибоким орним горизонтом і близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину, високою вологомісткістю. Для високих урожаїв потрібно забезпечити рослини достатньою кількістю поживних речовин на початку вегетації. Добрими ґрунтами для нього також є дерново-підзолисті, слабоопідзолені середньої зв'язаності. Оптимальний для його вирощування рівень рН 6,2-7,2. Підвищена кислотність пригнічує життєздатність ґрунтових мікроорганізмів, тому вони потребують вапнування. Не варто вирощувати ячмінь на кислих

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

легких ґрунтах. Малопридатними для нього є також піщані та супіщані ґрунти.

Найкращими попередниками для ярого ячменю вважаються просапні добре удобрені культури, що залишають чисті від бур'янів поля. Адже, ячмінь характеризується сильною конкуренцією з бур'янами за фактори життя. Добрим попередником є зернобобові культури при вирощуванні ячменю на корм та продовольчі цілі. В Лісостеповій зоні гарним попередником вважають льон-довгунець, багаторічні трави, картопля, люпин [2].

У степовій зоні кращими попередниками ячменю є ті культури які залишають після себе достатню кількість запасів вологи в ґрунті. Тому, його висівають після кукурудзи, вівса, пшениці. Небажаними попередниками є ті, що висушують ґрунт – соняшник, цукрові буряки. Лише в роки зі значною кількістю опадів за період вегетації цукрові буряки є добрим попередником для ячменю ярого.

В Лісостеповій зоні ячмінь розміщують, як правило, після однорічних і багаторічних трав, бобових та ріпаку.

Основний обробіток ґрунту під ярий ячмінь залежить від попередника. Відомо, що ячмінь добре реагує на оранку. Головне його завдання – краще подрібнити та загорнути пожнивні рештки.

Після цукрових буряків або картоплі відразу проводять оранку на глибину 20-22 см. На легких ґрунтах після картоплі оранку можна замінити поверхневим обробітком. Зяблеву оранку під ячмінь зазвичай проводять з другої половини вересня до другої декади жовтня [3].

Після зернових культур або однорічних трав проводять лушення стерні. Лушити стерню потрібно одночасно зі збиранням попередника. На полях, де переважають однорічні бур'яни, вистачає одного лушення дисковими лушильниками (ЛДГ-10, ЛДГ-15) на глибину 6-8 см.

На сильно забур'янених полях багаторічними бур'янами через три-чотири тижні проводять повторне лушення на більшу глибину 10-12 см

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

дисковими боронами (БДТ-7). Для боротьби з багаторічними бур'янами такими як пирій чи осот вносять гербіциди суцільної дії (раундап та ін.).

Після таких попередників, як соя, ріпак, соняшник, починають із лушення стерні дисковими знаряддями з наступною зяблевою оранкою.

Після попередника кукурудзи поле дискують важкими боронами (БДТ-7А, БДТ-10) на глибину 12-14 см і далі здійснюють зяблеву оранку на глибину 28-30 см. Після лушення стерні попередника глибина оранки складає 20-22 см. На полях з багаторічними бур'янами глибину оранки збільшують до 25-27 см [4].

На важких та перезволожених ґрунтах до оранки проводять чизелювання або щілювання на глибину 40-50 см для кращого розпушування ґрунту та покращення його аерації.

За дослідженнями проведеними в зоні Степу, на врожайність ячменю ярого рівноцінно впливає як оранка, так і плоскорізний чи поверхневий обробіток ґрунту після різних попередників.

У районах недостатнього зволоження, що піддаються вітровій ерозії після стерньових попередників застосовують безполицевий обробіток. Безполицевий обробіток ґрунту в багатьох дослідженнях показав свою перевагу та підвищення врожайності ячменю перед оранкою. Тому, є тенденція мінімізації системи основного обробітку ґрунту під ячмінь ярий, з урахуванням зональних ґрунтово-кліматичних умов, добрив, попередника [5].

На Півдні України для збереження та накопичення вологи восени проводять глибоке розпушування ґрунту. Спочатку проводять дискування на глибину 8-10 см (ЛДГ-10, БДТ-7), далі в кінці вересня – на початку жовтня оранку на глибину 20–22 см.

Весняний обробіток ґрунту під ячмінь повинен бути швидким, якісним, для максимального збереження продуктивних запасів вологи осінньо-зимового період, забезпечити якісне посівне ложе. Важливо не пересушити обробітками верхній шар ґрунту. З цією метою широко застосовують

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

комбіновані агрегати (Комбінатор, Компактор, ЛК-4, Європак та ін.). Починають обробіток ґрунту після настання фізичної стиглості [6].

Передпосівний обробіток ґрунту виконується впоперек до напрямку сівби або під кутом до неї. Головним за передпосівної підготовки ґрунту є збереження і нагромадження вологи, добре розпушення ґрунту.

Весняна обробка ґрунту під ячмінь включає ранньовесняне боронування, передпосівну культивуацію. В посушливі роки з малосніжною зимою для надання ґрунту оптимальної щільності і доброго контакту насіння з ґрунтом рекомендується коткування посіву. Це забезпечує рівномірне закладення насіння та появу дружніх сходів [7].

Для закриття вологи рано навесні проводять боронування в один-два сліди важкими зубовими боронами. Чисті поля обробляють середніми та легкими боронами. Пухкі ґрунти вимагають дворазового боронування середніми або важкими боронами. В районах достатнього зволоження важкі ґрунти рихлять на глибину 10-12 см, а піщані – на 4-6 см.

Передпосівна культивуація знищує проростаючі бур'яни, створює потужний пухкий шар, проводиться за 1-2 дні до посіву.

На легких, чистих від бур'янів ґрунтах за відсутності опадів пріоритетним є мінімальний обробіток ґрунту. Тому іноді вони не потребують культивуації, проводять лише боронування на 5-6 см.

У зоні Степу сіють ячмінь одразу після закриття вологи, не допускаючи пересихання верхнього шару ґрунту [8].

Добрива – найефективніший засіб збільшення врожайності та покращення якості зерна. Ячмінь ярий добре реагує на внесення мінеральних добрив, через слабо розвинену кореневу систему і слабе засвоєння поживних речовин. Він добре використовує також післядію добрив, тому органіку вносять під попередник.

На підзолистих і сірих лісових ґрунтах, деградованих чорноземах і каштанових ґрунтах ячмінь ярий добре реагує на азотні та фосфорні мінеральні добрива.

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

На родючих глибоких чорноземах ячмінь найбільше потребує фосфорних добрив, а на піщаних та торфових – калійних.

Продовольчий та кормовий ячмінь найбільше потребує азотних добрив, які забезпечують накопичення в зерні білкових сполук.

Пивоварний ячмінь вимагає удобрення його фосфорно-калійними мінеральними добривами, для накопичення більшої частки крохмалю.

Норми мінеральних добрив розраховують на рівень запланованої врожайності. Фосфорні та калійні добрива вносять зазвичай під основний обробіток ґрунту [9].

На дерново-підзолистих і суглинкових ґрунтах Полісся в основне удобрення вносять – N60P30K45, Центрального Лісостепу – N45P30K30. На чорноземних ґрунтах степової зони рекомендується вносити – N45P30K30.

При посіві ячменю після неудобрених попередників норми добрив збільшують на 20-30%.

Під час передпосівної культивуації рекомендується вносити азотні добрива локально на глибину 10-12 см. На бідних ґрунтах слід під час сівби слід вносити повне мінеральне добриво (10-15 кг/га).

Кислі ґрунти потребують вапнування, особливо для пивоварного ячменю.

У фазі кушіння рекомендується азотне підживлення азотними добривами з розрахунку 20-30 кг/га. Ячмінь ярий потребує також і мікродобрив, зокрема бор, мідь, марганець. Найбільш перспективним є поєднання мінеральних добрив, біопрепаратів та мікродобрив в технології вирощування культури.

Ресурсозбережним засобом підвищення урожайності та якості зерна ячменю є бактеріальні препарати. Під ячмінь застосовують бактеріальні препарати мікрогумін та поліміксобактерин. Передпосівний обробіток зерна проводиться технікою для протруєння насіння (ПС-10). Ефективність мікрогуміну пояснюється дією бактеріальних культур та фізіологічно

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

активних речовин. Препарати підвищують енергію проростання зерна, збільшують індивідуальну продуктивність рослин [10].

В Україні створено багато цінних високопродуктивних сортів ячменю, які повністю можуть забезпечити сільськогосподарське виробництво. В господарствах слід сіяти 2-3 сорти, що різняться господарськими ознаками.

Ячмінь сіють вузькорядним або звичайним рядковим способом в ранні строки, в перші дні настання польових робіт. Запізнення із сівбою призводить до зниження урожайності внаслідок втрати вологи ґрунтом, особливо в південних регіонах.

При сівбі ячменю після кращих попередників застосовують меншу норму висіву, ніж після гірших. При запізненні з сівбою норму висіву збільшують. Норми висіву ячменю ярого в зоні Полісся становлять – 4,5-5,0 млн., Лісостепу 4,0-5,0 млн., Степу – 4,0-4,5 млн. схожих зерен на 1 га. За підвищених норм висіву умови світлового режиму в посівах помітно погіршуються. В зріджених посівах ростові процеси посилюються. Такі посіви поглинають недостатньо сонячної енергії, заростають бур'янами, мають знижену продуктивність. В загущених посівах через значне перекриття листками площі посіву, виникає затінення, вилягання, що веде до послаблення фотосинтезу [2, 5].

За зміни норми висіву змінюють рівень врожайності, якість зерна, кількість продуктивних стебел, маси 1000 зерен.

У дослідженнях проведених в Лісостеповій зоні встановлено, що при збільшенні норми висіву з 3 до 6 млн. схожих зерен на 1 га показники елементів структури врожаю зменшуються [1].

Біологічний потенціал ячменю може проявитися при оптимальній глибині розміщення насіння від поверхні ґрунту, що змінюється від умов вирощування. Глибина заробки насіння на структурних ґрунтах – 4-5 см, на легких – 5-6, на важких ґрунтах – 3-4 см.

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

Ячмінь часто висівають з підсівом багаторічних трав. Норми висіву конюшини зазвичай складають 14-20 кг/га, люцерни 10-16, еспарцету - 60-90 кг/га. Суміші слід висівати зернотрав'яними сівалками СЗТ-3,6, СЗ-3,6А.

У посушливу весну для підвищення польової схожості насіння здійснюють післясходове прикочування посівів кільчасто-шпоровими котками ЗКШ-6 [4].

Загрозу посівам ячменю чинять коренепаросткові багаторічні бур'яни. Для боротьби з ними використовують гербіциди Діален Супер 464 SL, в. р. к. 0,5–0,7 л/га, Лінтур 70 WG, в. г. 0,12–0,15 кг/га, Гранстар Про 75, в. г. 15–20 г/га.

Для захисту посівів ячменю від шкідників (шведської мухи, п'явиці, смугастої блішки) їх обприскують Карате 050 ЕС, к. е. 0,15 л/га, Бі-58 новим, 40% к. е. 1,0 л/га, та ін.

Передчасне збирання зменшує врожай зерна та його якість. Ячмінь збирають переважно прямим комбайнуванням

Роздільний спосіб збирання використовують на забур'яненних полях. Косять у фазі воскової стиглості, коли вологість зерна складає 30-36%. Скошують жатками (ЖВП-6А, ЖВН-6А) у валки, при висоті зрізу 15-20 см.

Прямим комбайнуванням збирають ячмінь при настанні повної стиглості зерна, зріджені, низькорослі посіви, чисті від бур'янів. Збирають ячмінь у стислі строки, щоб не допустити вилягання рослин [6, 10].

Проведені дослідження сучасних агротехнічних прийомів при вирощуванні ячменю ярого дозволили обґрунтувати технологію виробництва ячменю ярого для наших ґрунтово-кліматичних умов (рис. 2.1).

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

Культура	Ячмінь ярий	Норма висіву, кг/га	230	Продуктивність, л/т (встановлено – 200)		25	Урожайність, ц/га		Вологий збір, ц
Сорт	Всього насіння, т	23	23	Гербіцид, л/га (Піракл)		0,5			
Попередник	Куркуліда не зерно	Система удобрення	$N_{0, P_{20} K_{80}}$	Агроцимолін		10 мл/т+10мл/га	зерна		3500
Площа, га	100	Всього пунктів, т	6,25				соломи		

№	Найменування робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату	Обслуговувальний персонал						Норма виробничості	Витрати праці, люд.*год		Оплата праці по тарифу, грн.		Разом витрати на оплату праці, грн.			Питома		Всього буршт, грн			
		у фіз. од.	в грн/га		тракторів	с-2 машин	кількість	розряд	кількість	розряд		кількість	кількість нормованих	механізатори	інші	механізатори	інші	на об'їзди	кількість, л	всього		на об'їзди	всього, грн.	
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	Лущення стерні	га	100	44,8	T-150K	100-10	1	V	24,3				26,8	3,7	29,9	24,3			24,3	24,3	5,8	580	10440	10683,3
2	Оранка	га	100	216	M84-80	100H-5-35	1	VI	124,2				6,1	16,4	131,1	124,2			124,2	124,2	17,4	1740	31320	32652
3	Ранньосівання борошні	га	100	15,5	M84-80	630C-1	1	V	0,77				85,2	1,2	9,4	76,5			76,5	76,5	15	150	2700	2776,5
4	Передпосівна культивация	га	100	43,7	M84-80	100-10H-Excel	1	V	2,16				30,2	3,3	26,5	215,9			215,9	215,9	4,5	450	8100	8315,9
5	Пропушчування насіння	т	23		ПЕ-10		1	V	4,89				10	2,3	18,4	112,5			112,5	112,5		184	3312	3424,5
6	Надповерхня насіння і добрив	т	23	138	100H-640	New Holland LM732	1	IV	0,95	1	III	0,65	60	0,4	2,3	218	15		36,8	36,8	2,7	14	252	288,8
7	Транспортирування насіння і добрив	т	29,25		ГАЗ-53		1	5,92					погод	7,6	45,6	45,6			45,6	45,6	105	24	432	477,6
8	Посів з внесенням добрив	га	100	44,8	MT3-82	ASTRA NOV 544-06	1	V	5,22	2	III	3,14	12,5	8	64	5216	627		1148,8	1148,8	4,9	490	8820	9968,8
9	Прокучування посівів	га	100	11,2	MT3-82	ЖКШ-6	1	II	0,92				50	2	16	91,7			91,7	91,7	19	190	3420	3511,7
10	Транспортирування води і добрив	т	40		ГАЗ-53		1	5,92					погод	19	113	27,1			27,1	27,1	25	25	450	477,1
11	Внесення гербіциду	га	100	7,92	Агріс AS 1010		1	VI	1,07	1	III	0,55	53	1,9	11,3	107,2	55,5		162,7	162,7	105	105	1890	2052,7
12	Збирання брехав	га	100	80,5	MF 7274 Geneva		2	VI	4,56				16,6	6	96,4	912,8			912,8	912,8	7,8	780	14040	14952,8
13	Транспортирування зерна	т	388,5		KAMAZ-6520		1	5,92					погод	118	70,8	169,2			169,2	169,2	291	291	5238	5407,2
14	Попереднє очищення	т	388,5		340-20		1	V	1,94	2	III	1,01	39	10	79,7	754,7	781		1535,7	1535,7	3,6	797	868,73	2104,43
15	Гербіцидне очищення	т	350		Пектус-Гігант		1	V	14,6	2	III	0,75	40	6,7	53,8	713,2	527		1240,3	1240,3	3,6	538	586,42	1826,72
	Разом		466												666	5255	2006		7261	7261	4840	87120	94381	

