

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 2024 р.

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

«Механізація вирощування ячменю з модернізацією зерноочисної
машини загального призначення»

Виконав здобувач вищої освіти __ІІ__ курсу,
групи АІ-22МЗ(1,4)
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____Мгдесян Артур Самвелович
« ____ » _____ 2024 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук
_____Дмитро ПЕТРЕНКО
« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент
професор, д-р техн. наук
_____АЛІЄВ Ельчин Бахтияр огли
« ____ » _____ 2024 р.

м. Кропивницький

[illegible]

Зміст

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

1. Вступ

Агропромислове виробництво є одним з базових сектор економіки України, який формує, крім іншого, і продовольчу безпеку країни. Серед валових обсягів виробництва чільне місце займає отримання продукції зернових колосових культур, які формують як сировинний матеріал, так і високоефективну продукцію доданої вартості. Зростаючі потреби в світі щодо обсягів продуктів харчування вимагає збільшення кількості виробленої сільськогосподарської продукції. Для успішного вирішення проблеми збільшення обсягів виробництва можливо застосувати два шляхи: екстенсивний, що вимагає залучення більшої кількості сільськогосподарських угідь, розораності земель тощо, та інтенсивний, що вимагає застосування при вирощуванні с.-г. культур наукоємних технологічних рішень, які дозволяють з меншої площі отримати більшу продуктивність.

Одним з найважливіших агротехнічних прийомом, що дозволяє забезпечити можливість отримати максимально можливу врожайність зернових культур є формування посівного матеріалу високої якості. Посівні кондиції, аналогічно як і для зерна продовольчого призначення забезпечуються, в тому числі і шляхом забезпечення необхідної чистоти матеріалу. Для очищення зерноматеріалів використовують зерноочисні машини (ЗОМ), які дозволяють відділити від зерна основної культури різного роду домішки за комплексом фізико-механічних властивостей.

Сільськогосподарське машинобудування пропонує досить великий асортимент ЗОМ, але в переважній більшості пропонує машини або не придатні для використання різновеликими фермерськими господарствами, або ж мають відносно велику вартість.

Зважаючи на це, в роботі ставиться задача по комплексному науково обґрунтованому механізованому забезпеченню виробництва ячменю з удосконаленням технології його післязбирального очищення.

					МВЯ 00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Мгдесян				Пояснювальна записка		Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Петренко								
Н. контр.	Мачок								
Затверд.	Лещенко								
					ЦНТУ, гр. АІ-22МЗ(1,4)				

2. Технологічна частина

2.1. Обґрунтування комплексної механізації вирощування ячменю

Ефективне вирощування ярого ячменю вимагає дотримання наступних умов: застосування науково обґрунтованої сівозміни, забезпечення оптимальних умов живлення, відповідність системи землеробства агрокліматичним умовам місцевості районування, дотримуватись встановлених строків виконання всіх технологічних операцій.

Зважаючи на багаторічні дослідження [1] одними з найкращих попередників ячменю вважаються просапні культури, а також озимина, після яких залишається відносно чисте від бур'янів поле з достатньою кількістю в ґрунті легкодоступних поживних елементів. Крім того, культура характеризується доброю реакцією на післядію добрив (як органічних, так і мінеральних), які вносились під попередник. В агрокліматичних умовах Степу України як кращі попередники себе виявили зернобобові, кукурудза та баштанні культури, натомість у випадку вирощування ячменю в зоні Лісостепу рекомендовано розташовувати після просапних (кукурудзи, цукрових буряків та ін.) та зернобобових культур за умови внесення під них добрив. Згідно досліджень [1, 7] розміщення ячменю після зернобобових дозволить не лише отримати високі показники врожайності, а й одержати зерно з покращеними властивостями внаслідок збільшення вмісту білка на рівні 1,5-2%.

Агрофон під ячмінь повинен представляти собою пухкий і чистий від бур'янів ґрунт, що передбачає його поліпшений обробіток. При цьому, тип та кількість операцій підготовки ґрунту необхідно застосовувати виходячи з його типу, попередника та його технології вирощування, а також з врахуванням погодних умов [3, 4]. За умов вирощування ячменю після зернових, а також зернобобових культур необхідно передбачити технологічну операцію лушення стерні з подальшим глибоким обробітком, наприклад оранка на зяб. При цьому, відповідно до агростроків, лушення стерні виконують або ж одночасно зі збиранням попередньої культури, або у терміни протягом однієї доби [3, 4].

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

Ключовим показником необхідної кількості обробітків є засміченість поля бур'янами. Так при незначній кількості в ґрунті однорічних бур'янів обмежуються однократним лушенням дисковими знаряддями типу лущильників ЛДГ-10 (-15) на глибину 6-8 см. Сильне забур'янення вимагає виконання після першого лушення через три-чотири тижні наступного, яке проводять на глибину 10-12 см, при цьому використовують лущильники типу ЛДГ-20 (-10А). Після високостебельних попередників (н-д кукурудза) поле рекомендовано обробляти з допомогою важких дискових борін типу БДТ на глибину 12-14 см. Глибокий обробіток орними знаряддями після стерньових попередників проводять на глибину 20-22 см, в умовах засміченості поля осотом орють на глибину 25-28 см, гірчаком – до 35 см. Після картоплі, цукрових буряків та інших культур, які не мають розвиненої стеблової маси проводять оранку на зяб глибиною 20-22 см [3, 4].

В зоні ризикованого землеробства, яким властиві недостатнє зволоження, загроза вітрової ерозії тощо обробіток ґрунту виконують безпліцевими знаряддями. Серед рекомендованих технологічних прийомів найбільшої популярності останнім часом набув початковий обробіток голчастими боронами (типу БП), за умов значного пересихання ґрунту – використання чизельних знарядь. Подальший обробіток проводять культиваторами для суцільного обробітку глибиною до 14 см [2-4]. Також рекомендовано застосувати восени глибокий обробіток плоскорізами-глибокорозпушувачами (типу КПП, ОПТ) глибиною до 16 см на легких ґрунтах (мілкий орний горизонт) чи глибиною до 30 см на ґрунтах, що мають глибокий орний горизонт [2-4].

Навесні, залежно від типу ґрантів, виконують наступну підготовку поля перед посівом. Для легких ґрунтів проводять раннє дворазове боронування, використовуючи середні або ж важкі типи борін, за умов вирощування культури на важких ґрунтах застосовують боронування, метою якого є закриття вологи з наступним обробітком культиваторами з боронами, при цьому глибина обробітку встановлюється на рівні глибини загортання насіння до 8 см.

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

Однією з характеристик кореневої системи ячменю є відносно невисоке засвоєння поживних речовин з ґрунтового середовища, тому необхідно передбачити відповідну систему удобрення, яка залежатиме від типу ґрунту, попередника і його системи удобрення, а також потребу в поживних речовинах у відповідні періоди розвитку. Згідно з дослідженнями [3, 4, 6] спостерігалась вагома віддача від внесених азотних та фосфорних добрив на підзолистих та сірих лісових, деградованих чорноземах, сіроземах і каштанових типах ґрунтів. Натомість на піщаних і осушених торфових ґрунтах найефективніше вносити калій, а на глибоких чорноземах – фосфор.

Окрім того, при організації системи удобрення ячменю потрібно враховувати також і товарне призначення зерна культури. На процес накопичення крохмалю найбільший позитивний вплив мають фосфорно-калійні добрива, що є ключовим для отримання високоякісного зерна ячменю пивоварного призначення, натомість азотні добрива максимально сприяють формуванню якісних властивостей зерна продовольчого і кормового використання [6, 8].

Як вже зазначено, коренева система ячменю позитивною реагує на післядію внесених під попередник добрив. Відповідно до рекомендацій [6, 8], високоефективним є внесення під попередник органічних добрив з подальшим підживленням посівів ячменю мінеральними. При цьому виконують розрахунок норм внесення відповідно до запланованої врожайності, враховуючи склад ґрунту та його поживність. Наприклад, зональні особливості чорноземів Центрального й Північного Степу передбачають внесення поживних елементів згідно співвідношення N45P35K30 [4, 6, 8], але при цьому необхідно проводити корегування зазначеної норми, виходячи з хіміко-фізіологічного стану ґрунтового середовища на відповідному полі. За умов розміщення ячменю після попередників, які не передбачали внесення добрив, норму внесення мінеральних добрив збільшують на 25-30% [8].

Рациональна організація системи удобрення ячменю передбачає внесення фосфорних та калійних міндобрив при проведенні основного обробітку ґрунту,

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

а азотних під час виконання операцій з підготовки поля до посіву – передпосівна культивуція, на глибину 10-12 см. Загальноприйнятою є і практика одночасного внесення мінеральних добрив разом з посівом (внесення у рядки). Відповідно до зони районування рекомендовані наступні види та норми внесення добрив: Степ і Лісостеп – гранульований суперфосфат за норми 12-16 кг/га фосфорної складової [4, 6, 8]. Крім зазначених поживних елементів, отримання високоякісної продукції передбачає і засвоєння рослиною мідьвмісних, бормістких та марганцевистих мікроелементів. На практиці [9] при вирощування ячменю на чорноземах застосовують під час основного обробітку внесення марганцевих шламів в нормі 2-3 ц/га, а під час посіву марганізованого гранульованого суперфосфату. Кислі ґрунти вимагають обов'язкового вапнування, особливо за умов вирощування ячменю пивоварного призначення [9].

Одним з найважливіших чинників отримання потенційно можливого врожаю ячменю є використання високоякісного насіннєвого матеріалу. Насіння високої якості можливо отримати якщо дотримуватись наступних заходів при післязбиральній обробці зерноsumіші [7, 9]:

- доведення чистоти матеріалу відповідно з вимогами державних стандартів шляхом видалення з зернової маси сторонніх домішок;
- сортування зерна шляхом відбору із загальної маси насінин з відповідними фізико-механічними властивостями за повноцінністю, розмірністю, виповненістю, пружністю.

Перед посівом виконуються заходи, спрямовані на захист посівмату від захворювання, зараження бактеріями, грибними культурами і шкідниками. Ці заходи передбачають протруювання зернової маси хімпрепаратами, зокрема порошковим нанесенням препаратів або ж інкрустацією, що передбачає фіксування протруювачів на поверхні насіння за допомогою полімерних плівкоутворювачів [5, 7].

Стосовно строків та норм висіву відсутня однозначна думка, оскільки ці чинники є залежними від агрокліматичних умов районування, а в сучасних

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

умовах, які супроводжуються глобальними кліматичними змінами, не є можливим спрогнозувати і визначити щорічними традиційними показниками, такими як досягання ґрунту, вологозабезпеченість, сорт, технології тощо [10].

На норми висіву впливають біологічні особливості ячменю, оскільки різні його види дають формування різноманітної кількості пагонів кущіння, культура характеризується зниженням енергії кущіння при розміщені на відповідній площі збільшеної кількості рослин внаслідок меншої продуктивності колосу за надмірного чи пізнього їх формування.

Загалом культура характеризується ранніми строками посіву. Так дослідженнями [9, 10] встановлено, що при запізненні із посівами ячменю на 5-7 днів можемо спостерігати зменшення продуктивності в межах 5-6 ц/га, а в умовах посушливої весни – на 12-14 ц/га.

При посіві ячменю зазвичай використовують рядковий спосіб з міжряддям 15 см, для чого використовують звичайні сівалки суцільного висіву типу СЗ, СЗТ тощо). Сучасні інтенсивні технології вирощування ячменю вимагають передбачити при посіві утворення технологічних колій, що реалізують шляхом перекривання висіву для шостого-сьомого висівних апаратів, а також 18-19 сошників середньої сівалки (при використанні зернових сівалок типу СЗ-3,6, СЗП-3,6) за умови використання трисівалочного агрегату [10].

Частим прийомом під час вирощування ярого ячменю є підсівання у сівозміні багаторічних трав, таких як конюшина, люцерна або еспарцет. При цьому для них встановлюють норму висіву, залежно від зони вирощування, на рівні 15-18 кг/га для конюшини, 16-20 люцерни та 62-78 кг/га еспарцету [9, 10].

Глибина посіву ячменю залежно від типу ґрунтів рекомендована в межах: на важких глинистих ґрунтах – 3-4 см, легких – 5-6 см, в умовах посушливих степових районів 7-8 см [10].