Рисунок 2.1 – Розроблена технологічна карта вирощування ячменю

2.2. Обґрунтування технологічної схеми післязбиральної обробки зерна на комплексі

Найбільш раціональним і доцільним є проведення післязбиральної обробки зерноматеріалів на спеціалізованих зерноочисних або зерноочно-сушильних комплексах, які мають комплекс технологічного обладнання, що забезпечує комплексне доведення вороху до необхідних технологічних кондицій. Для потреб агропромислового сектору економіки розроблені і функціонують типові комплекси для попередньої обробки зернових сумішей, однак вони не враховують регіональні особливості щодо районування культур та спеціалізації сільськогосподарських підприємств. Тому актуальним є розробка і обґрунтування індивідуального набору технологічного обладнання відповідно до потреб виробництва.

Виконавши аналіз особливостей господарювання в нашому регіоні, нами запропонована технологічна схема післязбиральної обробки насіння і продовольчого зерна (рис. 2.1). Проведені дослідження технічних засобів, що використовуються для зерноочно-сушильних комплексів, дозволили обґрунтувати комплекс технологічного обладнання (табл. 2.1) запропонованої технологічної лінії. Зазначені технічні засоби відповідної технологічної схеми дозволять довести якісні показники основних районованих культур до державних стандартів та світових вимог.

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

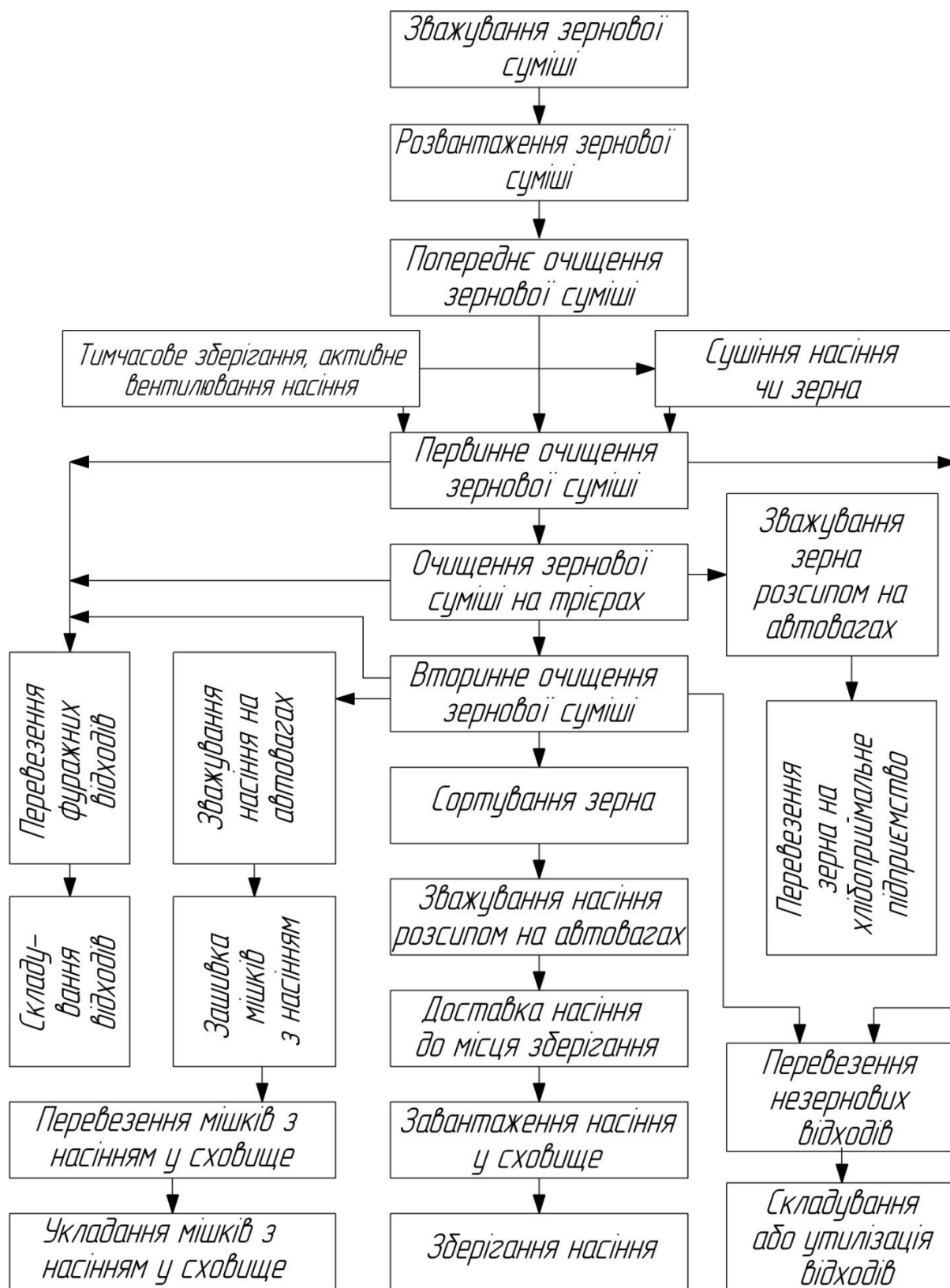


Рис. 2.1. Технологічна схема післязбиральної обробки насіння та зерна

Технічне забезпечення післязбиральної обробки насіння та зерна

Операція	Потокова обробка	Обробка на роздільно встановлених машинах
1	2	3
Зважування зернової суміші	Автомобільні ваги	
Розвантаження зернової суміші	Автомобільні підйомники ГАП-2Ц або ГУАР-15Н	Автосамосвали або вручну
Попереднє очищення зернової суміші	Машини попереднього очищення ЗД-10.000, К-523, ОВС-25	Ворохоочисник ОВС-25 або ОВУ-25У
Тимчасове зберігання, активне вентильовання насіння чи зерна	Відділення бункерів активного вентильовання ОБВ-100, ОБВ- 50, бункера БВ-25, БВ-40, С- 50В67, холодильна машина ХМВ1- 30, підлогові установки	Підлогові установки
Сушіння насіння чи зерна	Шахтні зерносушарки СЗШ-8,СЗШ-16,СЗШ-16Р, Т-662,барабанні СЗСБ-4 або СЗСБ-8	Барабані зерносушарки СЗПБ-2, підлогові установки
Первинне очищення насіння чи зерна	Зерноочисні машини ЗАВ-10.30.000, ЗАВ-10.30.000А або ЗВС-20	Ворохоочисник ОВС-25 або ОВУ-25У
Трієрування насіння чи зерна	Трієрні блоки ЗАВ-10.90.000, ЗАВ-10.90.000А або БТ-5	
Вторинне очищення насіння чи зерна	Насіннеочисні машини СВУ-5 або К-545	Насіннеочисні машини ОС-4,5, ОС-4,5А, СМ-4 або К-531
Очищення та сортування пневмосепаратором	Зерноочисна машина ЗАВ-40.02.000	
Зашивка мішків з насінням	Зашивальна машина для мішків ЗЗЕ-М	Ручна робота
Перевезення до місць зберігання	У мішках або розсипом на автомашині	У мішках або розсипом на автомашині
Зберігання насіння	Механізоване або немеханізоване насіннесховище	Механізоване або немеханізоване насіннесховище

Розрахунок зерноочисно-сушильного комплексу

Максимальне добове надходження врожаю на комплекс V_{max} залежить від виду культури, прийнятої технології збирання врожаю та продуктивності машин, задіяних в операції збирання, і визначається:

$$V_{max} = \sum_1^N 1,1 \cdot H_N \cdot n, \text{ т/добу}$$

де H_N – норма виробітку збирального комплексу, що характеризується прийнятою схемою збирання, врожайністю культури, типом технічних засобів, задіяних в операції збирання та відстанню до комплексу, т/добу;

N – приведена кількість збиральних комплексів складу, що працюють на збиранні культури, шт.;

n – кількість збиральних комплексів одного складу та продуктивності, шт.;

1,1 – коефіцієнт запасу, що характеризує можливе підвищення продуктивності при оптимальних умовах збирання врожаю.

В операції задіяні комбайни MF 7274 Cerea (1 шт), КЗС-9 «Славутич» (1 шт), ДОН-1500Б (5 шт), автомобілі КАМАЗ- 6520, відстань перевезень до 5 км.

Отже маємо:

$$V_{max} = 1,1 \cdot 27 + 1,1 \cdot 22 + 1,1 \cdot 22 \cdot 5 = 172,7 \text{ т/добу.}$$

Згідно агротехнічних вимог, збіжжя повинно пройти попереднє очищення в термін 24 години після надходження на комплекс, в цей же період необхідно довести його вологість до 14%. Визначимо час T_I , необхідний для проведення зазначених операцій при запланованому максимальному надходженні збіжжя на комплекс:

$$T_I = \frac{V_{max}}{\sum Q_{Ip}}$$

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

де $\sum Q_{Ip}$ – загальна розрахункова продуктивність машин, що задіяні в операції попереднього очищення даної культури, т/год.

Потреба технічних засобів визначається їх продуктивністю при забезпеченні належної якості:

$$\sum Q_{Ip} = K_1 \cdot \sum Q_{In} - K_2 \cdot \sum Q_{In} - K_3 \cdot \sum Q_{In}$$

де $\sum Q_{In}$ – сумарна паспортна продуктивність машин. Задіяних в операції попереднього очищення, т/год;

K_1 – коефіцієнт, що залежить від виду культури;

K_2 – коефіцієнт, що враховує втрати продуктивності при збільшенні вологості вороху понад 12%;

K_3 – коефіцієнт, що враховує втрати продуктивності при підвищенні вмісту домішок понад 10%.

$$\sum Q_{Ip} = 1 \cdot 25 - 0,25 \cdot 25 - 0,14 \cdot 25 = 15,25 \frac{\text{т}}{\text{год}}.$$

Тоді маємо:

$$T_I = \frac{172,7}{15,25} = 11,3 \text{ год.}$$

Обґрунтовуємо потребу технологічного обладнання для попереднього очищення. Потребу комплексу в забезпеченні додатковим технологічним обладнанням для попереднього очищення N_I знаходимо з залежності:

$$N_I = \frac{T_I}{16,8} - 1$$

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

де 16,8 – максимально можливий час роботи технологічного обладнання на добу, год.

$$N_I = \frac{11,3}{16,8} = 0,67.$$

Отриманий результат свідчить про те, що додаткового оснащення даного технологічного процесу запропонована схема не потребує, крім того маємо запас продуктивності приблизно 30%, що дозволить гнучко реагувати на зміни умов.

Визначимо зменшення маси зерноsumіші $M_{\Sigma I}$, що обумовлюється агротехнічними вимогами на попереднє очищення і становить не менше 50 % маси відходів від їх початкової кількості при втраті основного зерна не більше 1,5% :

$$M_{\Sigma I} = \frac{V_{max} \cdot Z_0}{100} \cdot 0,515, \text{ т}$$

де Z_0 – вихідний вміст домішок у вороху, %.

$$M_{\Sigma I} = \frac{172,7 \cdot 17}{100} \cdot 0,515 = 15,12 \text{ т.}$$

Перерахуємо масу зерноsumіші після проведення попередньої обробки:

$$M_{II} = V_{max} - M_{\Sigma I} = 172,7 - 15,12 = 157,58 \text{ т.}$$

Як зазначалося, на даному етапі необхідно привести вологість суміші до нормативної, тому визначимо потребу зерносушарок N_{IW} комплексу:

$$N_{IW} = \frac{M_{II}}{16,8 \cdot Q_c \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6}$$

де Q_c – паспортна продуктивність наявної зерносушарки, т/год;

K_4 – коефіцієнт, що характеризує вид культури, для ячменю $K_4 = 1,0$;

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

K_5 – коефіцієнт, що визначає поправку на вологість;

K_6 – коефіцієнт, що характеризує цільове призначення культури, для продовольчого призначення $K_6 = 1,0$; насіннєвого призначення – $K_6 = 0,5$.

Таким чином кількість зерносушарок становить

$$N_{IW} = \frac{157,58}{16,8 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,5} = 2,1$$

Потрібно дві зерносушарки.

Отримані дані необхідно порівняти з фактичною кількістю технологічного обладнання для попереднього очищення і сушіння, за результатами прийняти рішення про необхідність додаткового доукомплектування. При цьому, слід враховувати технологічні вимоги стосовно забезпечення завантаженості машин попереднього очищення на рівні 80% відносно розрахункової, зерносушарок – не менше 70%.