Залежно від застосовної системи землеробства та агрокліматичних умов забезпечується відповідний догляд за посівами ячменю. За посіву культури в умовах засушливої весни необхідно забезпечити підвищення польової схожості

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

й дружності проростання насіння шляхом виконання операції післясходового коткування, для чого використовують кільчасто-шпорові котки типу ЗКШ-6. В умовах, коли вологи в ґрунті достатньо та при вирощуванні ячменю на важких запливних ґрунтів може виникати загроза утворення ґрунтової кірки, що вимагає передбачити операцію, яка зруйнує поверхневу кірку, наприклад обробіток ротаційними (типу МВН-2,8) або голчастими боронами. Під час вегетації посіви можуть ушкоджуватись хворобами, шкідниками, а поле бур'янами. При виявленні таких ушкоджень застосовують комплексну систему обробки посівів за допомогою фунгіцидів, інсектицидів чи гербіцидів, вид я норми внесення яких визначаються типом і поширенням ураження. Використовують начіпні або автономні обприскувачі, якщо при посіві утворені технологічні колії, або використовуючи технічні засоби малої авіації.

Збирання ячменю відбувається двома можливими способами – прямим або ж роздільним комбайнуванням.

Роздільний спосіб використовують за умови значної забур'яненості посівів, підгоні й підсіванні багаторічних трав, стійкій сонячній погоді. При цьому способі починаючи з середини фази воскової стиглості зерна та до її закінчення, якщо при цьому пожовтіло понад 80% посівів і вологість зерна перебуває в межах 30-38% проводять скошування хлібостою у валки. Далі, при досягненні вологості зерна в межах 15-18% впродовж 3-4 днів проводиться підбір валків з подальшим обмолотом маси.

Найбільш поширений спосіб збирання – пряме комбайнування застосовують для збирання низькорослих або ж зріджених посівів, при цьому однією з умов є їх відносна чистота від бур'янів. Прямим комбайнуванням збирають ячмінь за настання повної стиглості зерна, при цьому строки збирання не повинні перевищувати чотири-п'ять діб, оскільки після цього спостерігається значна втрата зернової частини внаслідок обсіпання на поле, а також зерно втрачає якісні властивості за рахунок трансформації крохмалю у вуглеводні.

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

На прямому збиранні врожаю застосовують зернозбиральні комбайни, які передбачають як зрізання маси, так і її одночасний обмолот з попереднім очищенням зернової суміші, яка завантажується у транспортні засоби. При цьому стеблова маса або завантажується у причіп, або ж розкидається по поверхні поля. При застосуванні двофазного способу збирання для зрізання маси та вкладання у валки застосовуються швидкісні жатки, агреговані з тракторами. На підбиранні валків задіюють або валкозбиральні жатки з подальшим обмолотом і очищенням зерностеблової маси на току, або зернозбиральні комбайни, які дозволяють виконати ці операції одночасно.

Після збирання зернова суміш проходить обов'язкові операції очищення, після яких видаляються сторонні домішки, зокрема органічні, серед яких насіннєва та стеблова фракції бур'янів, рештки комах, насінини інших культур тощо, та мінеральні у вигляді камінців, пилу, часток ґрунту тощо. Очищення зерносуміші відбувається шляхом пропуску через зерноочисні машини, які здатні розділити її на компоненти за комплексом різноманітних фізико-механічних властивостей.

Крім того, підготовка зерна до зберігання та подальшої переробки передбачає операції з нормалізації вологості зернової маси, для чого застосовують сушарки, елеватори, бункери активного вентилявання, зерносховища тощо.

На практиці застосовують як окреме обладнання для післязбирального очищення чи сушіння зерна (в умовах дрібних і середніх господарств), так і відповідні зерноочисні та зерносушильні комплекси (великі господарства або кооперативи).

Наведений аналіз біологічно-технологічних особливостей вирощування ячменю та методологічні рекомендації [10-14] дозволяють нам виконати розробку технологічної карти (рис. 2.1), де проведемо обґрунтовану комплексну механізацію всіх технологічних процесів його вирощування. В якості посівного матеріалу пропонуємо використати ячмінь ярого сорту Сталкер, що має потенційну продуктивність на рівні 55-75 ц/га.

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

№	Найменування робіт	Об'єкти виробництва	Обсяг робіт		Склад агрегату		Обслуговуючий персонал						Витрати праці, люд. * год		
			у фіз. од.	в год. га	трактори, автомоб.	С-2. машини	Доп. робітники						механізатори	інші	
							Механізатори			Доп. робітники					
							розряд	кількість	розрядка, г/га	кількість	розряд	розрядка, г/га			
Культура	Ячмінь яріш	Норма висіву, кг/га	230	Пропорції, л/т (Вітбакс - 200)	2,5	Урожайність, т/га						Володий збір, т			
Сорт	Столкер	Всього насіння, т	52,9	Гербіцид, л/га (Пріма)	0,5										
Попередник	Озима пшениця	Система удобрення	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	Агросистемілін	10 мл/т+10мл/га	5,5	зерна						1265		
Площа, га	230	Всього тижнів, т	14,37				соломи								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17
1	Лущення стерні	га	230	44,8	T-150K	ЛДГ-15	1	V	102,43				36,8	29,9	
2	Оранка	га	230	216	MF8480	ПЛН-5-35	1	VI	120,42				6,1	131,1	
3	Ранньовесняне боронування	га	230	15,5	MT3-1221	СПГ-11-2+БЗСС-1	1	V	77,0				85,2	9,4	
4	Передпосівна культивация	га	230	43,7	T-150K	КГА-4,0	1	V	102,43				32,0	26,5	
5	Протруювання насіння	т	52,9		ПС-10		1	V	40,9				10	18,4	
6	Навантаження насіння і добрив	т	52,9	1,38	ЮМЗ-6/1	New Holland LM732	1	IV	30,0	1	III	20,0	60	2,3	3,1
7	Транспорткування насіння і добрив	т	52,9		ГАЗ-53		1		54,5				погод.	45,6	
8	Посів з внесенням добрив	га	230	44,8	MT3-82	ASTRA NOVA 5,4A-06	1	V	150,2	2	III	20,0	12,5	64	128
9	Прикочування посівів	га	230	11,2	MT3-82	ЗКШ-6	1	II	60,2				50	16	
10	Транспорткування води і отрутохімікатів	т	40		ГАЗ-53		1		54,5				погод.	11,3	
11	Внесення гербіциду	га	230	7,92	Arapache AS 1010		1	VI	100,1	1	III	35,0	53	11,3	11
12	Збирання врожаю	га	230	80,5	MF 7274 Sergei		2	VI	244,5				16,6	96,4	
13	Транспорткування зерна	т	1265		KAMAZ- 6520		1		54,5				погод.	70,8	
14	Післязбиральна обробка	т	1265		Комплекс ЗАВ-20		1	V	48,4	2	III	31,1	39	79,7	159
15	Сушіння	т	1265		Сушарка шахтна «Петкус»		1	V	48,4	2	III	31,1	40	53,8	108

Рис. 2.1. Технологічна карта вирощування ячменю ярого

2.2. Складання плану післязбирального обробітку

Табл. 2.1 – Початкові якісні і кількісні характеристики зерноsumіші

Культура	Площа збирання (S), га	Врожайність (Yp), ц/га	Призначення зерна	Якісні показники %		
				вологість	Вміст	
					смітної домішки	зернової домішки
Ячмінь	230	55	Продовольче і насіннєве	18	7	4

Табл. 2.2 – Матеріально-технічні засоби для збирання та післязбирального обробітку зернової суміші

Вид машини чи обладнання	Технологічна операція	Норма виробітку		Кількість машин, шт.
		т/год.	т/зм.	
Зернозбиральний комбайн MF 7274 Cerea	Збирання врожаю	4,7*	32,9*	2
ЗОМ загального призначення типу ОВС	Очищення попереднє	32	224	1
Сушарка шахтна Петкус DD 15	Сушіння	5**	95**	2
ЗОМ загального призначення типу БСХМ-50	Очищення первинне	30	210	1
Сепаратор зерноочисний А1-БМС-6	Очищення вторинне	6	42	1
Бункер активного вентилування БВ-40	Тимчасове зберігання	—	40***	4

* – польова продуктивність, га/год, га/зм.

*** – продуктивність планових тон.

** – об'ємна місткість, т.

Збирання врожаю запропонованими комбайнами триватиме:

$$T_{кб} = S / (Z_{кб} \cdot P_{кб} \cdot m \cdot T_3) = 230 / (2 \cdot 4,7 \cdot 1 \cdot 7) = 3,5 \text{ діб.}$$

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

де S – площа, з якої відбувається збирання, га; $Z_{кб}$ – кількість комбайнів, які задіяні на збиральних операціях ячменю, шт.;

$P_{кб}$ – норма виробітку комбайна за годину експлуатаційного часу, га/год;

m – кількість робочих змін за добу на кожну одиницю техніки при тривалості зміни $T_z = 7$ год.

Таким чином, добова кількість зернової суміші, яка надійде для післязбирального обробітку становитиме:

$$M_{зсум0} = P_{кб} \cdot T_z \cdot m \cdot Y_p,$$

де Y_p – запланована врожайність культури згідно технологічної карти, т/га.

$$M_{зсум0} = 4,7 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 5,5 = 361,9 \text{ т/доб.}$$

Добове навантаження на зерноочисно-сушильний комплекс складається з можливості забезпечення лінії попереднього очищення обробити надходження «з поля» у встановлені строки згідно агровимог, продуктивність інших ліній встановлюється залежно від продуктивності першої лінії, агростроків та зміни маси зернового матеріалу після кожної технооперації. Для забезпечення можливості тимчасового зберігання зерносуміші між операціями застосовуються бункери тимчасового зберігання або вентильовані бункери.

Тривалість попереднього очищення зернової суміші, відповідно до добового навантаження комплексу становитиме

$$T_I = (M_{зсум0} / P_{el}) \cdot K_{nI},$$

де K_{nI} – коефіцієнт, який визначає ступінь використання часу за зміну безпосередньо на робочий процес, $K_{nI} = 0,82$.

P_{el} – експлуатаційна продуктивність ЗОМ на попередньому очищенні т/год;

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

$$P_{el} = Z_{30M} \cdot P_{nI} \cdot K_k \cdot K_{36} \cdot K_{33} = 1 \cdot 32 \cdot 0,96 \cdot 0,98 \cdot 0,98 = 29,5 \text{ т/год.}$$

де P_{nI} – продуктивність ЗОМ загального призначення при попередньому очищенні ячменю згідно нормативу (табл.2.2), т/год.;

Z_{30M} – чисельність ЗОМ даного типу, задіяних на операції;

K_k – коефіцієнт зміни продуктивності ЗОМ відповідно до особливостей даної культури, при очищенні ячменю $K_k = 0,96$;

K_{36} , K_{33} – коефіцієнт, який встановлює вплив вологості та засміченості зерноматеріалу на продуктивність ЗОМ, $K_{36} = 0,98$, $K_{33} = 0,98$.

Відповідно,

$$T_l = (361,9 / 29,5) \cdot 0,82 = 10,05 \text{ год.},$$

що перевищує нормативну тривалість зміни на 3 години.

Таким чином, необхідно приймати рішення про задіювання 2 зерноочисних машин або ж роботу у дві зміни, що не є рентабельним. Пропонуємо збільшити нормативну тривалість зміни до 10 год., що дозволяється в період збирання культури.

При проведенні очищення зернова суміш зменшується у вазі за рахунок видалених домішок і втрат зернової фракції внаслідок потрапляння у відходи. Також спостерігається зменшення кількості вологи зерноsumіші.

Встановимо масу зернової суміші після попереднього обробітку, враховуючи мінімальні значення якісних показників процесу згідно агрономічного до попереднього очищення – ефект очищення, який визначає мінімальну кількість домішок, які повинні видалитись повинен становити не менше 50%, втрати зерна у відходах не більше 0,05%.

Кількість домішок, які видалені після попереднього очищення становитимуть:

$$M_{domI} = M_{dom0} \cdot \%_{domI}$$

де M_{dom0} – кількість домішок в початковому матеріалі, т;

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

$$M_{\text{дом}0} = (M_{\text{зсум}0} \cdot \%_{\text{дом}0}) / 100 = 361,9 \cdot 0,11 = 39,8 \text{ т},$$

$\%_{\text{дом}0}$ – відносний вміст домішок в початковому матеріалі (табл. 2.1);

$\%_{\text{дом}I}$ – ефект очищення для попереднього очищення.

Тоді матимемо

$$M_{\text{дом}I} = 39,8 \cdot (50 / 100) = 19,9 \text{ т}.$$

Відповідно, втрати зернової фракції становлять

$$M_{\text{зерн}I} = M_{\text{зерн}0} \cdot \%_{\text{зерн}I} = 322,1 \cdot (0,05 / 100) = 0,161 \text{ т};$$

де $M_{\text{зерн}0}$ – кількість зерна ячменю в початковій суміші

$$M_{\text{зерн}0} = M_{\text{зсум}0} - M_{\text{дом}0} = 361,9 - 39,8 = 322,1 \text{ т};$$

$\%_{\text{зерн}I}$ – відсоток допустимих втрат зернової фракції.

Тоді маса зерносуміші після попереднього очищення складе:

$$M_{\text{зсум}I} = M_{\text{зсум}0} - M_{\text{дом}I} - M_{\text{зерн}I} = 361,9 - 19,9 - 0,161 = 341,84 \text{ т}.$$

Як зазначалося, проведення очищення супроводжується зменшенням вологості зерносуміші, тому вологість після попереднього очищення становитиме

$$W_I = (M_{\text{зсум}0} \cdot W_{\text{зсум}0}) / M_{\text{зсум}I} - (M_{\text{дом}I} \cdot W_{\text{дом}I}) / M_{\text{зсум}I}$$

де $W_{\text{зсум}0}$, $W_{\text{дом}I}$ – відповідно, вологість зерноматеріалу, який надійшов на обробку та домішок (табл. 2.1), %;

$$W_I = (361,9 \cdot 18) / 341,84 - (19,9 \cdot 28) / 341,84 = 17,4 \text{ \%}.$$

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

Як бачимо, отримане значення вологості не дозволяє зберігати зерноматеріал навіть тимчасово, тому його необхідно підсушити.

Операція сушіння зерновосуміші триватиме:

$$T_{cl} = (M_{пл.т.} / P_{суш.н}) \cdot K_{суш.н} = 863,4/4 \cdot 0,8 = 269,8 \text{ год.}$$

де $M_{пл.т.}$ – технологічна характеристика зернової суміші, що встановлює вагу матеріалу в планових тонах, пл.т;

$$M_{пл.т.} = M_{зсумI} \cdot K_{в.зс} \cdot K_k = 341,84 \cdot 1,12 \cdot 1,64 = 627,9 \text{ пл.т.}$$

де $K_{в.зс}$ – коефіцієнт врахування відносної вологості зерноматеріалу, у нашому випадку становить 1,12;

K_k – коефіцієнт, який встановлює залежність між технологічними показниками сушіння залежно від типу культури та її цільового призначення, для ячменю змішаного призначення становить 1,64;

$P_{суш.н}$ – продуктивність сушарки при нормальних умовах експлуатації (табл. 2.2), т/год;

$K_{суш.н}$ – коефіцієнт використання робочого часу.

Таким чином

$$T_{cl} = (627,9 / 5) \cdot 0,87 = 109,2 \text{ год.}$$

Відповідно до рекомендованих значень, вологість при зберіганні повинна бути в межах 12-14 %.

При неможливості виконати сушіння всієї партії зернової суміші за одну добу, необхідно передбачити тимчасове зберігання вологого зерноматеріалу в бункерах активного вентилявання. Встановимо, чи забезпечує наявне сушильне обладнання вимогу обробки всієї партії протягом доби.

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

З цією метою встановимо, яка маса зерноsumіші буде оброблена сушаркою протягом доби:

$$m_{cl} = n_c \cdot \Pi_{суш.н} \cdot K_{суш.н} \cdot T_{с.зм} = 2 \cdot 5 \cdot 0,87 \cdot 20 = 174 \text{ т/доб.}$$

де n_c – кількість сушарок, шт;

$T_{с.зм} = 20$ – тривалість роботи сушильного обладнання за робочу зміну, год.

Встановимо масу зерноматеріалу, який необхідно направити на тимчасове зберігання

$$M_{т.зб} = M_{зсумI} - m_{cl} = 341,84 - 174 = 167,84 \text{ т.}$$

Тобто, для тимчасового зберігання необхідно мати 4 бункери активного вентилявання.

Внаслідок вологоз'єму матимемо зменшення маси зерноsumіші, яка після сушіння становитиме:

$$M_{cII} = m_{cl} \cdot (100 - W_I / 100 - W_{II}) = 167,84 \cdot (100 - 17,4 / 100 - 13,0) = 159,35 \text{ т.}$$

де W_{II} – вологість зерномаси після просушування, %.

Наступною операцією є первинне очищення, тривалість якого становитиме

$$T_{II} = (M_{cII} / \Pi_{elII}) \cdot K_{nII},$$

де Π_{elII} – величина експлуатаційної продуктивності ЗОМ первинної очистки, т/год;

$$\Pi_{elII} = Z_{зom} \cdot \Pi_{nII} \cdot K_k \cdot K_{зб} \cdot K_{зз} = 1 \cdot 30 \cdot 0,98 \cdot 1,0 \cdot 0,96 = 28,2 \text{ т/год.}$$

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

де Π_{nII} – продуктивність ЗОМ при первинному очищенні ячменю згідно нормативу (табл.2.2), т/год.;

$Z_{зom}$ – чисельність ЗОМ даного типу, задіяних на операції;

K_k – коефіцієнт зміни продуктивності ЗОМ відповідно до особливостей даної культури, при очищенні ячменю $K_k = 0,98$;

$K_{зв}$, $K_{зз}$ – коефіцієнт, який встановлює вплив вологості та засміченості зерноматеріалу на продуктивність ЗОМ, $K_{зв} = 1,0$, $K_{зз} = 0,96$.

Відповідно,

$$T_{II} = (159,35 / 28,2) \cdot 0,8 = 4,5 \text{ год.},$$

тобто для виконання даної операції після сушіння достатньо 1 машини.

Встановимо, на скільки зменшиться маса зерноsumіші після первинного очищення згідно залежності

$$M_{II} = M_{cII} - (M_{cII} \cdot Y_{II}) / 100 = 159,35 - (159,35 \cdot 3,15) / 100 = 154,33 \text{ т.}$$

де Y_{II} – відносні вагові втрати внаслідок видалення відповідно смітних домішок, доля яких становить 3,0%, зернових домішок – 0,05%, та втрат у відходах, серед яких 0,05% повноцінного зерна і 0,05% дрібного і щуплого. Таким чином, загальний відсоток видалених фракцій становитиме $Y_{II} = 3,15\%$ загальної маси.

Аналогічні розрахунки виконаємо для операції вторинної очистки, для якої використовується Сепаратор зерноочисний А1-БМС-6 (табл. 2.2):

$$\Pi_{eIII} = Z_{зom} \cdot \Pi_{nIII} \cdot K_k \cdot K_{зв} \cdot K_{зз} = 1 \cdot 6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,98 = 5,88 \text{ т/год.}$$

$$M_{III} = M_{II} - (M_{II} \cdot Y_{III}) / 100 = 154,33 - (154,33 \cdot 3,15) / 100 = 149,47 \text{ т.}$$

$$T_{III} = (M_{III} / \Pi_{eIII}) \cdot K_{nIII} = (149,47 / 5,88) \cdot 0,75 = 19 \text{ год.}$$

Вага зернового матеріалу, який надійшов на зерноочисно-сушильний пункт та щодо якого виконано повну схему обробітку протягом доби становитиме:

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

$$M_{доб} = (M_{зсум0} \cdot m_{сI}) / M_{зсумI} = (361,9 \cdot 174) / 341,84 = 184,2 \text{ т.}$$

Загальна тривалість обробітку зерноматеріалу ячменю на зерноочисно-сушильному комплексі становитиме:

$$T_{компл} = (S \cdot Y_p) / M_{доб} = (230 \cdot 5,5) / 184,2 = 6,86 \text{ доби.}$$

Висновки

Наведений в розділі аналіз біологічно-технологічних особливостей вирощування ячменю та методологічні рекомендації науковців дозволили нам виконати розробку технологічної карти, де проведено обґрунтовану комплексну механізацію всіх технологічних процесів його вирощування. В якості посівного матеріалу запропоновано використати ячмінь ярого сорту Сталкер, який дозволить отримати при дотриманні технологічних рекомендацій потенційну продуктивність на рівні 55 ц/га. Запропонована система районування передбачає використання традиційних методів підготовки ґрунту, що полягає у застосуванні лущення стерні і послідууючу оранку на зяб після збирання попередника, при цьому технологіями догляду за посівами передбачено застосування пестицидів та інсектицидів.

З метою належної підготовки зерносуміші до зберігання чи подальшої переробки запропоновано використати післязбиральну обробку ячменю на зерноочисно-сушильному комплексі. Виконані технологічні розрахунки операцій післязбирального обробітку, що дозволили встановити необхідну кількість та продуктивність обладнання комплексу з дотриманням якісних показників та агростроків виконання. врожаю на зерносушильному комплексі. Так загальна тривалість обробітку зерноматеріалу ячменю на зерноочисно-сушильному комплексі за повним циклом становитиме 6,86 діб, що відповідає агровиимогам.

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

3. Наукова частина

3.1. Пошуковий аналіз можливості підвищення ефективності післязбирального очищення

Як показали розрахунки, проведені в попередньому розділі, найбільш навантаженими є операції попереднього та первинного очищення зерноsumіші, які виконуються машинами загального призначення.

Одними з найбільш універсальних способів розділення зерноsumішей на фракції є решітна та пневмосепарація [14-20]. Відповідно, виробниками сільськогосподарських машин в конструкція зерноочисних машин загального призначення (ЗОМЗП) здебільше використовується поєднання цих двох способів в одній машині, що дозволяє їх використовувати для попереднього та первинного очищення досить значної кількості культур [14, 17, 21]. При цьому, повітряна сепарація розглядається або в якості додаткового «передочищення» чи «доочищення», оскільки загальну питому продуктивність та якість очищення формує решітна система. Це пов'язано з низьким рівнем технологічної ефективності повітряних систем порівняно з решітними, що вимагає пошуку нових способів інтенсифікації аеросепарації [15-19].

Виділимо основні напрямки підвищення ефективності процесу пневмосепарації [15-19]:

1. Вирівнювання швидкісного поля повітряного потоку;
2. Збільшення тривалості взаємодії часток зерноматеріалу із повітряним потоком;
3. Встановлення раціональних значень повітряного потоку;
4. Застосування інтенсифікаторів, які дозволять збільшити питоме зернове навантаження пневмоканалу та ін.

Відповідно до пошукового аналізу наукових досліджень можемо виділити наступні фактори впливу на ефективність пневмосепарації:

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

- швидкість повітряного потоку – більші значення покращують видалення легких домішок, але призводять до збільшення втрат зернової фракції у відходах;
- рівномірність епюри поля швидкостей потоку повітря – чим більш вирівняний потік повітря по всьому перерізу пневмоканалу, тим вища якість процесу сепарації, оскільки створюються умови рівноцінної взаємодії зерноsumіші з повітряним середовищем;
- тривалість взаємодії фракцій суміші з повітряним потоком – чим більша тривалість, тим кращі показники якості процесу сепарації, але при цьому або продуктивність машини зменшується або її габарити зростають;
- питоме навантаження на пневмоканал – підвищення величини даного фактору дозволяє збільшити загальну продуктивність процесу, але без використання інтенсифікаторів призводить до погіршення якісних показників.

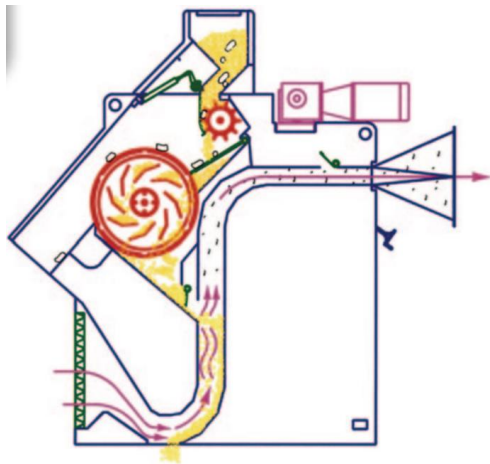
Таким чином, головною задачею при проектуванні і дослідженні пневмосистем ЗОМЗП є раціональне поєднання зазначених факторів та використання додаткових систем, які дозволяють інтенсифікувати процес сепарації без втрати якості та підвищених енергетичних і масо-габаритних параметрів.

Нами висуну то гіпотезу, яка полягає в наступному. Підвищити ефективність сепарації повітряним потоком можливо шляхом зменшення навантаження на пневмосистему крупними домішками, які, крім збільшення загальної засміченості зерноsumіші, викликають в повітряному середовищі ефект «затінення», що не дозволяє ефективно взаємодіяти іншим часткам суміші з повітряним потоком.