В залежності від вхідної вологості, може виникнути ситуація, при якій вологість зернового вороху не встигне дійти до необхідної протягом операційної доби. В таких випадках передбачається тимчасове зберігання з охолодженням в бункерах активного вентиляювання (БАВ), потребу в яких розрахуємо згідно наступної методики:

$$N_t = \frac{M_{II} - 16,8 \cdot Q_c \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6}{B \cdot K_7}$$

де B – місткість БАВ, т;

K_7 – коефіцієнт, що враховує використання об'єму БАВ залежно від виду культури, ячмінь – 0,76.

$$N_t = \frac{157,58 - 16,8 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,5}{25 \cdot 0,76} = 4,4.$$

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

Маємо потребу в 5 бункерах активного вентилявання.

Визначимо вологості M_t (%) після сушіння вороху за формулою:

$$M_t = \frac{W_n - W_k}{100 - W_k} \cdot 100$$

де W_n – початкова вологості зерна, %;

W_k – вологість вороху після сушіння, %.

Маємо втрати води на рівні

$$M_t = \frac{21 - 15}{100 - 15} \cdot 100 = 7,1\%.$$

Визначимо масу зерноsumіші після сушіння

$$M_{III} = M_{II} - \frac{M_{II} \cdot M_t}{100} = 157,58 - \frac{157,58 \cdot 7,1}{100} = 146,4 \text{ т.}$$

При роботі зерноочисно-сушильного комплексу можуть виникнути непередбачені ситуації, що призведе до простоїв обладнання, тому необхідно передбачити місця для тимчасового зберігання збіжжя з метою запобігання його псування внаслідок самозігрівання. Вказані майданчики повинні мати відповідну профільовану площу та накриття. Визначимо площу профільованого майданчика (критого току) S_{nn} , м²

$$S_{nn} = \frac{V_{max}}{\gamma \cdot 0,2}$$

де γ – натура зерна, т / м³ (овес $\gamma = 0,75$ т/м³);

0,2 – товщина насипу зерна, м.

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

$$S_{nn} = \frac{172,7}{0,75 \cdot 0,2} = 1151,3 \text{ м}^2.$$

Визначаємо потребу в технологічному обладнанні для первинного очищення зерносуміші N_{II} :

$$N_{II} = \frac{M_{III}}{16,8 \cdot Q_{II} \cdot K_1 \cdot 0,8}$$

де Q_{II} – паспортна продуктивність технологічного обладнання для первинного очищення, т/год;

0,8 – коефіцієнт, що характеризує ступінь використання машин.

$$N_{II} = \frac{146,4}{16,8 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 0,8} = 0,4.$$

Потрібна одна зерноочисна машина для проведення первинного очищення.

Аналогічно розрахуємо потребу в машинах для вторинного очищення N_{III} :

$$N_{III} = \frac{M_{III}}{14,4 \cdot A \cdot Q_{III} \cdot K_1 \cdot 0,8}$$

де Q_{III} – паспортна продуктивність машин для вторинного очищення, т/год;

A – нормативна максимальна тривалість вторинного очищення, діб;

14,4 – максимальний час роботи машин вторинної очистки.

$$N_{III} = \frac{146,4}{14,4 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 0,8} = 1,27.$$

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

Потрібно дві одиниці машин вторинної очистки.

Для зберігання очищеного зерна необхідні зерносклади, площу S_c яких визначимо з наступних умов:

$$S_c = \frac{M_{III}}{\gamma \cdot h \cdot K_8}$$

де h – максимальна висота насипу зерна, м;

K_8 – коефіцієнт, що характеризує ступінь використання геометричної площі зерноскладу. При умові зберігання зерна насипом становить 0,7...0,8.

$$S_c = \frac{146,4}{0,75 \cdot 2,5 \cdot 0,7} = 111,5 \text{ м}^2.$$

Загальна площа зерноочисно-сушильного комплексу становитиме:

$$S_{max} = (S_c + S_{nn} + S_3 + S_4) \cdot K_9$$

де S_3 – площа, що задіяна під автовагами, лабораторією, зерноочисними машинами першої, другої та третьої сепараторних ліній, м^2 ;

S_4 – площа, зайнята бункерами активного вентилявання, підсобними та адміністративними приміщеннями, санітарними об'єктами та іншими приміщеннями, м^2 ;

K_9 – коефіцієнт, що враховує можливе збільшення площі комплексу внаслідок реконструкції чи розширення внаслідок збільшення потужності.

$$S_{max} = (111,5 + 1151,3 + 4400 + 140) \cdot 1,2 = 6963,36 \text{ м}^2.$$

Потреба комплексу в людських ресурсах відповідно для забезпечення роботи однієї зміни визначається як

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

$$N_{Lmax} = N_{L1} + N_{L2} + N_{L3}$$

де N_{L1} – чисельність штатних працівників, осіб;

N_{L2} – чисельність операторів стаціонарного технологічного обладнання, осіб;

N_{L3} – чисельність обслуговуючого персоналу для пересувних машин, осіб.

$$N_{Lmax} = 6 + 4 + 5 = 15 \text{ осіб.}$$

Визначимо сумарні витрати електроенергії на виконання всього обсягу робіт по очищенню, сушінню і тимчасовому зберігання зернового вороху ячменю:

$$P_{max} = V_{max} \cdot P_g$$

де P_g – встановлена питома потужність всього технологічного обладнання комплексу, кВт/т;

$$P_{max} = 172,7 \cdot 75 = 12952,5 \text{ кВт.}$$

В технологічному розділі нами проаналізовано технологічні особливості післязбиральної обробки зерна ячменю на зерноочисно-сушильному комплексі.

Використовуючи результати наукових досліджень, досвід передових господарств проведено обґрунтування складу, кількості і продуктивності основного технологічного обладнання комплексу для очищення, сушіння та тимчасового зберігання зерна ячменю. На основі проведених розрахунків рекомендовано для ефективної роботи комплексу згідно нормативних термінів виконання робіт мати технологічне обладнання в складі по одній зерноочисній машині для попереднього та первинного очищення, дві зерносушарки, 5 бункерів активного вентилявання, 2 машини для вторинного очищення.

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

3. Наукова частина

Як бачимо з попереднього розділу, однією з найбільш важливих і трудомістких є операція попереднього та первинного очищення вороху, оскільки існує необхідність видалити сторонні домішки у короткі строки.

Серед найбільш поширених способів [14-16] розділення зерноsumіші на фракції є сепарація за розмірами та за аеродинамічними властивостями. Незважаючи на стрімкий розвиток останнім часом пневматичних сепараторів, за рівнем технологічної досконалості вони досі відстають від решітних машин, що пов'язано з можливістю широкого використання в останніх активних інерційних сил для інтенсифікації роботи [17, 18].

Серед напрямків підвищення ефективності роботи пневмосистем виділяють: створення умов, при яких вирівнюється швидкісне поле повітряного потоку, збільшення часу взаємодії зерноsumіші із повітряним потоком, оптимізація швидкісного повітряного потоку, обґрунтування питомого навантаження на пневмоканал тощо [14-16, 19, 20].

Пошуковий аналіз зазначених і інших напрямків підвищення ефективності пневмосепарації дозволяє виділити наступні особливості:

- збільшення швидкості повітряного потоку сприяє покращенню якості розділення матеріалу, але при цьому спостерігаються значні втрати зерна у відходи;
- збільшення рівномірності епюри поля швидкостей повітряного позитивно впливає на обидва показники якості процесу сепарації;
- збільшення часу взаємодії зерноsumіші з повітряним потоком покращує якісні показники, але призводить до зменшення продуктивності або збільшення габаритів машини;
- оберненим показником є збільшення навантаження на пневмоканал, що збільшує питому продуктивність, але при цьому погіршуються якісні показники.

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

В зв'язку з цим можемо прийти до висновку, що необхідно створити умови, за яких використовуються всі зазначенні чинники за умов їх раціонального використання, тобто застосування підвищеної швидкості повітряного потоку при забезпеченні його рівномірності, обробка матеріалу в один шар при збільшеному навантаженні на пневмоканал. Це дозволить підвищити ефективність роботи пневмосепараторів, збільшення їх питомої продуктивності при належній якості і чіткості сепарації.

Одним з факторів підвищення ефективності повітряних очисних систем є зменшення засміченості крупними домішками зерноsumіші, що надходить на обробку. Як приклад, розглянемо машини відомої фірми «Carter Day» [21], в яких зерновий матеріал перед повітряною обробкою проходить попереднє очищення на скальператорних решетах (рис.3.1).

Даний виробник пропонує цілий ряд машин, в яких застосований принцип очищення зернової суміші спочатку на циліндричних решетах (скальператорах), де виділяються домішки за розмірами (крупна фракція), наступним етапом є виділення легких домішок повітряним потоком в аспіраційному каналі. Зерноочисні машини вказаної конструкції відрізняються відносною простотою конструкції, надійністю та компактністю. Однак дані конструкції не вирішують всі зазначені вище можливості підвищення ефективності повітряного очищення в поєднанні з решітним, оскільки зосередженні лише на раціональному поєднанні цих систем в одній конструктивній схемі.

На сьогоднішній день існує потреба у створенні зерноочисних машин або ж удосконаленні існуючих, які б дозволили поєднати переваги уже існуючих очисних систем в єдину раціонально обґрунтовану систему.

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

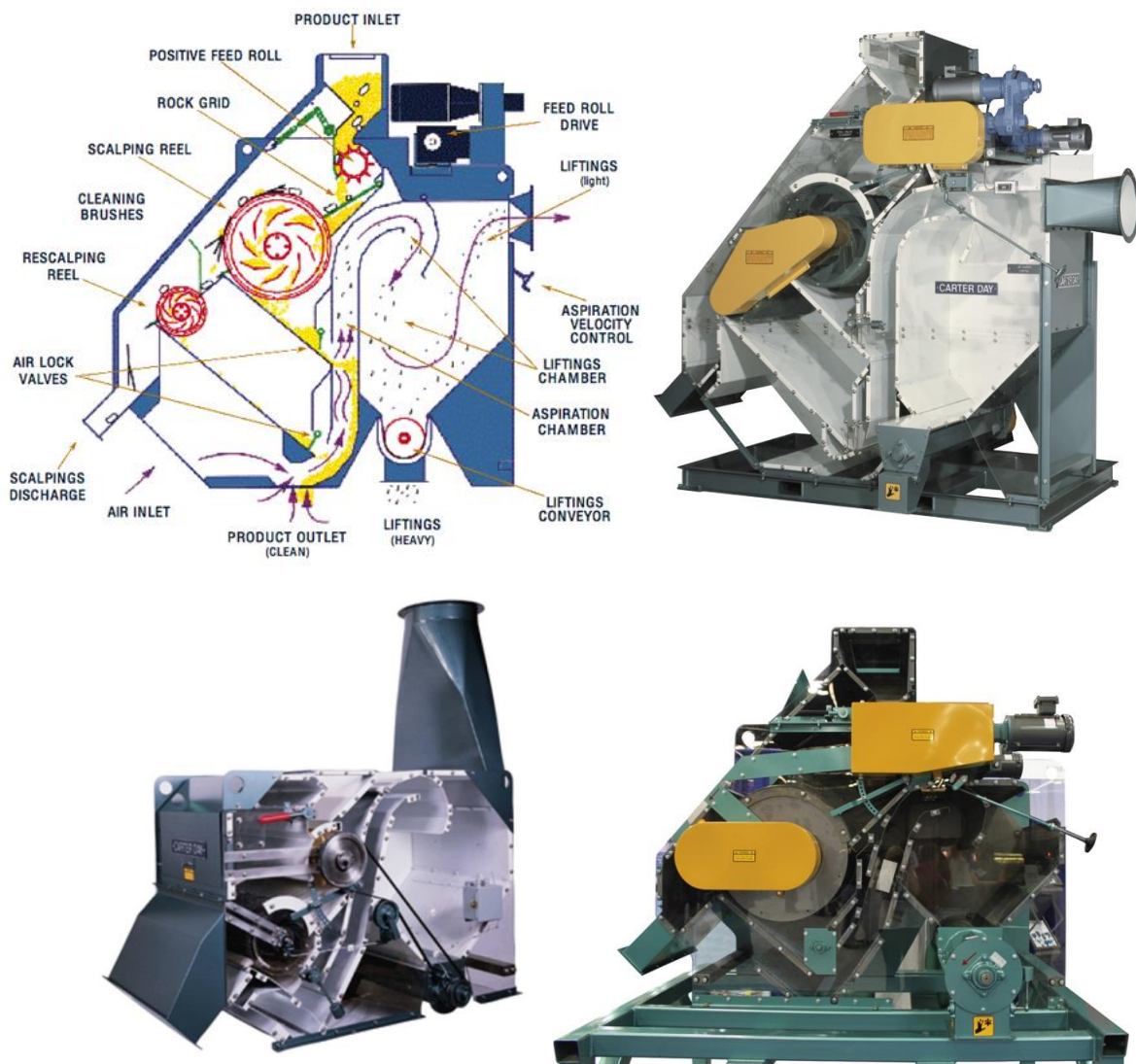


Рис. 3.1 – Схема і загальний вигляд зерноочисних машин фірми “Carter Day”

Як зазначалося вище, якісні показники розділення матеріалу на фракції також залежить від тривалості обробки зерносуміші повітряним потоком. Загальновідомою є концепція виділення легких домішок з зернового матеріалу, яка характеризується експоненціальним характером:

$$G = G_0 \cdot (1 - e^{-kt})$$

де G – вихід легких фракцій, кг/сек.;

G_0 – вміст легких фракцій у початковому матеріалі, кг;

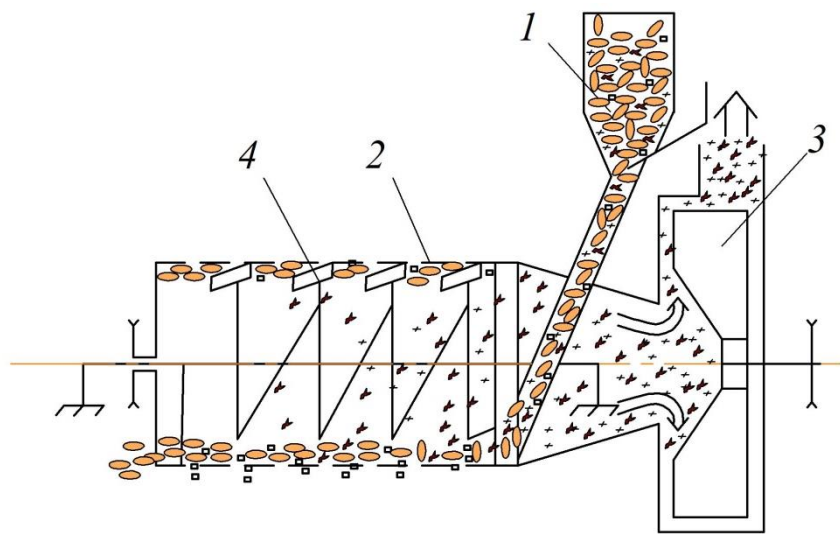
					МВЯЗОМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K – коефіцієнт сепарації, c^{-1} ;

t – час взаємодії зерноsumіші з повітряним потоком, с.