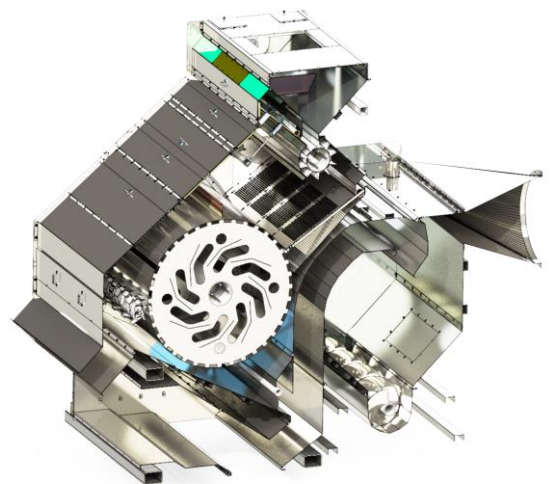
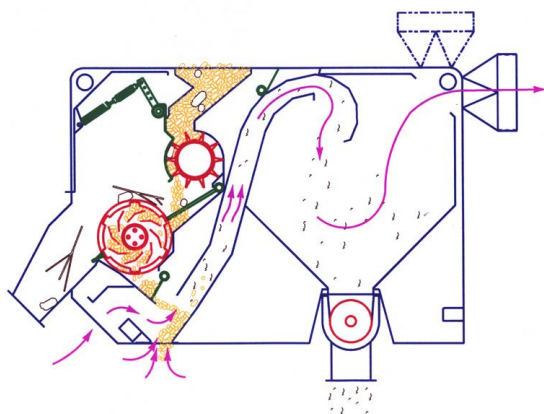
Конструктори відомої фірми «Carter Day» [22], запропонували перед повітряною сепарацією видаляти крупні домішки на так званому скальператорному решеті, яке представляє собою циліндричне решето з зовнішньою робочою поверхнею (рис.3.1). Зазначений скальператор відноситься до швидкохідних циліндричних решіт і залежно від культури та

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

схеми встановлення комплектується решітними полотнами різних форм та розмірів отворів.



а)



б)

Рис. 3.1 – Схема і загальний вигляд пневмосепараторів фірми “Carter Day” з скальператорним решетом [22]: а) схема з вертикальним пневмоканалом; б) схема з похилим пневмоканалом та осадовою камерою

Вказана конструкція дозволяє «розвантажити» пневмоканал за рахунок видалення крупної фракції домішок. Зерноочисні машини даного виробника відрізняються відносно простою конструкцією, надійністю і компактністю,

проте не знайшли подальшого розвитку, оскільки в даному випадку сепаруюча здатність зовнішньої поверхні циліндричного решета досить обмежена.

Вітчизняними науковцями [16, 17, 20] запропонована гіпотеза інтенсифікації просівної здатності скальпаторних циліндричних решіт, яка полягає в застосуванні повітряного потоку як збудувача псевдозрідження зерноsumіші (рис. 3.2).

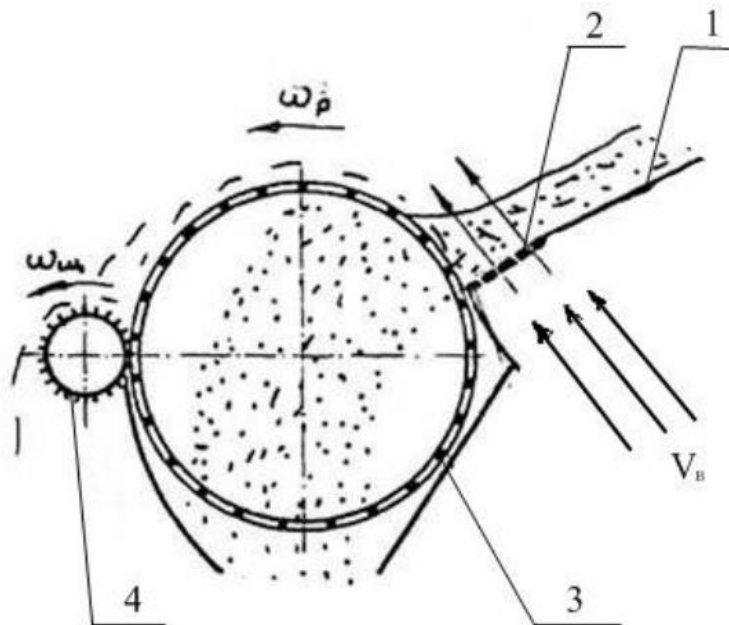


Рис. 3.2 – Схема скальператорного сепаратора з повітряним інтенсифікатором [16]: 1 – живильний пристрій; 2 – інтенсифікуючий лоток; 3 – циліндричне решето з зовнішньою робочою поверхнею; 4 – очисний щітковий механізм

Вказана авторами [16, 17] гіпотеза полягає в тому, що при подачі повітряного потоку крізь перфорований лоток 2 створюються умови псевдозрідження зерноsumіші, які сприяють зменшенню як внутрішнього, так і зовнішнього тертя, відповідно це сприятиме більш інтенсивній сепарації крізь отвори циліндричного решета. Однак недоліком даної схеми є збільшення енергоємності та металомісткості процесу за рахунок додаткового обладнання для створення повітряного потоку.

Вітчизняний виробник обладнання для зернопереробних та зернообробних підприємств Хорольський механічний завод випускає ЗОМ аспіраційного типу СПО-80 (рис. 3.3), які обладнанні «нескінченим» сітчастим транспортером 4, який призначений для попереднього видалення соломистих та інших крупних домішок.

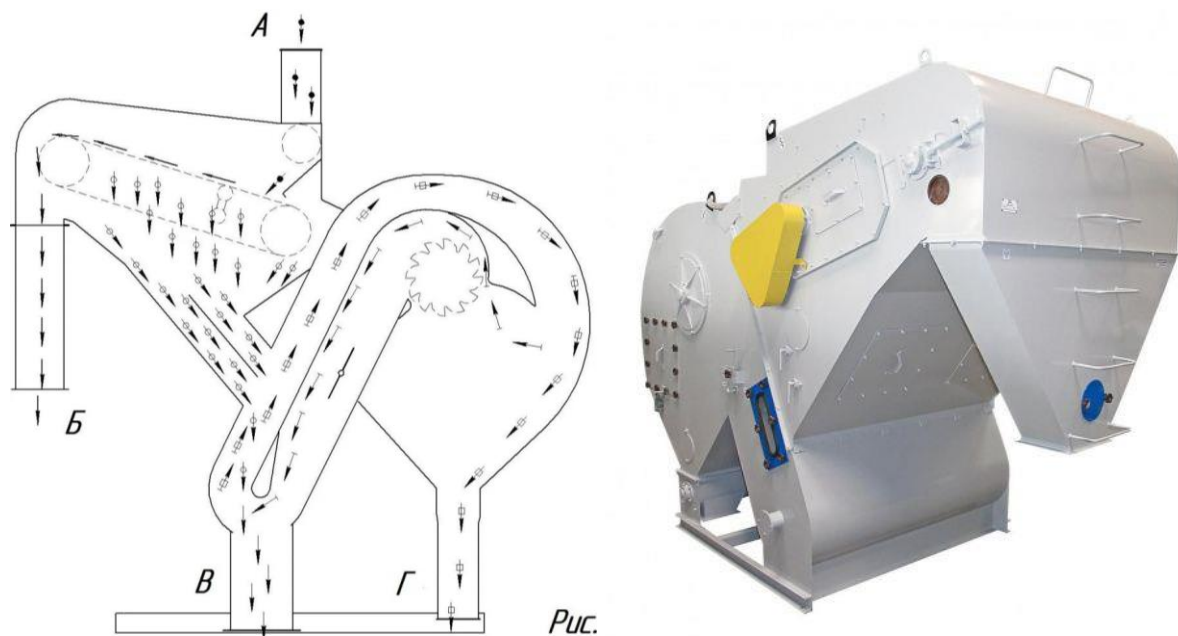


Рис. 3.3 – Функціональна схема та загальний вигляд зерноочисної машини СПО-80 від Хорольського механічного заводу (Україна) URL:

<https://mehzavod.com.ua/ua/catalog/separatory-zernoochistitelnye/spo-80/> : А – завантаження; Б – вихід крупних домішок; В – фракція очищеного насіння; Г – вихід легких домішок.

Як бачимо, в даному технічному рішенні збільшена площі сепарації скальператора, але при цьому даній схемі притаманний недолік щодо збільшених габаритних розмірів та не вирішено питання інтенсифікації решітної сепарації.

Таким чином, можемо констатувати потребу щодо створення ЗОМЗП нової конструкції, що вимагає значних капіталовкладень, або ж удосконалення існуючих серійних машин загального призначення, що дозволило б без значних вкладень створити більш ефективну зерноочисну систему шляхом поєднання

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

переваг уже існуючих систем сепарування в єдину науково обґрунтовану систему.

Таким чином, постає задача стосовно удосконалення та обґрунтування зерноочисної системи, яка дозволить поєднати переваги решітних і аеродинамічних систем, при цьому мінімізувати їх недоліки відповідно до задачі «максі-мінімуму».

3.2. Обґрунтування об'єкта досліджень.

Однією з найбільш популярних та універсальних ЗОМ загального призначення, яку використовують як для попередньої, так і первинної обробки зерносуміші, є самопересувний очисник ОВС-25 (рис. 3.4). Технологічна схема даної машини передбачає видалення легких, дрібних та крупних домішок, при цьому вона оснащена механізмом самопересування, завантажувальними і розвантажувальними транспортерами та системою пилоочищення. Відповідно до паспортної продуктивності ЗОМ при виконанні попереднього очищення зерносуміші пшениці вологістю 15% та засміченістю 10% забезпечує 25 т/год, а на первинній очистці 12 т/год.

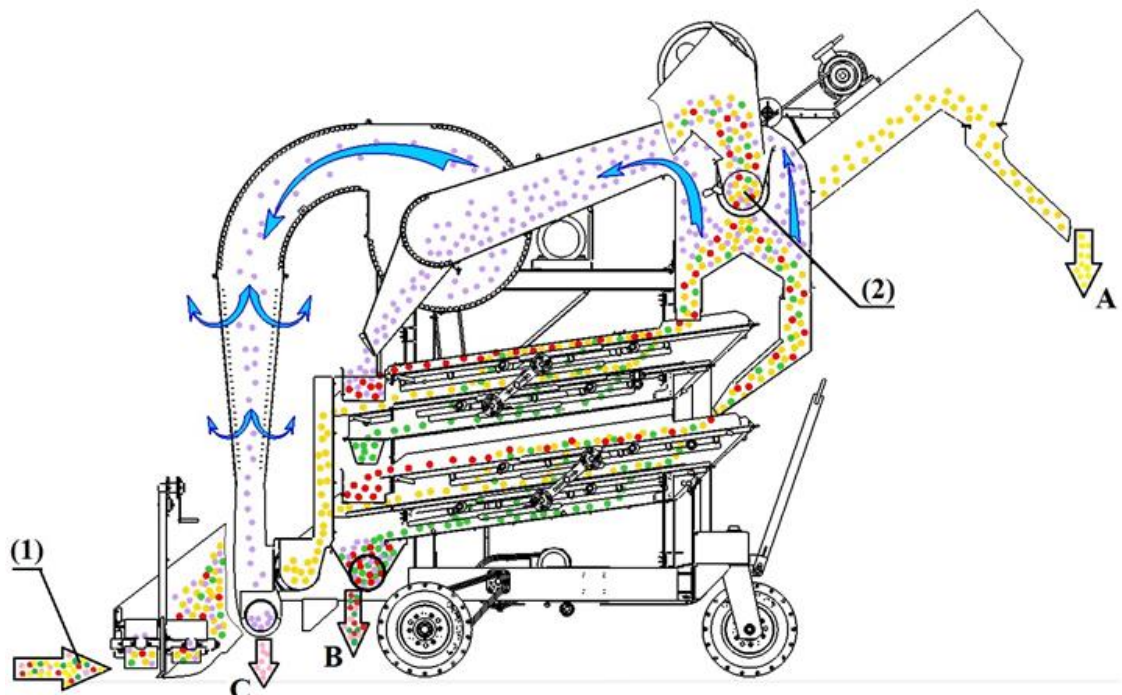


Рис. 3.4 – Функціональна схема ЗОМ ОВС-25

Зерноочисна машина оснащена двоканальною системою аспірації прямокутного перерізу, напрям повітряного потоку, який створює відцентровий вентилятор, всмоктуючий. Система аспірації (рис. 3.5) представляє собою два пневмоканали *Е* з приймальником, повітропроводи з осадовою камерою *Д*, відцентровий вентилятор *Г*, жалюзійний інерційний *Б* або циклонний пилевідокремлювач, пневмотранспортер *А* та приводні механізми. Нижня частина приймальної камери містить шнек-розподільник 3, призначений для рівномірного розподілення зерносуміші по ширині пневмоканалів, та регульований клапан 2, за допомогою якого здійснюється регулювання якості завантаження системи аспірації. Повітряні канали з'єднані кожухом прямокутного перерізу з осадовою камерою 4 та вентилятором. Швидкість повітряного потоку в каналах встановлюється шляхом регулювання шибера 5 важелем 6. Для очищення повітряного потоку від пилу застосовують жалюзійний пилевідокремлювач інерційного типу.