Представлена залежність підтверджує, що при збільшенні тривалості взаємодії зерноsumіші з повітряним потоком будемо спостерігати збільшення виділення легкої фракції (домішок).

Однією з спроб поєднання скальператорного очищення зерноsumіші за розмірами з аеродинамічним є наукові розробки кафедри сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету, що представляють собою конструкцію скальператорного решета з пневмосепаруючим пристроєм (рис.3.2), в якому вдалося покращити процес пневмосепарації за рахунок збільшення тривалості взаємодії повітряного потоку з зерновим матеріалом [22].



1 – бункер; 2 – скальператор; 3 – вентилятор; 4 – скребок.

Рис.3.2 – Решітний пневмосепаратор конструкції Петренко М.М.

В даному пристрої зерновий матеріал подається до внутрішньої сторони скальператора 1, де інерційні сили намагаються притиснути його до внутрішньої стінки решета. По всій площі циліндричного пневмоканалу діє повітряний потік, що видаляє легкі фракції. Досягаючи першого скребка,

зерновий матеріал розпушується ним відносно повітряного потоку і відбувається процес пневмосепарації. Процес притискання матеріалу до стінок решета і розрихлення скребками повторюється циклічно, що дозволяє збільшити інтенсивність решітної очистки та збільшити загальний час обробки зерноsumіші повітряним потоком.

Обмежуючими факторами запропонованого конструктивного рішення є обмеження частоти обертання скальператора внаслідок дії інерційних сил, що притискають матеріал до стінок решета, оскільки при цьому є граничні обмеження, при яких скребки не будуть розпушувати зерноsumіш, що не дозволить якісно видаляти легкі фракції повітряним потоком.

Таким чином, постає питання по удосконаленню та обґрунтуванню зерноочисних систем, які дозволять поєднати переваги як решітних так і пневматичних систем, при цьому звести їх недоліки до мінімуму – задача «максі-мінімуму».

3.1. Опис об'єкта розробки.

Згідно технологічної схеми, представленої вище, в якості машини для попереднього та первинного очищення використовується зерноочисна машина ОВС-25, яка дозволяє видалити легкі, дрібні та крупні домішки. Паспортна продуктивність машини при початкових умовах: вологість 15%, засміченість 10%, становить – для попереднього очищення 25 т/год, первинного 12 т/год.

Зерноочисна машина має двоканальну систему аспірації з всмоктуючим повітряним потоком, який створює відцентровий вентилятор. Складається аспірація з приймальної камери з двома каналами, вентилятора, повітропроводу, жалюзійного інерційного пилевідокремлювача, пневмотранспортера та механізму приводу. У нижній частині приймальної камери встановлено шнек-розподільник під яким розташований клапан. За допомогою клапану регулюється якість завантаження аспірації. Повітряні канали з'єднуються кожухом коробчатого виду з вхідним отвором

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

вентилятора. Жалюзійний інерційний пилевідокремлювач призначений для очищення відпрацьованого повітря.

Для виділення крупних і дрібних домішок ОВС-25 оснащена двома однотипними решітними станами, які мають по чотири решета кожний. Стани розташовані один під одним і працюють паралельно. Зерновий матеріал на них поступає після повітряного очищення з відповідних каналів. Решета в кожному стані встановлюються по фракційній схемі: верхні – ділильне та колосове, нижні – підсівні.

Практика використання зерноочисної машини ОВС-25 виявила необхідність підвищення ефективності і технічного рівня її повітряної та решітної систем.

Аналіз наукових досліджень післязбиральної обробки зернових матеріалів [14-20] дозволив виявити, що для підвищення ефективності роботи ЗОМ загального призначення типу ОВС необхідно:

1. Знизити питоме навантаження на систему аспірації шляхом виділення грубих домішок перед повітряним очищенням (рис.3.3), використавши для цього скальператорне решето з прутковою поверхнею (рис.3.5);

2. Зменшити енергетичні витрати на створення повітряного потоку та запиленість робочої зони за рахунок застосування замкненої повітряної системи.

Технологічний процес роботи запропонованої ЗОМ загального призначення (рис. 3.3, рис. 3.4) наступний.

Зерновий матеріал подається в приймальну камеру скальператорного решета завантажувальним транспортером. На скальператорі відбувається виділення грубих домішок, які йдуть сходом. Основний матеріал проходить крізь отвори решета і потрапляє до шнека, який розподіляє його по всій ширині камери подачі. Потім зерно потрапляє до аспіраційного каналу.

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

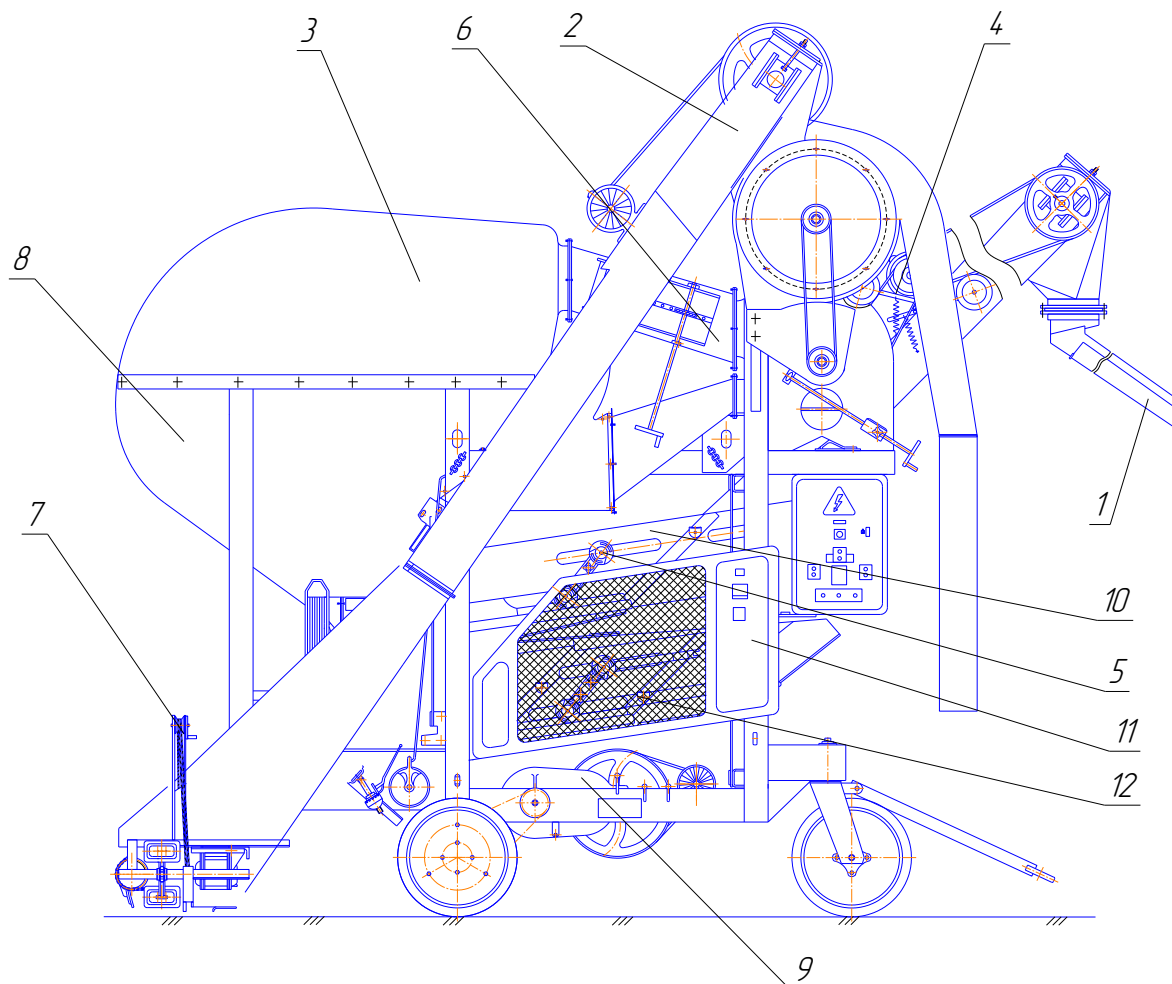


Рис. 3.3. Загальний вигляд зерноочисної машини ОВС-25М:

1 – вивантажувач очищеного зерна, 2 – завантажувач вороху, 3 – відцентровий вентилятор, 4 – скальператорна система, 5 – ексцентриковий механізм, 6 – повітряний канал, 7 – механізм підйому живильників, 8 – осадова камера, 9 – механізм самоходу, 10 та 12 – решітні стани, 11 – механізм налаштування решітних станів.

В повітряних каналах на матеріал діє вертикальний повітряний потік з швидкістю, близькою до швидкості витання основної культури. Легкі домішки і пил, що виділяються з вороху, затримуються у осадовій камері, а повітряний потік подається вентилятором знову до аспіраційного каналу.

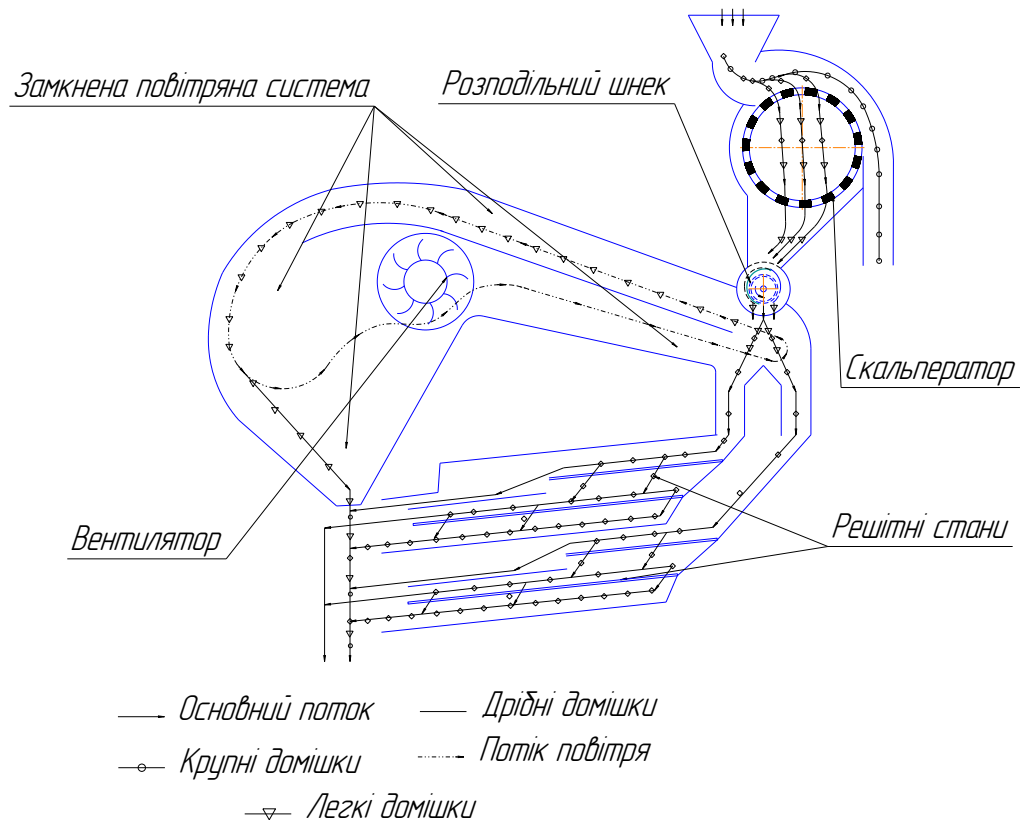


Рис. 3.4. Запропонована функціональна схема ЗОМ.

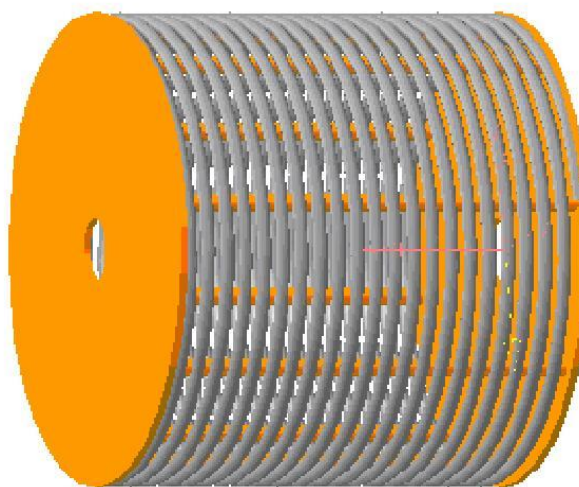


Рис.3.5. Скальператорне решето з прутковою поверхнею

Зерно, очищене від легких домішок, направляється на паралельно працюючі решітні стани двома рівномірно розподіленими потоками, де відбувається розділення за розмірами на три фракції: зерно основної культури, крупні та дрібні домішки.

Відходи, що отримані під час обробки зернового матеріалу в повітряній частині та на решітних станах, виносяться в бік від машини шнеком фуражних відходів.

Очищене зерно за допомогою скребкового вивантажувача виводиться з машини утворюючи новий бунт чистого зерна, або у транспортні засоби.

3.2. Формулювання мети і задач досліджень.

Метою даної роботи є підвищення технологічної ефективності роботи зерноочисної машини загального призначення шляхом дослідження і обґрунтування параметрів скальператорного решета пруткового типу та системи аспірації.

Об'єктом дослідження є процес розділення на фракції зернової суміші скальператорним решетом та в аспіраційній системі.

Предметом досліджень є параметри системи аспірації та скальператорного решета з прутковою поверхнею ЗОМ загального призначення.