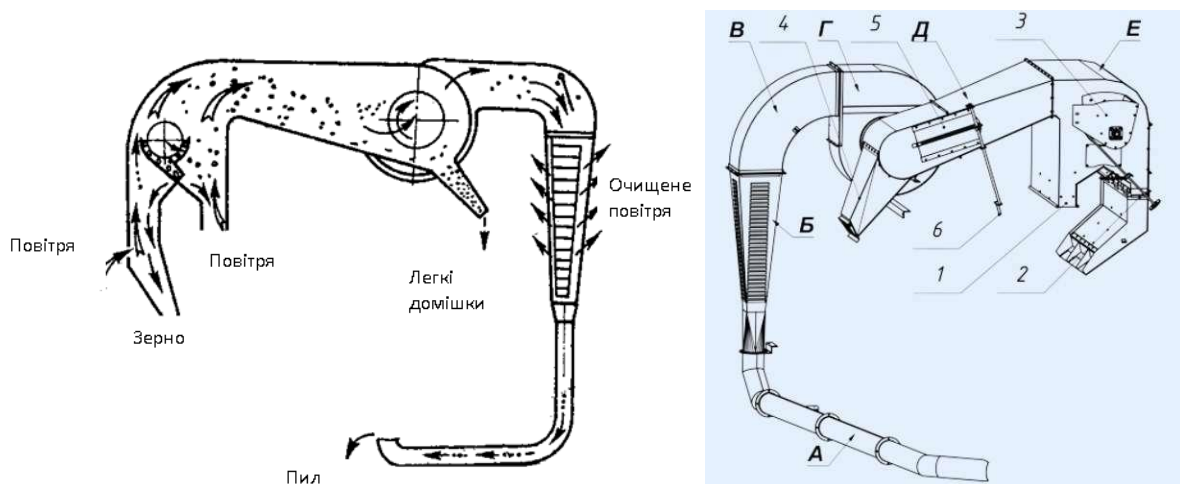


Рис. 3.5 – Аспіраційна система ОВС-25

Після очищення зерносуміші від легких домішок відбувається її сепарація за розмірами на решітних станах (рис. 3.6), які розташовуються один під одним та працюють паралельно. Зернова суміш потрапляє до них з відповідних повітряних каналів. Решетна схема передбачає встановлення в кожному стані встановлення решіт згідно фракційній схемі. Так верхні решета є ділильними і колосовими, а нижні – підсівними.

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

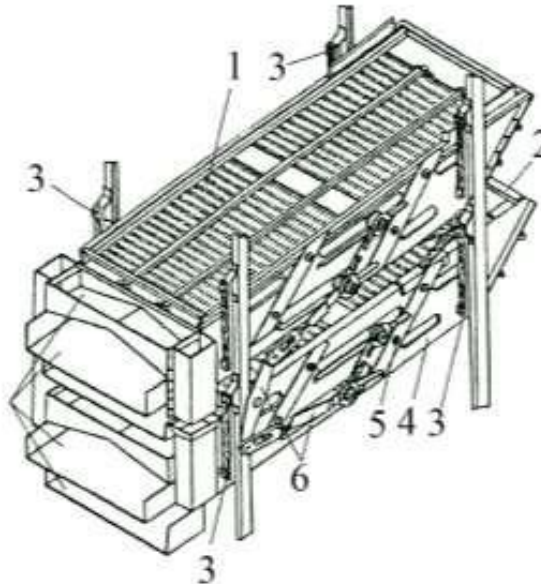


Рис. 3.6 – Решітні стани ОВС-25:

1, 2 – верхній та нижній стани 3 – підвіска станів; 4 – боковина; 5 – ексцентриковий фіксатор; 6 – привод очисних щіток; 7 – приймальні лотки

Досвід застосування зерноочисної машини ОВС-25 показав, що дана машина має високий рівень функціональності, проте її аспіраційна система має відносно низький технічний рівень та потребує покращення технологічної ефективності.

Зважаючи на проведений нами аналіз наукових досліджень стосовно напрямків підвищення ефективності післязбирального очищення можемо зробити деякі припущення щодо підвищення ефективності повітряної сепарації ЗОМЗП типу ОВС, а саме:

1. Технологічну ефективність аспіраційної системи можливо покращити шляхом зменшення її завантаженості крупними домішками за рахунок їх попереднього видалення;

2. Для попереднього видалення грубих домішок доцільно використати скальператорне решето, розміщене перед приймальною камерою (рис. 3.7);

3. З метою зменшення енергетичних витрат на створення повітряного потоку, а також з метою зменшення запиленості робочого приміщення раціонально використати замкнену повітряну систему (рис. 3.7).

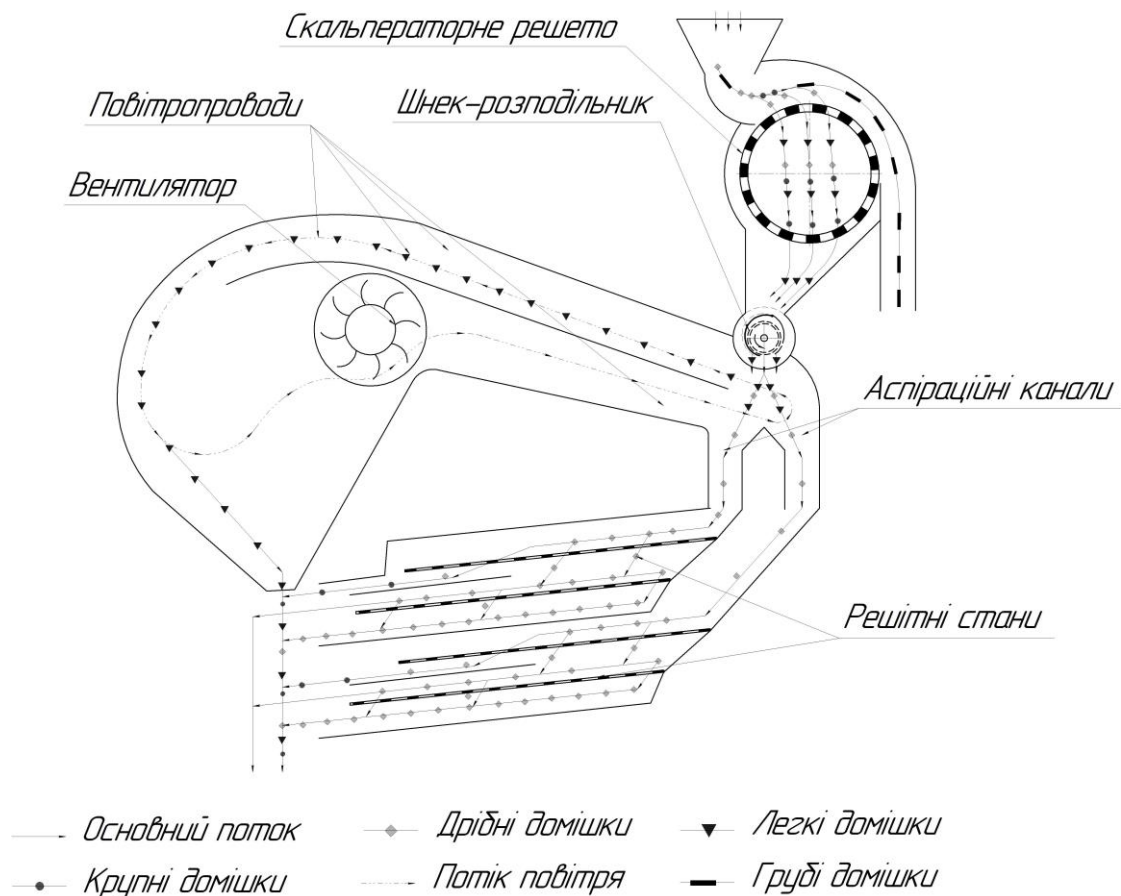


Рис. 3.7 – Удосконалена функціональна схема ОВС

З метою підвищення просівної здатності скальператорного решета пропонується виготовити його поверхню прутковою (рис. 3.8), що збільшить коефіцієнт живого перерізу площі решета.

Зерноочисна машина ОВС-25 запропонованими змінами матиме наступний технологічний процес роботи (рис. 3.7).

Зернова суміш поздовжнім транспортером подається до приймальної камери, в нижній частині якої встановлено скальператорне решето. На скальператорному решеті відбувається відділення грубих домішок, які не здатні пройти крізь отвори решета, натомість частки зернової суміші, розміри яких менші за отвори, проходять крізь решітну поверхню і надходять до розподільчого шнека. Шнеком зерносуміш розподіляється по всій ширині пневмоканалів та завантажується до них.

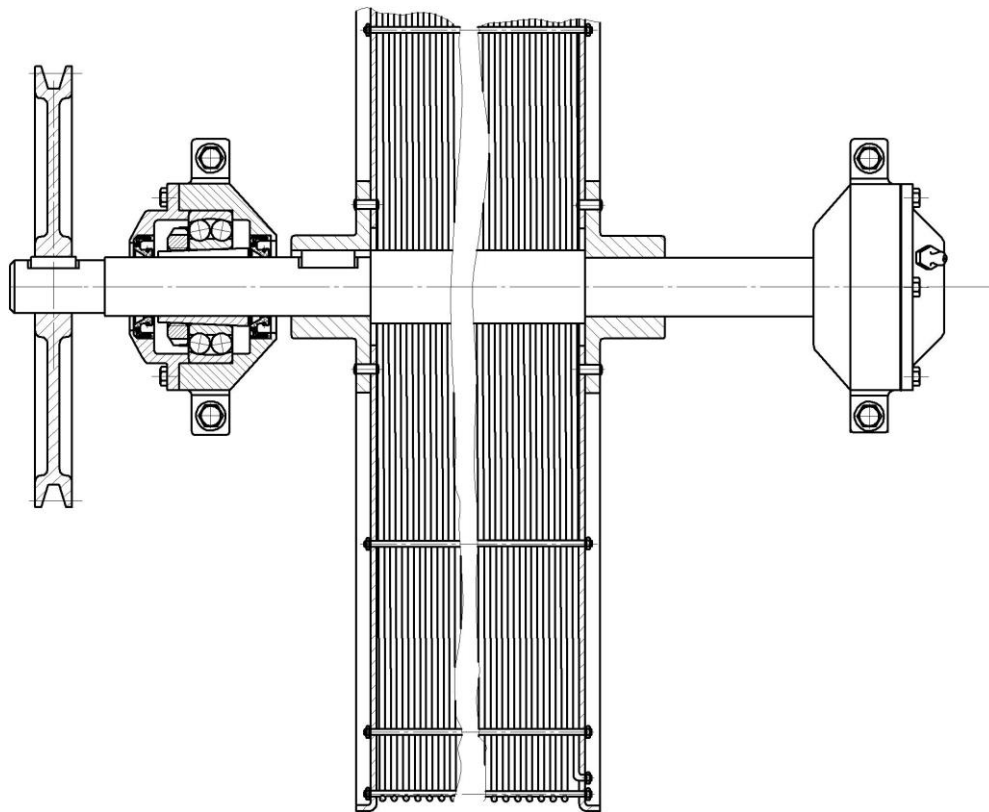


Рис. 3.8 – Запропоноване скальператорне решето

В аспіраційних каналах зерноsumіш піддається дії повітряного потоку, швидкість якого встановлюється залежно від культури заслінкою, яка встановлена в напірному повітропроводі. Під дією повітряного потоку, який створюється вентилятором, легка фракція і пилові частки відділяються від зерноsumіші та осаджуються в осадовій камері. Повітряний потік, очищений від легких часток, знову надходить по напірній магістралі аспіраційних каналів.

Звільнена від легких домішок зернова суміш надходить до паралельно працюючих решітних станів, на яких відбувається виділення крупної фракції, яка йде сходом з верхніх решіт, та дрібної, яка проходить крізь отвори нижніх підсівних решіт.

Фракції легких, крупних і легких домішок надходять системою лотків до шнека фуражних відходів, яким вивантажуються в бік від машини. Фракція очищеного зерна системою направляючих лотків спрямовується до скребкового вивантажувача, яким виводиться за межі машини у транспортний причіп чи утворюючи новий бунт очищеного зерна.

3.3. Мета, задачі та результати досліджень.

За мету наукової складової роботи обрано поліпшення ефективності процесу пневмосепарації зерноочисної системи машини типу ОВС шляхом обґрунтування параметрів системи попереднього видалення грубих домішок.

Об'єкт дослідження – процес попереднього видалення грубих домішок та його вплив на процес пневмосепарації.

Предметом дослідження являються параметри системи попереднього видалення грубих домішок та системи аспірації ЗОМ загального призначення.

Задачі досліджень:

1. Обґрунтування параметрів системи попереднього видалення грубих домішок;
2. Обґрунтування параметрів пневмосепараційної системи замкнутого типу.

Таким чином, першочерговою задачею є обґрунтування параметрів системи видалення грубих домішок, яку нами запропоновано реалізувати у вигляді обробки зерноsumіші на скальператорному решеті, що має пруткову поверхню. Видалення грубих домішок базується на принципі розмірної подільності компонентів зерноsumіші, що полягає в тому, що грубі домішки не повинні пройти крізь отвори, утворенні прутками (рис. 3.9).

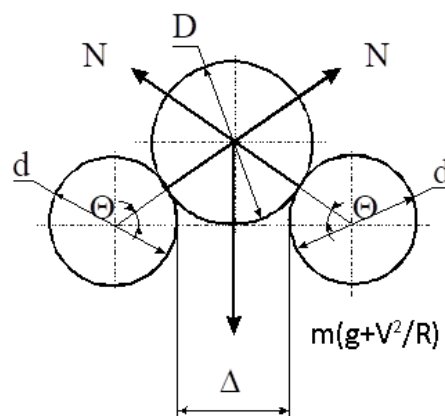


Рис. 3.9 – Умова защемлення частки між прутками [23]

Натомість, проходова фракція, основна з яких зерно основної культури, повинна гарантовано пройти в отвір решета. З теоретичної точки зору, це відбудеться гарантовано у випадку розміщення центра мас проходової частки над отвором за умови, що швидкість руху цієї частки буде мати меншу величину за критичну [23].

Таким чином, задача з дослідження параметрів системи видалення грубих домішок зводиться до обґрунтування величини раціональних швидкостей переміщення часток проходової фракції по зовнішній поверхні скальператора.

Дослідженнями [15-20] стверджується, що при визначенні раціональних параметрів скальператорних решіт необхідно користуватись фактом, що найбільш доцільними є траєкторії руху часток, які мають максимально наближену траєкторію відносно поверхні циліндричного решета. При цьому буде відбуватися прохід «важких» проходових фракції в отвори, якщо дотримана умова $\Omega_{в.прох} \leq \Omega_{крит}$, і навпаки, «легкі» непрохідні частки будуть підійматися догори й по зовнішній поверхні скальператорного решета виводитися із «критичної» проходової зони. Тобто буде спостерігатись ефект самосортування зерноsumіші. Крім того, на продуктивність даного решета буде мати вплив і спосіб подачі матеріалу, а саме кут надходження на поверхню решета та місце подачі.

З метою визначення впливу вказаних параметрів на траєкторії переміщення часток зерноsumіші проведемо математичне моделювання відповідно до можливих крайових варіантів завантаження та подачі зернового матеріалу.

При моделюванні введемо деякі припущення, а саме:

1. При надходженні матеріалу на поверхню решета вважатимемо несуттєвим удар частки об поверхню;
2. Після надходженні частки на решітну поверхню вона набуде величину лінійної швидкості його поверхні Ω_0 , при цьому відбувається вільне переміщення від взаємодії з цієї швидкістю;

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

3. Початкова швидкість надходження зернових часток дорівнює лінійній швидкості окружності решета;

4. Лобовим опором повітряного середовища нехтуємо, як несуттєвим.

Переміщення часток у загальному вигляді (рис. 3.10):

$$m \frac{d\bar{\Omega}}{dt} = \bar{G} + \bar{F}_m + \bar{F}_n + \bar{F}_\tau + \bar{N}$$

або у двокоординатній площині, відповідно до традиційних уявлень, матиме наступний вигляд:

$$X : m \frac{d\Omega_x}{dt} = -N \cdot \sin \alpha - m \frac{\Omega^2}{R} \cdot \sin \alpha - fN \cdot \cos \alpha ;$$

$$Y : m \frac{d\Omega_y}{dt} = mg - N \cdot \cos \alpha - m \frac{\Omega^2}{R} \cdot \cos \alpha + fN \cdot \sin \alpha ;$$

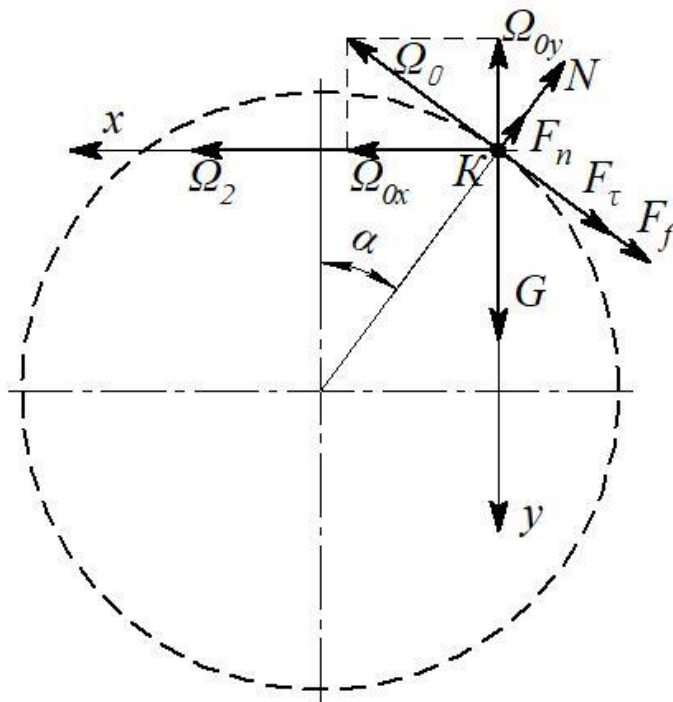
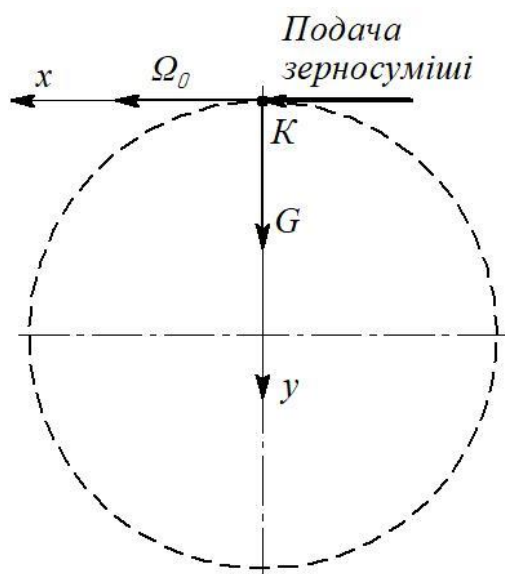


Рис. 3.10 – Схема сил, які діють на частку

Проведемо інтегрування наведених залежностей для різноманітних «крайових» варіантів подачі зерноматеріалу на поверхню циліндричного решета для «проходових» фракцій.

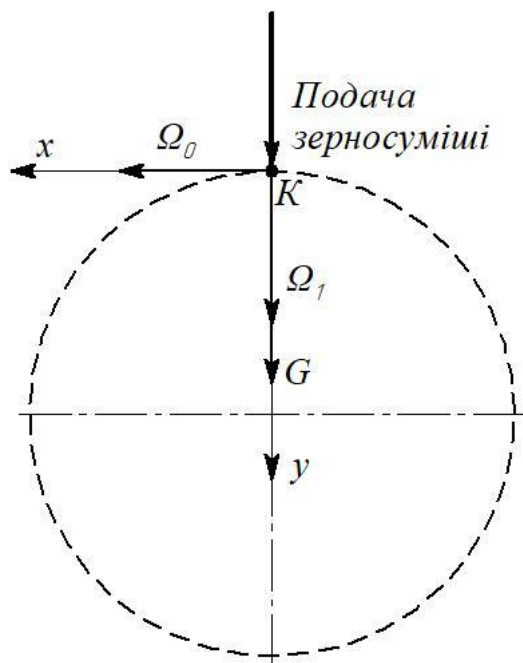
За першим варіантом, відповідно до якого подача здійснюється горизонтально по дотичній до поверхні решета у верхній точці, матимемо:



$$\Omega_x = \frac{dx}{dt} = C_{1.1};$$

$$\Omega_y = \frac{dy}{dt} = g \cdot t + C_{1.2};$$

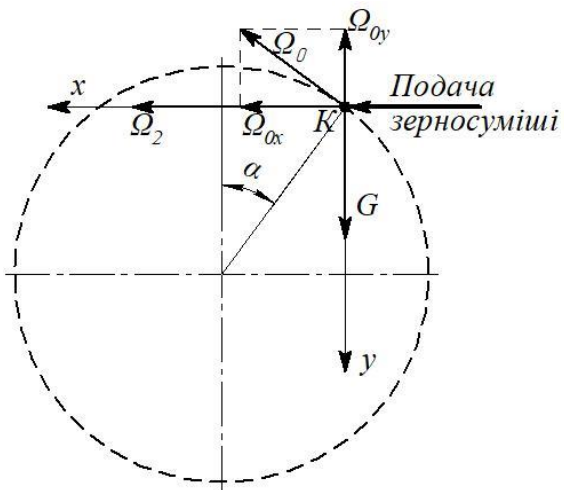
Відповідно до другого варіанту подача матеріалу здійснюється вертикально по осевій лінії у верхній точці решета:



$$\Omega_x = \frac{dx}{dt} = C_{1.3};$$

$$\Omega_y = \frac{dy}{dt} = g \cdot t + C_{1.4};$$

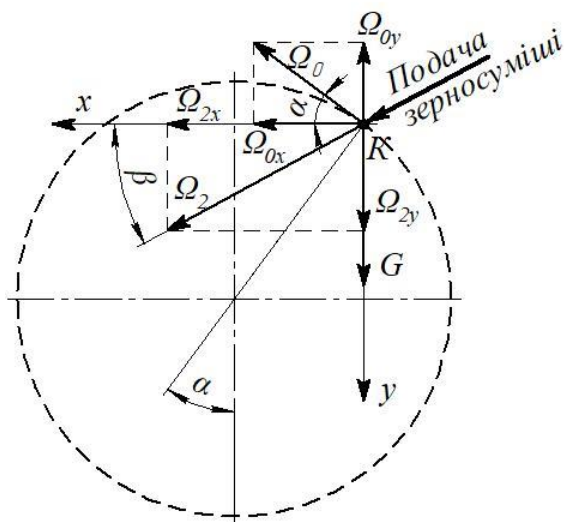
Третій варіант передбачає подачу матеріалу горизонтально в тоці K , яка розміщення під кутом α до вертикальної вісі:



$$\Omega_x = \frac{dx}{dt} = C_{1.5};$$

$$\Omega_y = \frac{dx}{dt} = g \cdot t + C_{1.6};$$

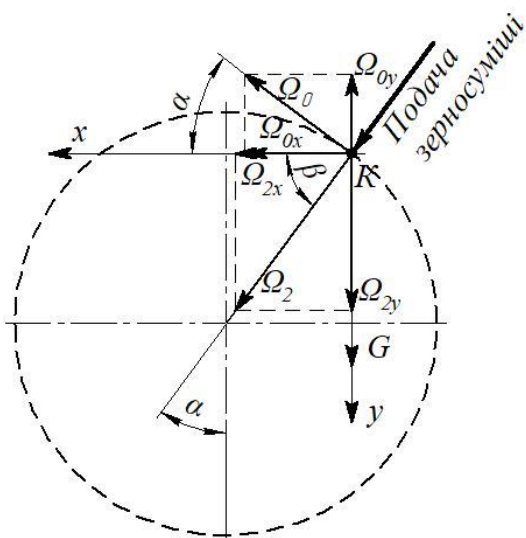
Четвертий варіант передбачає подачу матеріалу під кутом β в тоці K , яка розміщення під кутом α до вертикальної вісі:



$$\Omega_x = \frac{dx}{dt} = C_{1.7};$$

$$\Omega_y = \frac{dx}{dt} = g \cdot t + C_{1.8}$$

П'ятий варіант передбачає подачу матеріалу під кутом β в тоці K , яка розміщення під кутом α до вертикальної вісі, при цьому $\beta = \alpha$:



$$\Omega_x = \frac{dx}{dt} = C_{1.9};$$

$$\Omega_y = \frac{dx}{dt} = g \cdot t + C_{1.10}$$

Встановимо значення постійних інтегрування за початкових умов, тобто при $t = 0$.