Задачі досліджень:

1. Обґрунтувати параметри скальператорного решета з прутковою поверхнею;
2. Обґрунтувати параметри системи аспірації замкнутого типу;

3.3. Обґрунтування параметрів скальператорного решета

Процес розділення зернової суміші на решетах з теоретичної точки зору ґрунтується на припущенні, що частка гарантовано пройде в отвір решета, при умові розміщення її центра мас над отвором, при цьому швидкість переміщення частки буде менше критичної швидкості [23].

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

Таким чином, задачею дослідження параметрів розділення зерноsumіші на скальператорі є необхідність обґрунтування раціональної швидкості переміщення частки по зовнішній поверхні решета.

Дослідженнями [22, 24] встановлено, що раціональними параметрами скальператорної системи є ті, при яких траєкторії руху частинок будуть максимально наближені до поверхні циліндричного решета. При цьому будемо спостерігати проходження важких частинок в отвори за умови $v_{\text{прох}} = v_{\text{крит}}$, натомість легкі частинки будуть підніматися нагору й по зовнішній стороні циліндричного решета виводитися із зони сепарації.

Дослідження траєкторій переміщення частинок будемо проводити для декількох варіантів завантаження й подачі зернової суміші.

Для вирішення задачі приймемо деякі обмеження: відсутній удар частинки об поверхню решета; при надходженні частинки на поверхню скальператора вона набуває його лінійної швидкості v_0 , при цьому відбувається вільний політ під дією цієї швидкості; швидкість подачі зернового матеріалу дорівнює окружній швидкості барабана, опором повітряного середовища можна знехтувати.

Переміщення частки опишемо наступними залежностями:

$$m \frac{dv_x}{dt} = 0; \quad \frac{dv_x}{dt} = 0; \quad (3.1)$$

$$m \frac{dv_y}{dt} = mg; \quad \frac{dv_y}{dt} = g. \quad (3.2)$$

Інтегрування представлених залежностей дозволяє отримати значення швидкостей для кожного з варіантів (рис.3.6.) завантаження:

перший варіант

$$v_x = \frac{dx}{dt} = C_1; \quad v_y = \frac{dy}{dt} = gt + C_2; \quad (3.3)$$

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

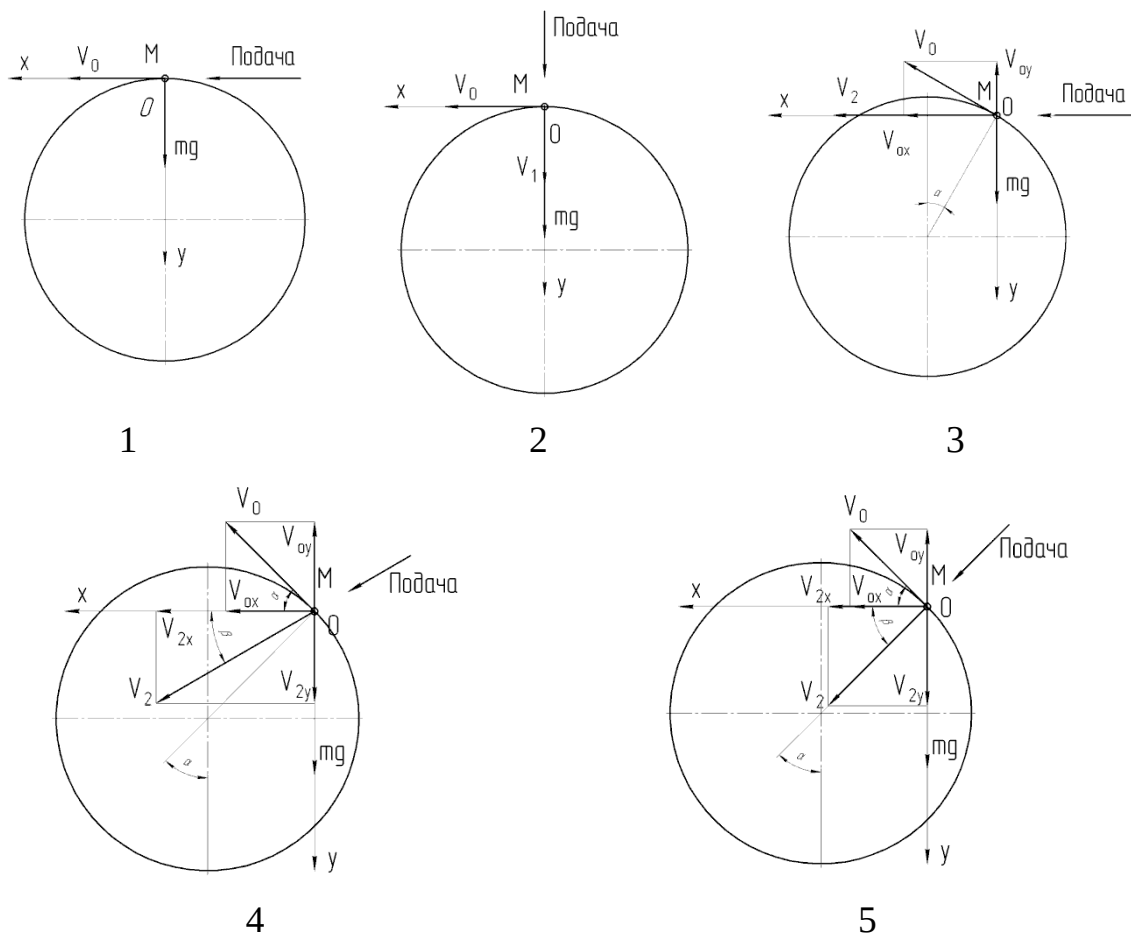


Рис. 3.6. Варіанти завантаження і подачі зернового матеріалу

другий варіант

$$v_x = \frac{dx}{dt} = C_3; \quad v_y = \frac{dy}{dt} = gt + C_4; \quad (3.4)$$

третій варіант

$$v_x = \frac{dx}{dt} = C_5; \quad v_y = \frac{dy}{dt} = gt + C_6; \quad (3.5)$$

четвертий варіант

$$v_x = \frac{dx}{dt} = C_7; \quad v_y = \frac{dy}{dt} = gt + C_8; \quad (3.6)$$

п'ятий варіант

$$v_x = \frac{dx}{dt} = C_9; \quad v_y = \frac{dy}{dt} = gt + C_{10} \quad (3.7)$$

Постійні інтегрування знайдемо при початкових умовах, коли $t = 0$.

З врахуванням початкових умов значення координат x , y траєкторії частинок становлять:

перший варіант

$$x = v_0 t; \quad y = \frac{gt^2}{2}; \quad (3.8)$$

другий варіант

$$x = v_0 t; \quad y = \frac{gt^2}{2} + v_1 t; \quad (3.9)$$

третій варіант

$$x = v_{0x} t + v_2 t; \quad y = \frac{gt^2}{2} - v_{0y} t; \quad (3.10)$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha; \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha;$$

четвертий варіант

$$x = v_{0x} t + v_{2x} t; \quad y = \frac{gt^2}{2} - v_{0y} t + v_{2y} t; \quad (3.11)$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha; \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha;$$

$$v_{2x} = v_2 \cos \beta; \quad v_{2y} = v_2 \sin \beta;$$

п'ятий варіант

$$x = v_{0x} t + v_{2x} t; \quad y = \frac{gt^2}{2} - v_{0y} t + v_{2y} t; \quad (3.12)$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha; \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha;$$

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

$$v_{2x} = v_2 \cos \beta; \quad v_{2y} = v_2 \sin \beta;$$

де v_0 – колова швидкість поверхні скальператорного решета (згідно припущення швидкість переміщення зерна),

$$v_0 = \frac{\pi D n}{60}; \quad (3.13)$$

v_1 – швидкість переміщення частки, що надходить до скальператора,

$$v_1 = v_2 + g t_1, \quad (3.14)$$

v_2 – колова швидкість живильника,

$$v_2 = \frac{\pi d_1 n_1}{60}, \quad (3.15)$$

де d_1 – діаметр живильника, м;

n_1 – частота обертання живильника, хв^{-1} ;

t_1 – час переміщення частинки від живильника до поверхні скальператора, с.

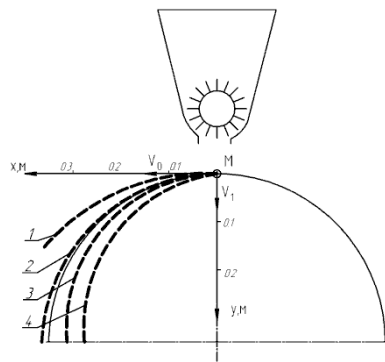
$$t_1 = \sqrt{2H / g}, \quad (3.16)$$

де H – відстань від живильника до скальператора, м.

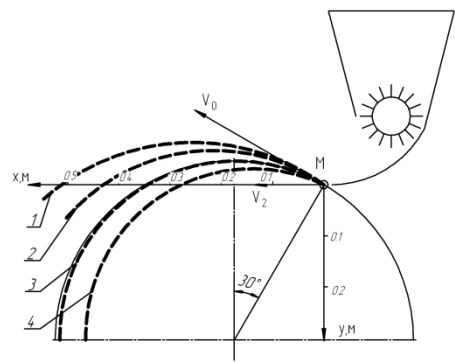
Згідно проведених досліджень побудовані графіки траєкторій руху матеріалу при різних схемах завантаження (рис. 3.7).

Аналіз графічний інтерпретацій для всіх видів подачі зерноsumіші показує, що для кожного типу подачі існує одна траєкторія, яка максимально наближена до окружності циліндричного решета і можлива за певних значень частоти обертання й діаметра скальператора.

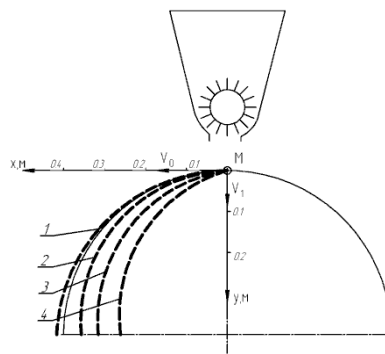
					МВЯЗОМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



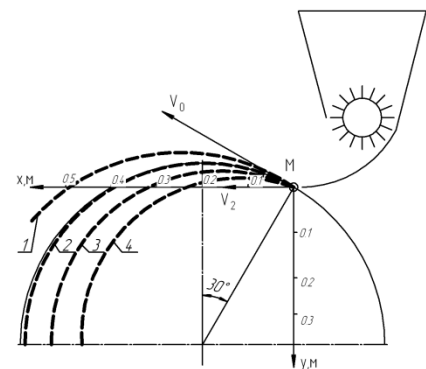
$$D = 0,7 \text{ м; } \alpha = 0^0; \beta = 90^0$$



$$D = 0,7 \text{ м; } \alpha = 30^0; \beta = 0^0$$



$$D = 0,8 \text{ м; } \alpha = 0^0; \beta = 90^0$$



$$D = 0,8 \text{ м; } \alpha = 30^0; \beta = 0^0$$

Рис.3.7. Залежність траєкторій переміщення частинки від діаметра D скальператора при частоті його обертання:

$$1 - 50 \text{ хв}^{-1}, 2 - 40 \text{ хв}^{-1}, 3 - 30 \text{ хв}^{-1}, 4 - 20 \text{ хв}^{-1}$$

Зіставляючи отримані залежності з експериментальними даними, отриманими деякими дослідниками, можна рекомендувати наступні параметри роботи скальператорного решета: найкращі умови для сепарації зернової суміші забезпечуються при куті завантаження $\alpha \leq 30^0$, кут подачі матеріалу $\beta = 0^0$; частота обертання скальператора $n = 35-40 \text{ хв}^{-1}$; діаметр скальператора $D = 0,8 \text{ м}$.

3.4. Обґрунтування параметрів аспіраційної системи

Обґрунтування перерізу повітряних каналів

Відповідно до конструктивних особливостей машини форма перерізу аспіраційних каналів прямокутна (рис. 3.8).

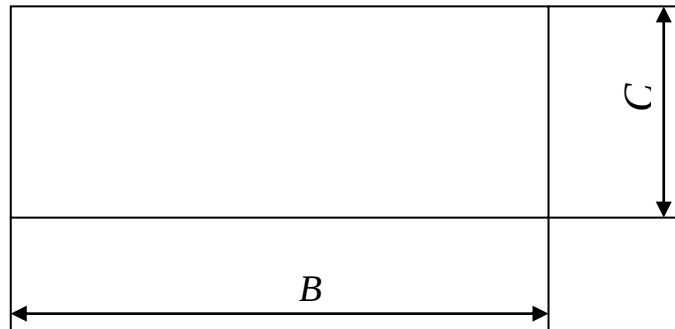


Рис. 3.8. Розміри перерізу аспіраційного каналу.

Застосування решітного очищення від грубих домішок перед повітряним очищенням у аспіраційному каналі дозволяє при попередньому очищенні зерна підвищити питоме навантаження на один канал з 1250 кг/дм·год до 1275 кг/дм·год [18, 23].

Ширина аспіраційного каналу залежно від питомого навантаження становитиме:

$$B = \frac{Q}{q_B \cdot K_1 \cdot z}$$

де Q – запланована продуктивність машини, т/год;

q_B – питоме навантаження на одиницю ширини каналу, т/дм·год;

z – кількість каналів, $z = 2$;

K_1 – коефіцієнт, що характеризує підвищення питомої пропускної здатності аспіраційної системи застосуванні скальператора перед аспірацією,

$$K_1 = \frac{q_B}{q_B'}$$

де q_B – питоме навантаження на одиницю ширини аспіраційної системи при застосуванні скальператора, т/дм·год;

q_B' – питоме навантаження на одиницю ширини аспіраційної системи базове, т/дм·год.

$$K_1 = \frac{1275}{1250} = 1,02$$

Тоді ширина аспіраційного каналу становитиме:

$$B = \frac{25000}{1250 \cdot 1,02 \cdot 2} = 9,8 \text{ дм} = 980 \text{ мм.}$$

Конструктивну ширину аспіраційних каналів необхідно узгодити з решітною та забезпечити запас на можливі зміни вологості і засміченості зернового матеріалу. Зважаючи на вказане, ширину аспіраційного каналу приймаємо рівною 1000 мм.