При початкових умовах відповідні значення координат x , y , які визначають траєкторії частинок в момент часу $t > 0$ для різних варіантів подачі становитимуть:

для першого варіанту

$$x = \Omega_0 \cdot t; \quad y = \frac{g \cdot t^2}{2};$$

для другого варіанту

$$x = \Omega_0 \cdot t; \quad y = \frac{g \cdot t^2}{2} + \Omega_1 \cdot t;$$

для третього варіанту

$$x = \Omega_{0x} \cdot t + \Omega_2 \cdot t; \quad y = \frac{g \cdot t^2}{2} - \Omega_{0y} \cdot t;$$

$$\Omega_{0x} = \Omega_0 \cdot \cos \alpha; \quad \Omega_{0y} = \Omega_0 \cdot \sin \alpha;$$

для четвертого варіанту

$$x = \Omega_{0x} \cdot t + \Omega_{2x}; \quad y = \frac{g \cdot t^2}{2} - \Omega_{0y} \cdot t + \Omega_{2y} \cdot t;$$

$$\Omega_{0x} = \Omega_0 \cdot \cos \alpha; \quad \Omega_{0y} = \Omega_0 \cdot \sin \alpha;$$

$$\Omega_{2x} = \Omega_2 \cdot \cos \beta; \quad \Omega_{2y} = \Omega_2 \cdot \sin \beta;$$

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

для п'ятого варіанту

$$x = \Omega_{0x} \cdot t + \Omega_{2x} \cdot t; \quad y = \frac{g \cdot t^2}{2} - \Omega_{0y} \cdot t + \Omega_{2y} \cdot t;$$

$$\Omega_{0x} = \Omega_0 \cdot \cos \alpha; \quad \Omega_{0y} = \Omega_0 \cdot \sin \alpha;$$

$$\Omega_{2x} = \Omega_2 \cdot \cos \beta; \quad \Omega_{2y} = \Omega_2 \cdot \sin \beta;$$

де Ω_0 – величина колової швидкості поверхні скальператорного решета діаметром D при частоті обертів n :

$$\Omega_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60};$$

Ω_1 – швидкість часток, які надходить до поверхні скальператорного решета,

$$\Omega_1 = \Omega_2 + g \cdot t_1,$$

Ω_2 – величина колової швидкості поверхні живильника діаметром d_1 при частоті обертів n_1 :

$$\Omega_2 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60},$$

t_1 – час, що встановлює тривалість переміщення часток від живильника до скальператорного решета, с.

$$t_1 = \sqrt{2 \cdot H_1 / g},$$

де H_1 – величина відстані від точки подачі живильника до точки подачі на скальператор, м.

Відповідно до проведеного теоретичного дослідження отримані відповідні рівняння траєкторій переміщення «прохідних» часток матеріалу при їх надходженні до скальператорного решета. З метою визначення найбільш

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

раціональної схеми завантаження та встановлення параметрів циліндричного решета побудуємо траєкторії переміщення часток зерноматеріалу згідно отриманих залежностей (рис. 3.11).

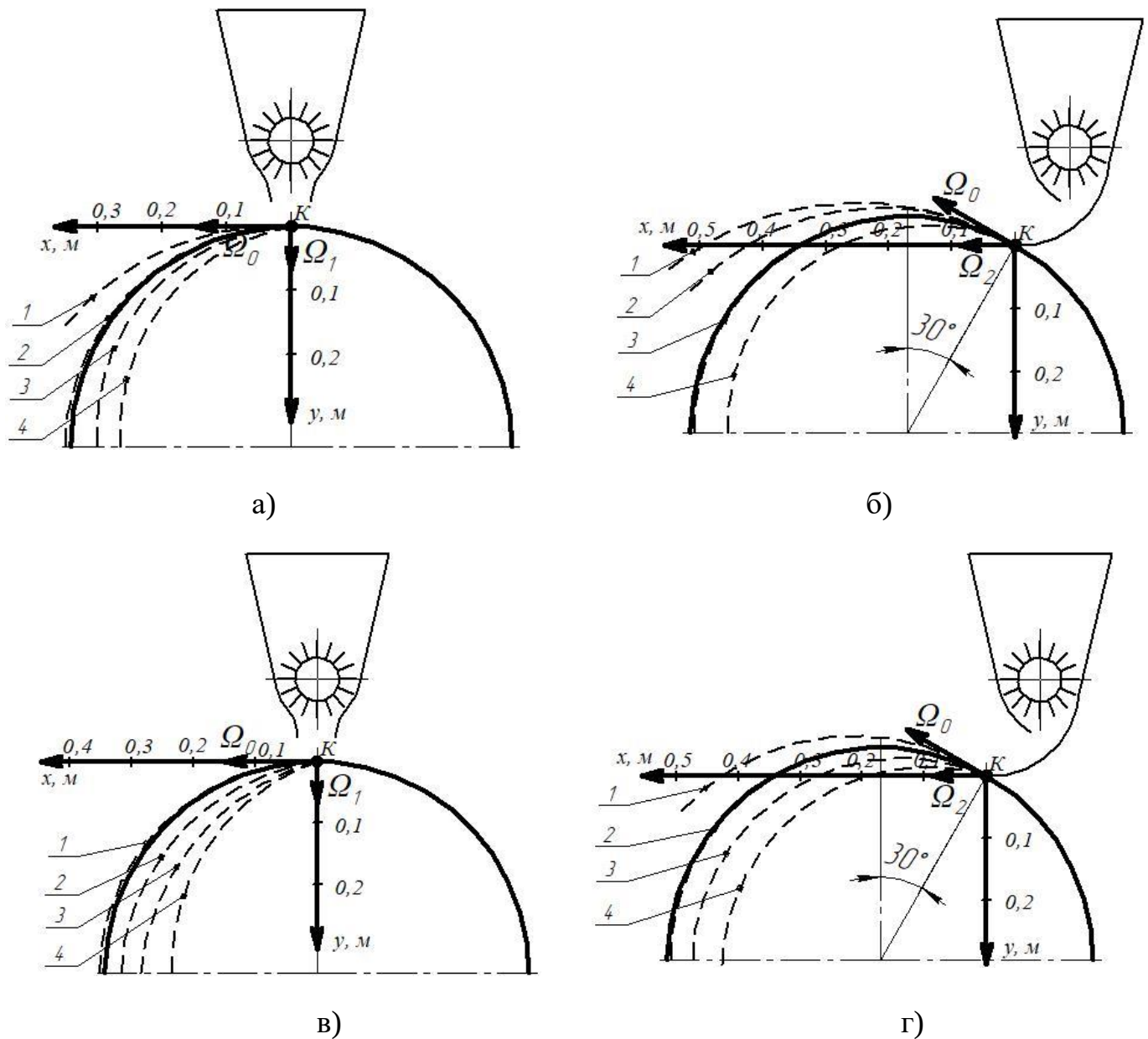


Рис.3.11. Графічні залежності траєкторій переміщення часток зерноsumіші від діаметра D скальператора і його частоти обертання n за різних способах подачі: а) $D = 0,7$ м; $\alpha = 0^\circ$; $\beta = 90^\circ$; б) $D = 0,7$ м; $\alpha = 30^\circ$; $\beta = 0^\circ$; в) $D = 0,8$ м; $\alpha = 0^\circ$; $\beta = 90^\circ$; г) $D = 0,8$ м; $\alpha = 30^\circ$; $\beta = 0^\circ$;

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

Аналіз графічних залежностей (рис. 3.11) для різноманітних типів подачі зерноsumіші дозволяє констатувати, що для кожного типу завантаження решета існує хоча б одна траєкторія, яка характеризується максимальним наближенням до окружності скальператора, та визначається певним значенням частоти обертання й діаметром циліндричного решета.

Таким чином, проведений аналіз отриманих залежностей та з врахуванням результатів просівання пруткового решета, отриманих іншими дослідниками [15-20], можемо встановити найбільш раціональні параметри запропонованого скальператорного решета: кут завантаження повинен мати значення $\alpha \leq 30^\circ$, кут подачі зерноsumіші $\beta = 0^\circ$; величина частоти обертання решітного циліндра $n = 35-40 \text{ хв}^{-1}$, а його діаметр $D = 0,8 \text{ м}$.

3.4. Інженерний розрахунок аспіраційної системи

Відповідно до конструктивної системної подібності машини пневмосепараційні канали вертикальними з прямокутним перерізом, параметрами яких є ширина B , глибина C та висота H (рис. 3.12).

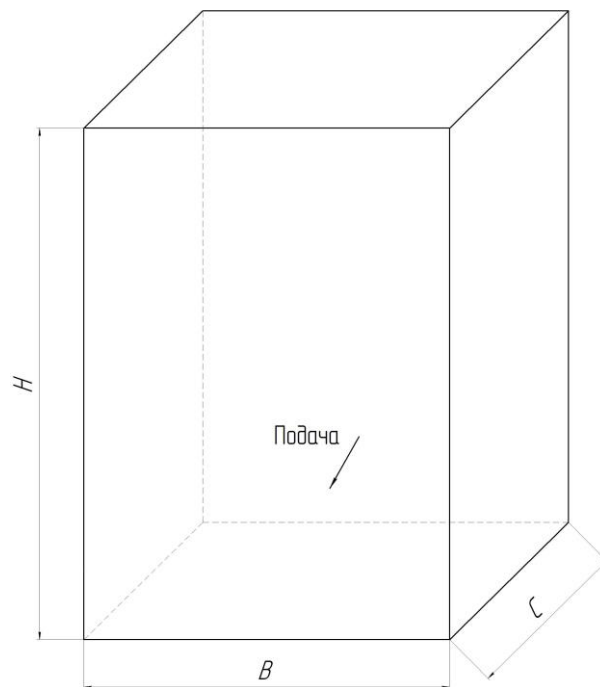


Рис. 3.12 – Розміри перерізу аспіраційного каналу.

Основним параметром, який визначає продуктивність системи аспірації є ширина аспіраційного каналу B , яка відповідно становить:

$$B = \frac{Q_{\text{заг}}}{q_B \cdot K_1 \cdot m}$$

де $Q_{\text{заг}}$ – продуктивність машини яку необхідно забезпечити, кг/год;

q_B – максимально можливе питоме навантаження на стандартний вертикальний пневмоканал прямокутного перерізу при забезпеченні агровимог щодо якості роботи, кг/дм·год;

m – кількість пневмоканалів, $m = 2$;

K_1 – коефіцієнт, що встановлює можливість підвищення питомої продуктивності вертикального пневмоканалу при застосуванні інтенсифікуючих систем. В нашому випадку, за рахунок використання попереднього очищення зерноsumіші від грубих домішок питоме навантаження на аспіраційний канал можливо збільшити для операції попереднього очищення з $q_B = 1250$ кг/дм·год до $q_B' = 1620$ кг/дм·год [14, 21, 24]. Таким чином

$$K_1 = \frac{q_B'}{q_B} = \frac{1620}{1250} = 1,296$$

Величина ширини кожного пневмоканалу модернізованої ЗОМ становитиме:

$$B = \frac{32000}{1250 \cdot 1,296 \cdot 2} = 9,87 \text{ дм} = 987 \text{ мм.}$$

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

Виходячи з принципів стандартизації та уніфікації, приймемо конструктивне значення ширини кожного з двох аспіраційних каналів рівним 1000 мм або 10 дм., що також дозволить мати деякий запас продуктивності.

Глибина пневмоканалу також пов'язана з питомою продуктивністю системи аспірації, але найбільш визначальним при цьому є якість сепарації [14, 24]. На практиці, щоб встановити значення глибини пневмоканалу використовують емпіричну математичну модель

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

де $\chi \geq 0,6$ – агротехнічно встановлена мінімальна ефективність пневмосепарації при виконанні операції попереднього очищення зерноsumіші.

Отже значення глибини кожного пневмоканалу становитиме:

$$C = \frac{1620 + 1350 \cdot 0,6 - 1135}{22,7 - 27 \cdot 0,6} \approx 200 \text{ мм} = 2 \text{ дм.}$$

За такого значення глибини каналу величина питома навантаження площі пневмоканалу складає

$$q_F = \frac{q_B}{C} = \frac{1620}{2,0} = 810 \text{ кг/год} \cdot \text{дм}^2.$$

Оскільки нами запропоновано виконати систему аспірації замкнутого типу, необхідно виконати розрахунки деяких її параметрів. Очищення повітря від домішок і пилу відбувається за допомогою осадової камери (рис.3.13), в якій виділення легких часток відбувається за рахунок інерційних сил.

Виходячи з принципів стандартизації та уніфікації, приймемо прямокутну форму осадової камери, а її параметри вибираємо конструктивно.

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

Так ширина осадової камери становитиме аналогічно до ширини пневмоканалів 100 мм.