Глибина аспіраційних каналів визначається відповідно до експериментальних даних за формулою [20]

$$C = \frac{q_B + 1350 \cdot \eta - 1135}{22,7 - 27 \cdot \eta};$$

де $\eta = 0,6 \dots 0,7$ – нормативна кількість виділення легких домішок для попереднього очищення.

Глибина каналу складе:

$$C = \frac{1250 + 1350 \cdot 0,65 - 1135}{22,7 - 27 \cdot 0,65} = 152,3 \text{ мм.}$$

Питоме навантаження площі аспіраційної системи

$$q_F = \frac{q_B}{C} = \frac{1250}{1,5} = 833 \text{ кг/год} \cdot \text{дм}^2$$

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

Обґрунтування параметрів осадової камери.

Для очищення повітря, яке повертається у аспіраційні канали (замкнена циркуляція повітря), застосовуємо осадову камеру відцентрового типу (рис.3.9).

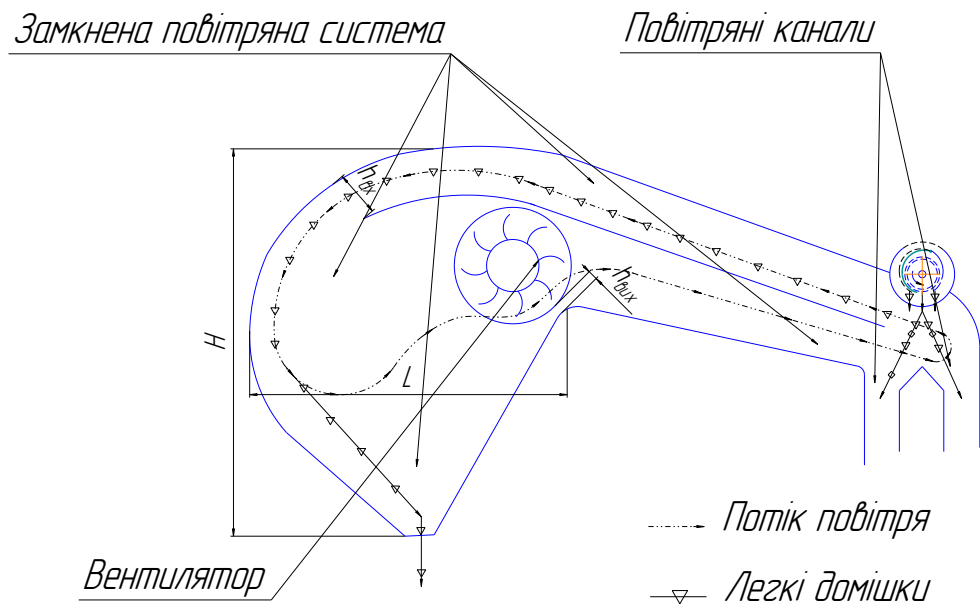


Рис.3.9. Схема замкненої повітряної системи

Форму і розміри осадової камери вибираємо конструктивно. Ширину камери приймаємо рівною ширині пневмосепаруючого каналу: $B_1=B=1000$ мм.

Для ефективної роботи відцентрової осадової камери її довжину визначаємо з умови: $L=(5\dots6)C$

де C – глибина пневмосепаруючого каналу;

$$C=5\cdot 150=750\text{ мм.}$$

Глибина каналу становить $H=1,2\cdot L=1,2\cdot 750=900$ мм

Втрати тиску в осадовій камері визначається за формулою:

$$P_{mc}=\xi\cdot\frac{\rho_n\cdot g^2}{2\cdot g},$$

де ρ_n – значення щільності повітряного середовища;

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

ϑ – швидкість повітряного потоку на вході до осадової камери;

ξ – коефіцієнт опору осадової камери, для раптово розширених трубопроводів коефіцієнт опору $\xi = 1,4$.

$$P_{mc} = 1,4 \cdot \frac{1,2 \cdot 15^2}{2 \cdot 9,81} = 19,2 \text{ Па.}$$

Висновки по розділу

На підставі результатів огляду літератури, патентного огляду вітчизняних та зарубіжних аналогів, даних випробувань зерноочисних машин в процесі модернізації внесені зміни у конструкцію базової машини, а саме:

- знизили питоме навантаження на систему аспірації шляхом виділення грубих домішок скальператорним решетом перед повітряним очищенням;
- зменшили енергетичні витрати на створення повітряного потоку за рахунок застосування замкненої повітряної системи;
- підвищили якість решітного очищення за рахунок застосування скальператорного решета з прутковою поверхнею

Ці зміни дають змогу суттєво підвищити питоме зернове навантаження на одиницю ширини аспіраційного каналу, а застосування замкненої аспіраційної системи дозволяє зменшити як енергоємність, так і матеріалоємність цього вузла.

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

4. Охорона праці

Заходи по створенню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці при експлуатації зерноочисної машини.

Для захисту від шкідливої дії пилу обслуговуючий персонал забезпечується засобами індивідуального захисту від запилення: респіратор У-2К, ТУ 1622-78 або марлевою пов'язкою [26]. Приміщення де встановлюється зерноочисна машина обладнується системою вентиляції.

Для зниження шуму на модернізованій машині проведені наступні заходи:

– в робочих органах зерноочисної машини зниження шуму досягається шляхом змащення, а також встановленням елементів, які створюють шум, на пружні прокладки;

– робоча зона з рівнем шуму 80 дБа позначена знаками безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026 [27].

На зерноочисній машині передбачені надписи “Обслуговування і ремонт виконувати при відключених рубильниках”, “Закрито” і “Відкрито”. На кришках вентилятора, електродвигунів нанесені жовтою фарбою стрілки, які показують напрямок руху.

Для зручного очищення приймальної камери від залишків зернової суміші встановлені спеціальні люки. Зусилля на важелях управління не перевищує 60 Н у відповідності з вимогами ДСП 3.3.2.041-99 [26].

Кінцевий вимикач встановлений біля завантажувального транспортера забезпечує при відкриванні відключення електричного струму управління зерноочисною машиною.

Заходи по створенню безпечних умов праці на модернізованій машині.

Всі металеві струмоведучі частини електрообладнання, які можуть виявитися під напругою в наслідок порушення ізоляції, заземлені шляхом приєднання до заземлюючого пристрою.

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

Дверцята шафи управління закриваються на ключ, на її внутрішній стороні приведена принципова електрична схема, нанесений знак електричної напруги згідно ГОСТ 12.2.026 [27]. Для подачі звукового сигналу перед включенням робочих органів зерноочисної машини встановлена сигнальна сирена СС-143 220В 50 Гц ТУ25-00.1044 [27]. Електрообладнання захищено температурним захистом УВТЗ-5 [26].

Для попередження попадання пилу в підшипники зі сторони внутрішньої частини корпусів встановлені гумові ущільнення з прижимним фланцем.

Ящик управління виконаний пилевологозахисного виконання, що попереджує попадання пилу і вологи на струмоведучі частини.

Транспортування зерноочисної машини здійснюється у відповідності з «Загальними правилами перевезення вантажів автотранспортом».

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

5. Економічна частина

В процесі модернізації зерноочисної машини загального призначення в її конструкцію були внесені зміни: стандартну повітряну систему замінено на замкнену повітряну систему, що зменшує енергетичні витрати на створення повітряного потоку та зменшується запилення в зоні очищення. Ці зміни дозволяють зменшити витрати часу на регулювання машини на 15 хвилин у робочу зміну. Зміни, внесені в параметри пневмосистеми дозволяють скоротити енергоємність процесу, та потужність встановленого електродвигуна.

Техніко-економічні показники порівнюваних машин

№ з/п	Показники	Один. вимір	Умовні позн.	Машина	
				базова	модерніз.
1	Тип машини			самопересувна	
2	Маса машини	кг	M	1915	1897
3	Маса покупних виробів	кг	M_n	711	680
4	Продуктивність машини за 1 годину чистого часу	т/год	$P_{\text{ч}}$	20	20
5	Потужність електродвигуна	кВт	$P_{\text{д}}$	9,5	9,1
6	Коефіцієнти використання часу зміни: - робочого - експлуатаційного		$K_{\text{вр}}$ $K_{\text{ек}}$	0,68 0,63	0,71 0,65
7	Нормативне річне завантаження машини	год.	$P_{\text{зм}}$	250	250
8	Кількість деталей в машині	шт.	H_z	1500	1483
9	Кількість найменувань деталей в машині всього, в т.ч.: - оригінальних - стандартних	шт.	D_z $D_{\text{ор}}$ $D_{\text{ст}}$	619 232 147	611 224 162
10	Кількість найменувань деталей, які розроблені в процесі модернізації	шт.	$H_{\text{ор}}$	-	46

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

6. Висновки

Під час виконання кваліфікаційної роботи був проведений пошуковий аналіз сучасних технологічних прийомів землеробства при вирощуванні ячменю ярого. Зважаючи на проаналізовані рекомендації, була обґрунтована технологія виробництва даної культури для агрокліматичних умов північного Степу України.

Враховуючи необхідність доведення зібраного врожаю до необхідних кондиційних вимог було спроектовано та обґрунтовано технологічну схему післязбиральної обробки ячменю на зерноочисно-сушильному комплексі. Підібрано комплект технологічного оснащення, визначено його потребу відповідно до максимального завантаження.

Метою наукової роботи було підвищення ефективності післязбиральної обробки зернових матеріалів шляхом обґрунтування решітної та аспіраційної систем зерноочисної машини загального призначення. Відповідно до цього були поставлені задачі досліджень і запропоноване технічне рішення для досягнення поставлених задач. В процесі модернізації зерноочисної машини загального призначення типу ОВС до її конструкції були внесені наступні зміни:

- знижене навантаження на систему аспірації шляхом виділення грубих домішок скальператорним решетом перед повітряним очищенням;
- зменшені енергетичні витрати на створення повітряного потоку за рахунок застосування замкненої повітряної системи;
- підвищена якість решітного очищення за рахунок застосування скальператорного решета з прутковою поверхнею.

Для запропонованої схеми ЗОМ проведені дослідження роботи скальператорного пруткового решета з зовнішньою робочою поверхнею, що дозволило обґрунтувати його параметри і режими роботи. В технологічних розрахунках проведено розрахунок основних конструктивних параметрів і режимів роботи системи аспірації замкнутого типу.

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

У розділі “Охорона праці” нами проаналізовані небезпечні та шкідливі фактори, що впливають на працівників, а також розроблено комплекс заходів по запобіганню їх впливу на організм персоналу при роботі з зерноочисною машиною.

В економічній частині визначено техніко-економічні показники базової та проектної зерноочисних машин. Дослідження відповідних показників підтвердило доцільність запропонованих в роботі змін, що дозволяє зробити висновок про можливість впровадження модернізованої машини у виробництво.

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

Список використаних джерел

1. Бельдій Н., Загинайло М., Носуля А. Ячмінь – культура прибуткова. Пропозиція. 2012. С. 12-14.
2. Пабат І. А., Горобець А. Г., Горбатенко А. І. Попередники, добрива і обробіток ґрунту під ярий ячмінь у Степу. Вісн. аграр. науки. 2002. № 4. С. 17-21.
3. Циліурік О.І., Шапка В.П. Ефективність безполіцевого обробітку ґрунту за вирощування ячменю ярого в північному Степу. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 1. 2014. С 24-28.
4. Гордієнко В. П., Бодня В. І. Вплив тривалого застосування різних систем удобрення й обробітку ґрунту в сівозміні на урожайність ярого ячменю. Вісн. Полтавської держ. аграр. академії. Полтава, 2005. № 4 (23). С. 94-100.
5. Чернелівська О. О., Дзюбенко І. М., Наконечний В. О. Вплив основного обробітку ґрунту та системи удобрення на продуктивність ячменю ярого. Корми і кормовиробництво. Вип. 85, 2018. С. 76-81.
6. Коваленко А. М., Тимошенко Г. З., Новохижній М. В. Ефективність застосування мікробних препаратів в умовах природного зволоження на посівах ячменю ярого за різних способів обробітку ґрунту. Зрошуване землеробство. Вип. 62. С. 50-52.
7. Городній М. М., Білера Н. М. Вплив 50-річного застосування добрив в зерно-буряковій сівозміні зони Лісостепу на врожайність та якість зерна ячменю ярого. Науковий вісник НАУ. К., 2007. Вип. 116. С. 155–159.
8. Гораш О. С., Рожик М. Р., Мастій В. В. Ефективність вирощування пивоварного ячменю ярого в умовах Західного Лісостепу. Вісник аграрної науки, 2008. № 5. С. 41–49.
9. Лень О. І. Забезпеченість рослин ячменю ярого основними елементами живлення залежно від варіантів удобрення. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 4. 2010. С 182-185.

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

10. Гораш О. С. Формування урожайності зерна ячменю ярого. Вісник аграрної науки, 2008. № 6. С.25-27.
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. Сисолін П.В., Петренко М.М., Свірень М.О. Сільськогосподарські машини. Кн. 3. К. : Фенікс, 2007. 432 с.
14. 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. 53-61.
15. Васильковський О. М. Підвищення ефективності повітряного очищення зерна / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідом-чий науково-технічний збірник. Вип. 35. – Кіровоград : КНТУ, 2005. – С. 286–288.
16. Лещенко С.М. Підвищення ефективності попереднього очищення зернових сумішей / С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, М.І.

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

Васильковський, В.В. Гончаров // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 18. – Луцьк: ред. вид. відділ ЛНТУ, 2009. – С. 230-234.

17. 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.
18. 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.
19. 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.
20. Nesterenko, A.V., Leshchenko, S.M., Vasytkovskyi, 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.
21. Stainless Steel Scalperator / Каталог фірми Carter Day. URL: <http://www.carterday.com/petrochemical/industrial/stainless-steel-scalperator/>.
22. Петренко Н.Н. Исследование вращающегося воздушного канала для очистки зернового вороха: дисс....кандидата техн. наук : 05.20.01 / Николай Николаевич Петренко. – Кировоград, 1974. – 120 с.
23. 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.
24. Васильковський О. М. Аналіз закономірності руху частки по прутковому барабану відцентрово-пневматичного сепаратора зерна з врахуванням

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

повітряного опору середовища / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Вісник Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка. – Харків. – 2007. – Вип. 59. – С. 177–186.

25. Васильковський О. М. Математична модель роботи відцентрово-пневматичного сепаратора зерна / О. М. Васильковський, В. В. Гончаров, Д. І. Петренко, С. М. Лещенко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ. – 2010. – Вип. 10. Т.8. – С. 94–104.
26. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: "Урожай", 1991. – 136 с.
27. 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.
28. Єрмаков О.Ю., Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.
29. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник - К.: Вища освіта, 2013. – 535с.

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

Додатки

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

		Перв. примен.				Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
										Документація		
						A1			МВЯЗОМ 00.030 СБ	Складальне креслення	1	
										Деталі		
						A2	1		МВЯЗОМ 00.030.601	Вал	1	
							2		МВЯЗОМ 00.030.602	Маточина	2	
							3		МВЯЗОМ 00.030.603	Спіральна навивка	1	
							4		МВЯЗОМ 00.030.404	Диск	2	
							5		МВЯЗОМ 00.030.605	Вісь	12	
							6		МВЯЗОМ 00.030.306	Шків	1	
							7		МВЯЗОМ 00.030.307	Корпус	1	
							8		МВЯЗОМ 00.030.308	Корпус	2	
							9		МВЯЗОМ 00.030.309	Корпус	1	
							12		МВЯЗОМ 00.030.811	Втулка	1	
										Стандартні вироби		
							10			Підшипник 211204	2	
										ГОСТ 28428-90		
							11			Гайка М44-6Н.6	2	
										ГОСТ 11871-80		
							13			Манжета 1-40×80-3	3	
										ГОСТ 8752-79		
						МВЯЗОМ 00.030						
						Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
						Разраб.	Салиєнко				Скальператор	
						Пров.	Петренко					
						Н.контр.	Осипов					
						Утв.	Свірень				ЦНТУ зр. АІ-19М-1,4	

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

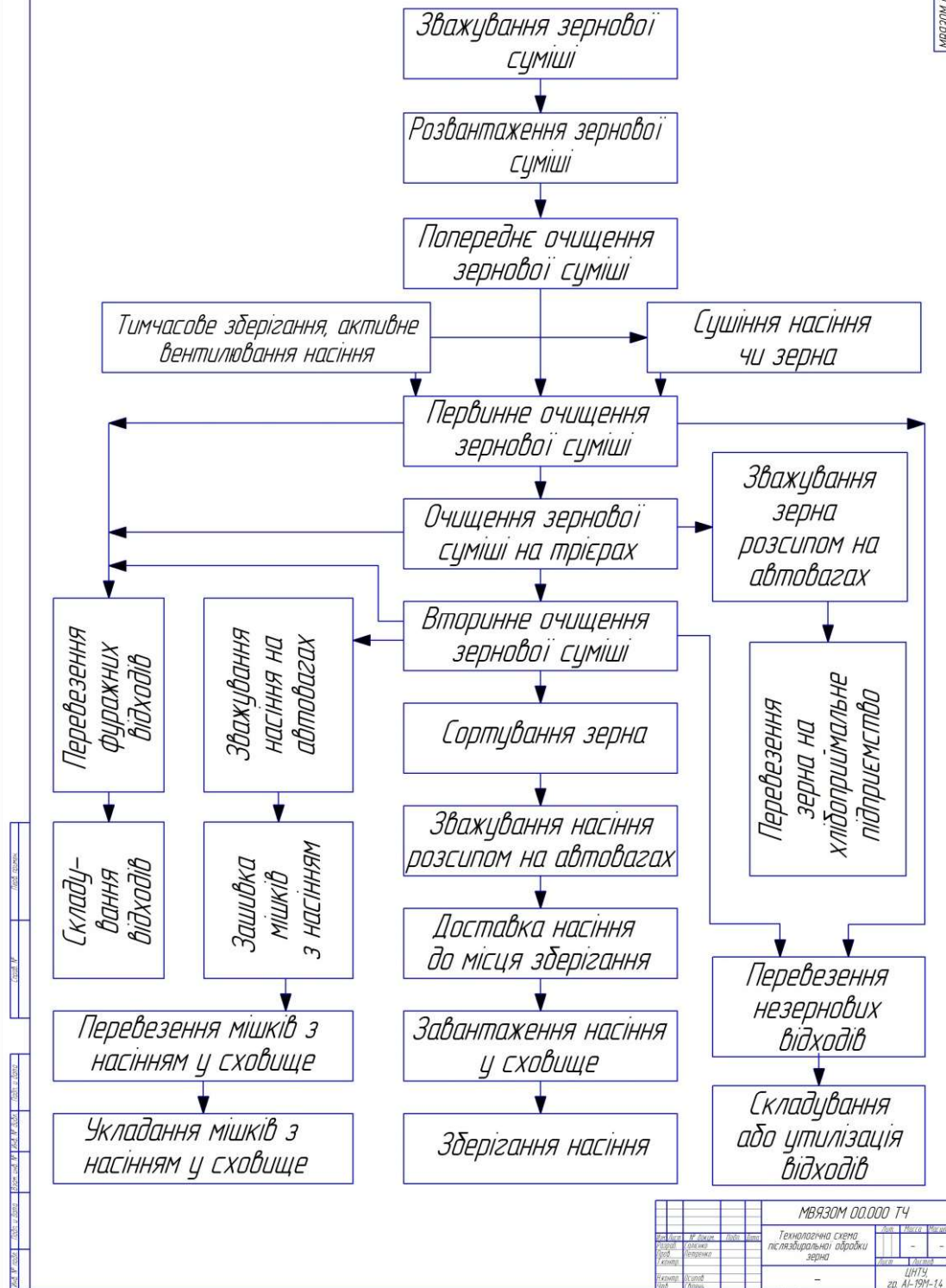
Механізація вирощування ярого ячменю з
обґрунтуванням системи аспірації ЗОМ
загального призначення

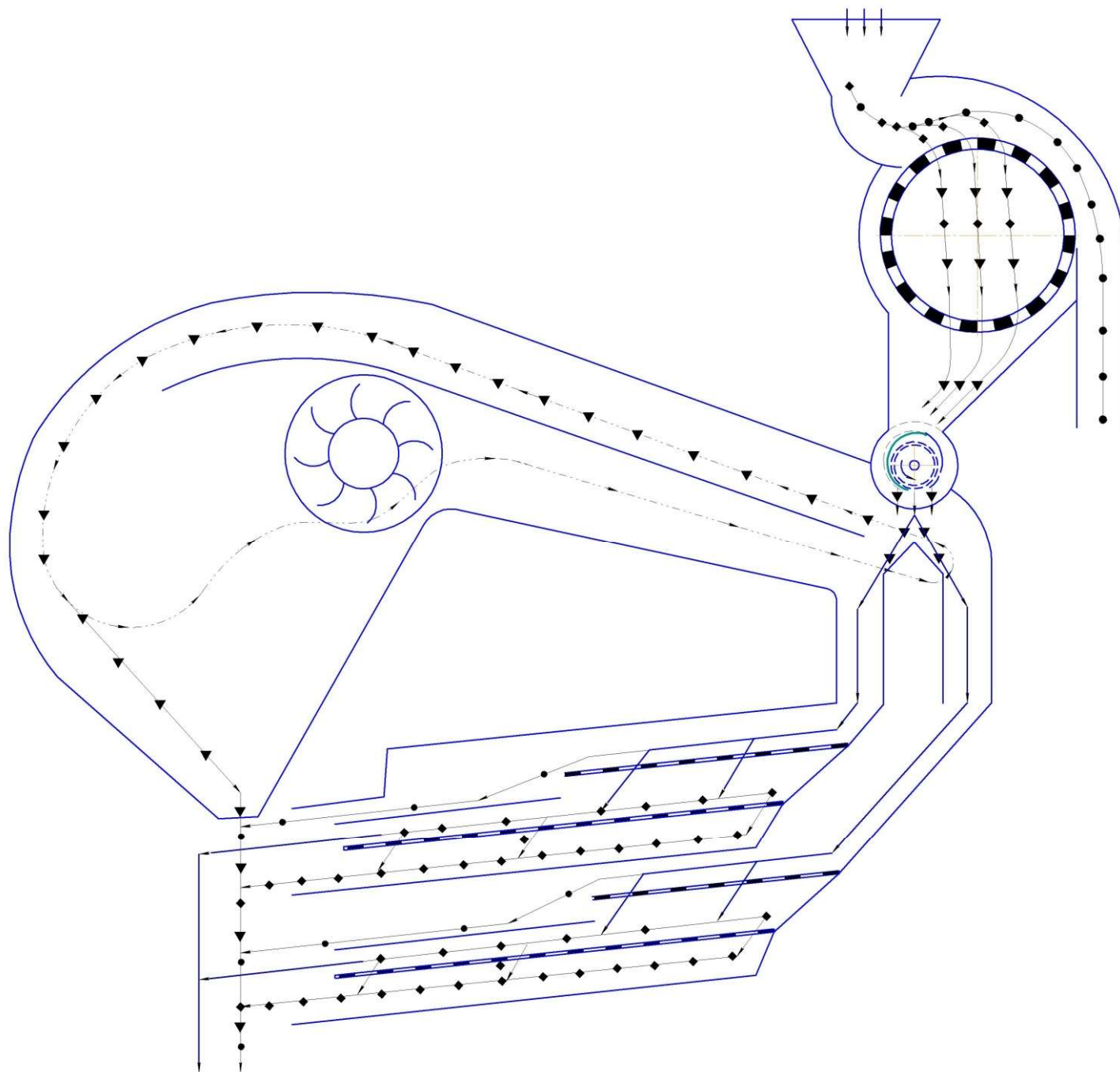
Виконав : ст. гр. АІ-19М-1,4 Євгеній САЛІЄНКО

Керівник : доцент Дмитро ПЕТРЕНКО

Кропивницький, 2020

Технологічна схема післязбиральної обробки зерна





УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Основной поток

—●— Крупні домішки

▼ Легкі домішки

—◆— Дрібні домішки

→ Поток повітря

[illegible]

Метою роботи є підвищення ефективності роботи зерноочисної машини загального призначення шляхом вдосконалення повітряної системи зерноочисної машини загального призначення.

Об'єктом дослідження є процес очищення зернової суміші зерноочисною машиною загального призначення.

Предметом досліджень є параметри системи аспірації та скальператорного решета з прутковою поверхнею ЗОМ загального призначення.

Задачі досліджень:

1. Обґрунтувати параметри скальператорного решета з прутковою поверхнею;
2. Обґрунтувати параметри системи аспірації замкнутого типу.

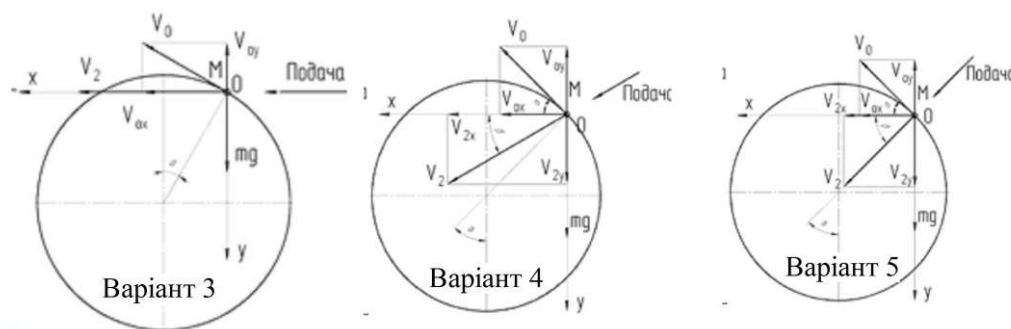
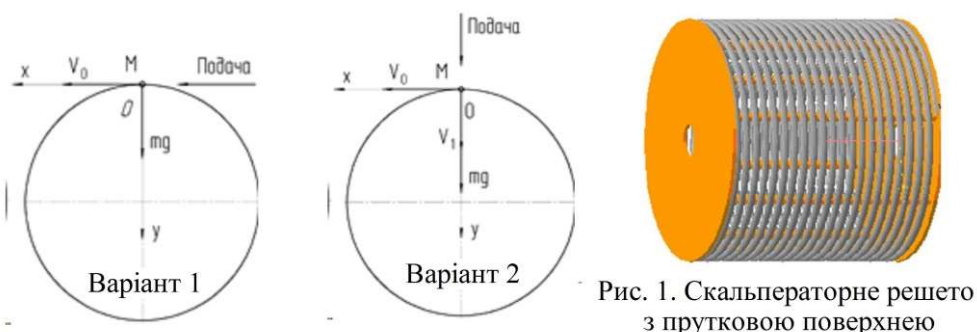


Рис. 2. Варіанти завантаження і подачі зернового матеріалу

[illegible]

Теоретичні дослідження роботи скальператорного решета

На практиці важкі частки будуть опускатися в отвори, якщо $V_{\text{опус}} = V_{\text{крит}}$, а легкі частки підніматися нагору й по зовнішній стороні циліндричного решета виводитися із зони сепарації.

Для визначення траєкторій руху часток складемо диференціальні рівняння для кількох варіантів завантаження й подачі зернового матеріалу при наступних допущеннях: удару частки об перемичку не відбувається; частка, потрапляючи на барабан скальператора здобуває його лінійну швидкість V_0 і робить вільний політ під дією цієї швидкості; швидкість подачі зернового матеріалу дорівнює окружній швидкості барабана, опір повітряного середовища мізерно малий.

Диференціальні рівняння руху частки:

$$m \frac{dV_x}{dt} = 0; \frac{dV_x}{dt} = 0 \quad m \frac{dV_y}{dt} = mg; \frac{dV_y}{dt} = g \quad (1)$$

Після інтегрування рівнянь (1) знаходимо

$$V_x = \frac{dx}{dt} = C_1; V_y = \frac{dy}{dt} = gt + C_2 \quad (2)$$

Постійні інтегрування знаходимо із початкових умов: при $t = 0$. Остаточні координати траєкторії x , y мають вигляд:

для варіанта 1 $x = V_0 t; y = \frac{gt^2}{2}$

$$\text{для варіанта 2 } x = V_0 t; y = \frac{gt^2}{2} + V_1 t \quad (3)$$

для варіанта 3 $x = V_{0x} t + V_2 t; y = \frac{gt^2}{2} - V_{0y} t; V_{0x} = V_0 \cos \alpha; V_{0y} = V_0 \sin \alpha$

для варіанта 4 $x = V_{0x}t + V_{2x}; y = \frac{gt^2}{2} - V_{0y}t + V_{2y}t;$
 $V_{0x} = V_0 \cos \alpha; V_{0y} = V_0 \sin \alpha; V_{2x} = V_2 \cos \beta; V_{2y} = V_2 \sin \beta$

для варіанта 5 $x = V_{0x}t + V_{2x}t; y = \frac{gt^2}{2} - V_{0y}t + V_{2y}t;$
 $V_{0x} = V_0 \cos \alpha; V_{0y} = V_0 \sin \alpha; V_{2x} = V_2 \cos \beta; V_{2y} = V_2 \sin \beta$

[illegible]

Результати теоретичних досліджень роботи скальператорного решета

МВЯЗОМ 00.003 НЧ

де V_0 - колова швидкість барабана (дорівнює швидкості руху зерна);
 V_1 - швидкість руху зерна, що надходить на скальператор;
 V_2 - колова швидкість живильного валика;

$$V_0 = \frac{\pi D n}{60}; \quad V_1 = V_2 + g t_1; \quad V_2 = \frac{\pi D_1 n_1}{60} \quad (4)$$

де D_1 - діаметр живильного валика, м;
 n_1 - частота обертання живильного валика, хв-1;
 t_1 - час польоту частки від живильного валика до поверхні барабану, с.

$$t_1 = \sqrt{2h/g} \quad (5)$$

де h - відстань від живильного валика до скальператора, м.

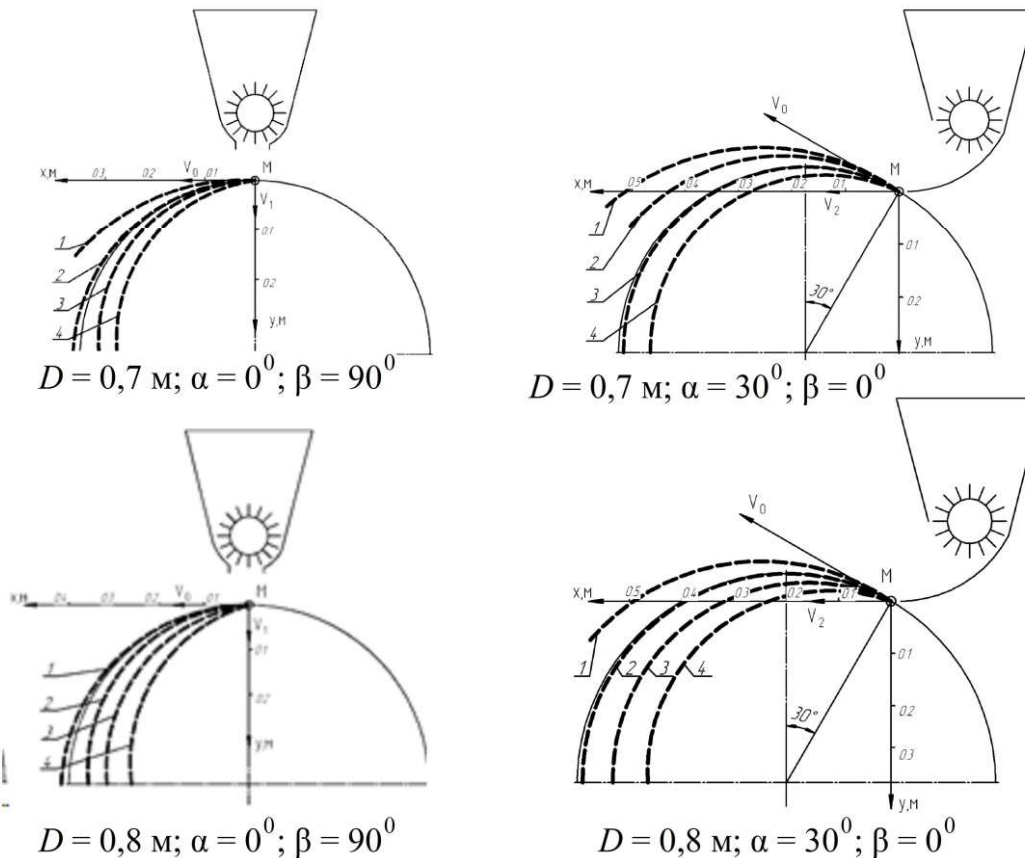
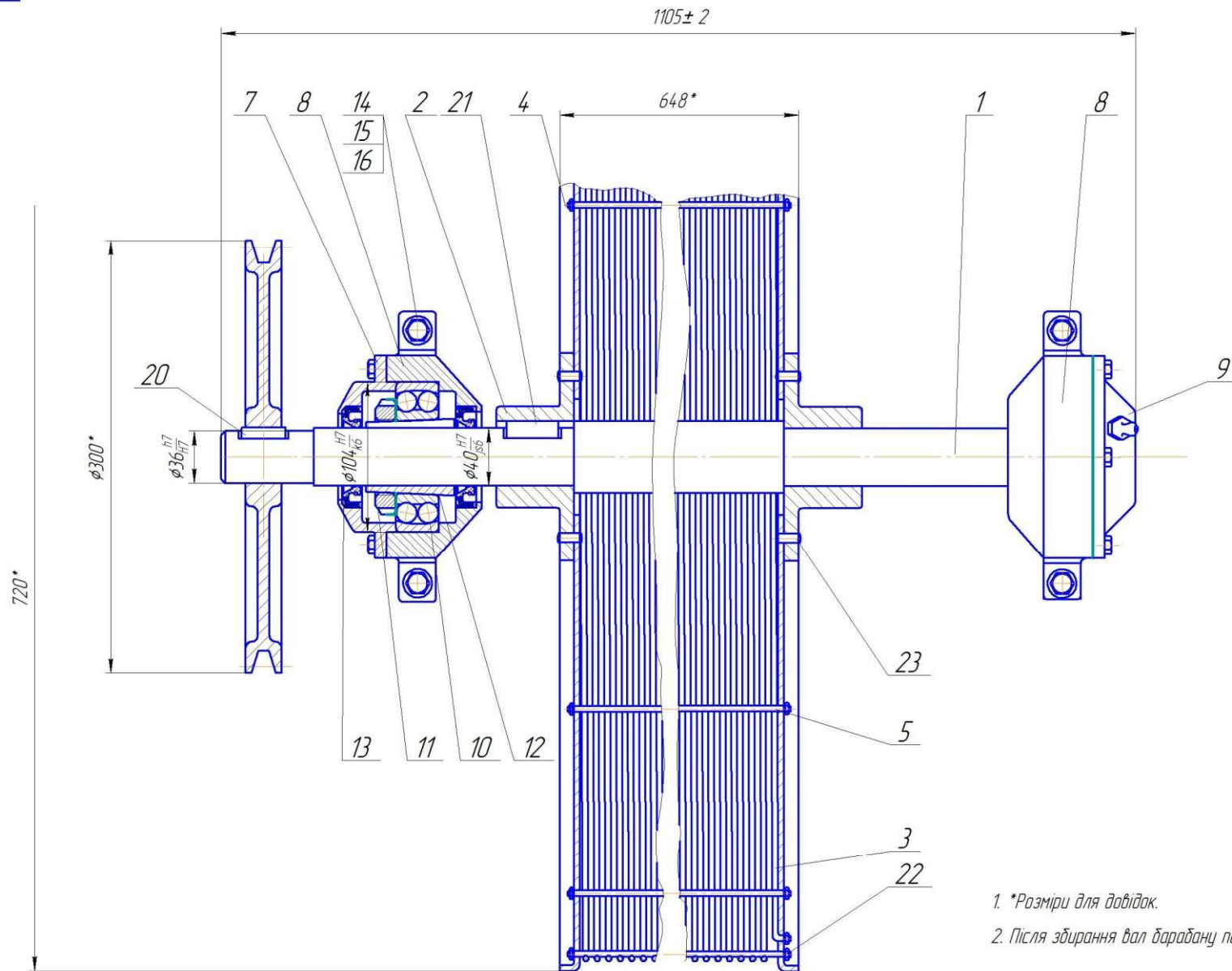


Рис. 3. Залежність траєкторії руху частки від
діаметра D скальператора при частоті його обертання:
 1 - 50 хв⁻¹, 2 - 40 хв⁻¹, 3 - 30 хв⁻¹, 4 - 20 хв⁻¹

МВЯЗОМ 00.003 НЧ			
Розроблено	Виконано	Перевірено	Затверджено
Результати теоретичних досліджень роботи скальператорного решета	-	-	-
Датум	Місяць	Рік	Лист
2019	Апр	19	14
Корисність	Вартість	Вартість	Вартість
Висновки	Висновки	Висновки	Висновки

МВЯЗМ 00.030 СБ



1. *Разміри для довідок.
2. Після збирання вал барабану повинен обертатись вільно.

					МВЯЗОМ 00.030 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Скальператор	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.		Саленко					19,2	1:2	
Проб.		Летренко							
Г.контр.						Лист	Листов		
Н.контр.		Осипов			-	ЦНТУ			
Чтб.		Горень				гр. АІ-19М-14			
					Копиробал	Формат А2			

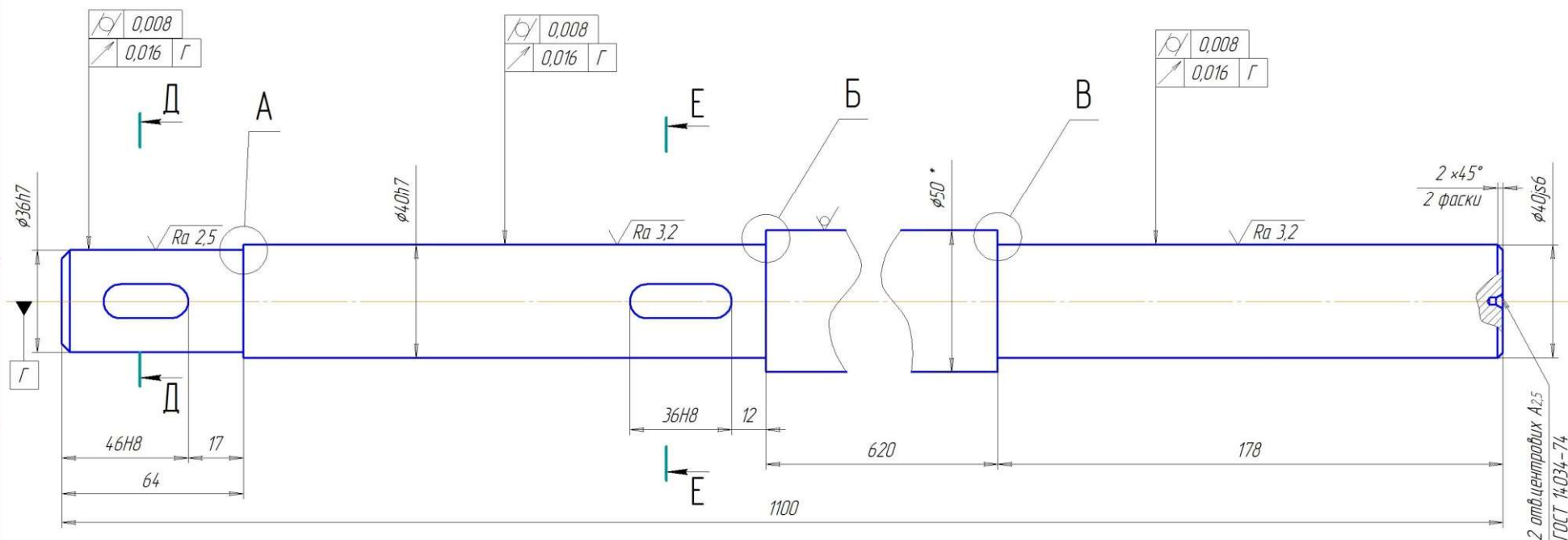
Копиравал

Формат А2

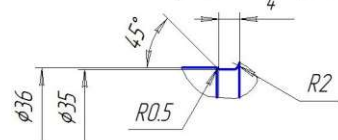
Лист	Масса	Масштаб	Лист	Масса	Масштаб
1	19,2	1:2	1	19,2	1:2
Лист	Листов				
ЦНТУ					
г.р. АІ-19М-14					
Формат А2					

МВЯЗМ 00.030.601

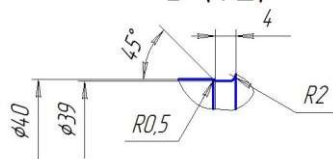
✓ Ra 12,5 (✓)



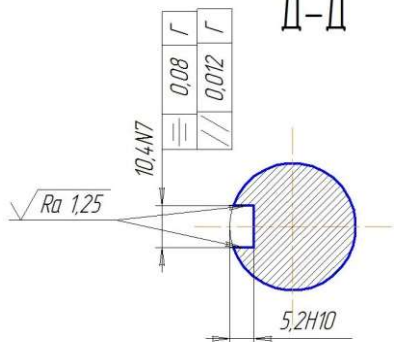
A, B $\odot$ (1:2)



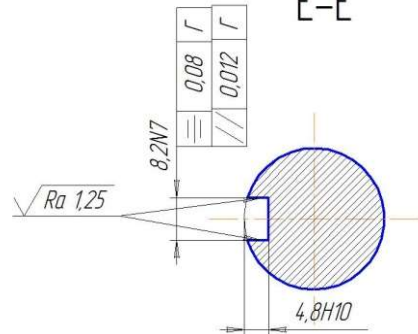
Б (1:2)



Д-Д



Е-Е



- Невказані граничні відхилення розмірів: $\pm \frac{IT14}{2}$.
- Термообробка - нормалізація НВ 170...190
- *Розміри для довідок.

МВЯЗМ 00.030.601				Лист		
Вал				Лист	Маса	Масштаб
50 ГОСТ 2590-71				9,67	11	
Сталь 45 ГОСТ 1050-88				Листов		
Круг				ЦНТУ		
Копировал				Формат А2		