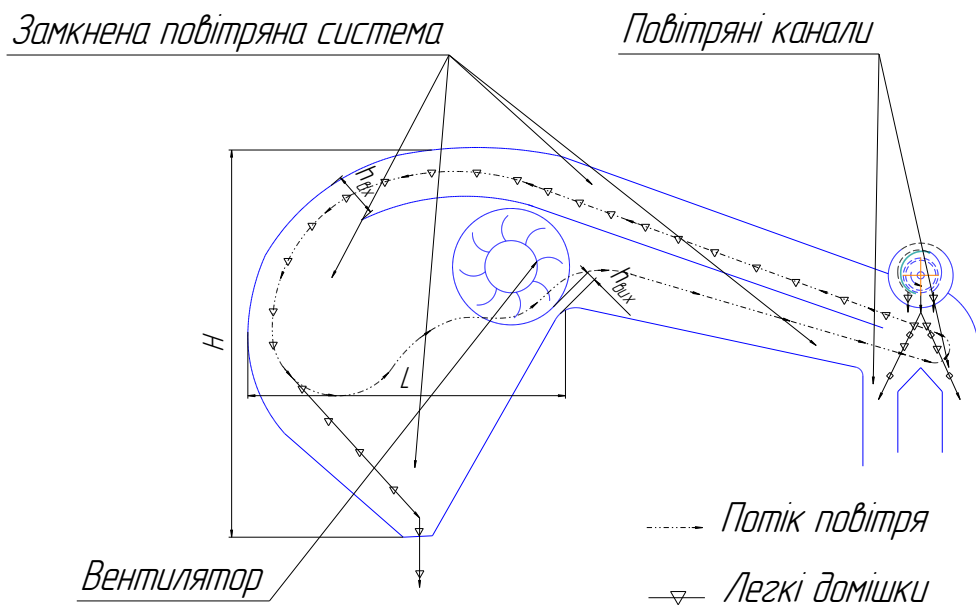


Рис.3.13 – Схема до визначення параметрів осадової камери

Ефективність роботи осадової камери визначається величиною її довжини, яка пов'язана з глибиною пневмоканалу наступною умовою:

$$L = (5 \dots 6) \cdot m \cdot C = 5 \cdot 2 \cdot 200 = 2000 \text{ мм.}$$

Відповідно, висота осадової камери становитиме:

$$H = (0,6 \dots 0,8) \cdot L = 0,7 \cdot 2000 = 1400 \text{ мм.}$$

Втрати тиску, які спостерігаються в осадовій камері визначимо зі стандартної залежності:

$$P_{o.k.} = \xi \cdot \frac{\rho_c \cdot V^2}{2 \cdot g},$$

де ρ_c – щільність середовища, для повітря за нормальних умов $\rho_c = 1,22$ кг/м³; V – величина швидкості потоку повітря на вході осадової камери, $V = 16$

м/с; ξ – коефіцієнт, що визначає аеродинамічний опір осадової камери, який для трубопроводів, які раптово розширюються становить $\xi = 1,4$.

Отже

$$P_{mc} = 1,4 \cdot \frac{1,22 \cdot 16^2}{2 \cdot 9,81} = 22,3 \text{ Па.}$$

Висновки

Під час виконання розділу було проведено літературний та патентний огляд систем аспірації, конструктивних особливостей зерноочисних машин загального призначення. На підставі проведеного аналізу результатів досліджень виявлені недоліки існуючих комбінованих зерноочисних систем та визначені можливі шляхи підвищення їх ефективності.

Відповідно до виявлених напрямків подальшого розвитку ЗОМ загального призначення запропоновано модернізувати зерноочисну машину типу ОВС шляхом підвищення ефективності аспіраційної системи за рахунок зменшення її завантаженості грубими домішками внаслідок їх попереднього видалення. Для попереднього видалення грубих домішок запропоновано використати скальператорне решето, розміщене перед приймальною камерою аспіраційної системи. З метою зменшення енергетичних витрат на створення повітряного потоку, а також з метою зменшення запиленості робочого приміщення пропонується використати замкнену повітряну систему

З метою встановлення параметрів скальператорної системи видалення грубих домішок було виконано аналітичні дослідження, які дозволили встановити раціональні параметри скальператорного решета, зокрема його діаметр та частоту обертання, а також найбільш раціональну систему подачі зерноsumіші на обробку.

З метою визначення параметрів замкненої системи аспірації виконані інженерні розрахунки, за результатами яких встановлені параметри пневмоканалів та осадової камери.

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

4. Охорона праці

Загальні заходи по забезпеченню безпечних умов праці на комплексі.

На зерноочисно-сушильному комплексі використовується електрообладнання, металеві струмоведучі частини якого потенційно знаходяться під напругою і внаслідок пошкодження ізоляції можуть призвести до ураження персоналу струмом. Тому необхідно забезпечити відповідне напрузі заземлення обладнання шляхом приєднання до заземлюючого контуру.

Виконання шаф управління повинно передбачати пиленологозахисне виконання, оскільки потрапляння пилу і вологи на струмоведучі частини може призвести до виходу з ладу обладнання та пожежі. На дверцятах шафи з її внутрішньої сторони повинна бути наведена принципова електрична схема та відповідні знаки електричної напруги. Електрообладнання повинно бути захищено відповідним температурним захистом типу УВТЗ-5.

Приміщення, де працює обладнання повинно бути оснащено вентиляційною системою, призначеною для усунення запиленості робочих зон. Перед початком роботи необхідно впевнитись в роботоздатності обладнання, перевірити його технічний стан, стан електроживлення та систем аварійної зупинки. Під час виконання робіт дотримуватись правил електробезпеки, пожежобезпеки та правил експлуатації обладнання. Персонал повинен бути забезпечений відповідним робочим одягом, справними спецінструментами та засобами індивідуального захисту органів дихання і зору.

Обладнання комплексу повинно відповідати вимогам пожежної безпеки згідно ДСТУ ISO 6309:2007, ДСТУ ІЕС 80416-1:2005, ДСТУ ISO 3864-1:2005. та «Загальним правилам пожежної безпеки для об'єктів с.г. виробництва».

Засоби первинного пожежогасіння повинні розміщуватися безпосередньо в зоні розташування зерноочисного обладнання, бути легкодоступними, зніматися з місця зберігання без використання додаткових пристроїв та за своїм обсягом і призначенням відповідати категорії вогнебезпеки. Крім того, приміщення, де працює обладнання повинно додатково оснащуватись пожежним щитом та місцем під'єднання пожежних рукавів до централізованої системи водозабезпечення.

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

5. Економічна частина

В науковій частині запропоновано модернізувати та обґрунтовано параметри зерноочисної машини ОВС-25, зокрема запропоновано підвищити ефективність пневмосепарації шляхом видалення грубих домішок перед системою аспірації на скальператорному решеті. Крім того, запропоновано застосувати замкнену пневмосистему, що дозволить зменшити енергетичні витрати на створення повітряного потоку та зменшити запиленість робочої зони. Вказані зміни посприяли підвищенню загальної продуктивності зерноочисної машини при цьому габаритні параметри та енергетичні витрати зросли несуттєво (табл. 5.1).

Табл. 5.1 – Порівняльні показники базової та модернізованої ЗОМ

№ п/ п	Показник	Один. вимір.	Умовні позн.	Машина	
				ОВС-25	ОВС-25М
1	Тип машини			самопересувна	
2	Ціна машини	грн.	C_{on}	240000	260000
5	Маса машини	кг	M	1923	1957
7	Продуктивність машини нормативна: попереднє очищення	т/год	P_q	25	32
8	Потужність	кВт	P_{∂}	9,5	9,8
9	Коефіцієнти використання часу зміни: - робочого - експлуатаційного		$K_{вр}$ $K_{ек}$	0,68 0,63	0,76 0,72

Як показали розрахунки (Додаток 1), споживач модернізованої машини за рахунок її використання при попередньому очищенні зерноsumіші може отримати позитивний економічний ефект. Це підтверджує, що запропоновані зміни в конструкції зерноочисної машини є економічно ефективними, а удосконалена машина ОВС-25М може бути рекомендована до виробництва.

6. Висновки

Метою роботи було визначено підвищення ефективності вирощування ячменю шляхом застосування новітніх систем землеробства та покращення ефективності післязбирального обробітку врожаю.

В роботі виконано аналіз біологічно-технологічних особливостей та методологічно-наукових досліджень вирощування ячменю, що дозволило розробити технологічну карту, де проведено обґрунтовану комплексну механізацію всіх технологічних процесів його вирощування. В якості посівного матеріалу запропоновано використати ячмінь ярого сорту Сталкер, який дозволить отримати при дотриманні технологічних рекомендацій потенційну продуктивність на рівні 55 ц/га.

З метою належної підготовки зерносуміші до зберігання чи подальшої переробки запропоновано використати післязбиральну обробку ячменю на зерноочисно-сушильному комплексі. Виконані технологічні розрахунки операцій післязбирального обробітку, що дозволили встановити необхідну кількість та продуктивність обладнання комплексу з дотриманням якісних показників та агростроків виконання операцій на зерносушильному комплексі. Так загальна тривалість обробітку зерноматеріалу ячменю на зерноочисно-сушильному комплексі за повним циклом становитиме 6,86 діб, що відповідає агровимогам.

Під час виконання наукового розділу було проведено літературний та патентний огляд систем аспірації, конструктивних особливостей зерноочисних машин загального призначення, що дозволило виявити недоліки існуючих комбінованих зерноочисних систем та визначити можливі шляхи підвищення їх ефективності.

Відповідно до встановлених напрямків подальшого розвитку ЗОМ загального призначення запропоновано модернізувати зерноочисну машину типу ОВС шляхом підвищення ефективності аспіраційної системи за рахунок зменшення її завантаженості грубими домішками внаслідок їх попереднього видалення. Для попереднього видалення грубих домішок запропоновано

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

використати скальператорне решето, розміщене перед приймальною камерою аспіраційної системи. З метою зменшення енергетичних витрат на створення повітряного потоку, а також з метою зменшення запиленості робочого приміщення пропонується використати замкнену повітряну систему

З метою встановлення параметрів скальператорної системи видалення грубих домішок було виконано аналітичні дослідження, які дозволили встановити раціональні параметри скальператорного решета, зокрема його діаметр та частоту обертання, а також найбільш раціональну систему подачі зерноsumіші на обробку. Так встановлено, що найбільш ефективно застосувати наступні параметри запропонованого скальператорного решета: кут завантаження повинен мати значення $\alpha \leq 30^0$, кут подачі зерноsumіші $\beta = 0^0$; величина частоти обертання решітного циліндра $n = 35-40 \text{ хв}^{-1}$, а його діаметр $D = 0,8 \text{ м}$.

З метою визначення параметрів замкненої системи аспірації виконані інженерні розрахунки, за результатами яких встановлені параметри пневмоканалів та осадової камери.

В розділі з охорони праці наведені загальні заходи по забезпеченню безпечних умов праці на комплексі.

За результатами визначення економічної ефективності запропонованих змін встановлено, що вони посприяли підвищенню загальної продуктивності зерноочисної машини при цьому габаритні параметри та енергетичні витрати зросли несуттєво. При цьому споживач модернізованої машини за рахунок її використання при попередньому очищенні зерноsumіші може отримати позитивний економічний ефект, що підтверджує ефективність запропонованих змін.

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

Список використаної літератури

1. 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.
2. Цилюрик 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Лень О. І. Забезпеченість рослин ячменю ярого основними елементами живлення залежно від варіантів удобрення. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 4. 2010. С 182-185.
9. Гораш О. С. Формування урожайності зерна ячменю ярого. Вісник аграрної науки, 2008. № 6. С.25-27.

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

10. Рослинництво: Підручник О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.

11. Машиновикористання в рослинництві : метод. рекомендації до виконання практ. робіт : для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр спец. 201 – "Агрономія" освітньо-професійна програма "Агрономія" / [уклад. : П. Г. Лузан, І. М. Осипов, О. Р. Лузан] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобудування. – Кропивницький : ЦНТУ, 2021. – 65 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10821>.

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. Методичні рекомендації до оформлення випускної кваліфікаційної роботи здобувачів другого (магістерського) освітнього рівня спеціальності 208 «Агроінженерія» за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / [уклад. : О. М. Васильковський, Д. І. Петренко, К. В. Васильковська, С. М. Лещенко, С. М. Мороз] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 40 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10501>

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

15. Вдосконалення технологічного процесу очищення зерна зерноочисними машинами загального призначення. – Механізація і автоматизація технологічних процесів у молочному скотарстві. – Агроінженерні дослідження / М.І. Васильковський, І.М. Осипов, О.М. Васильковський, С.М. Мороз // Вісник ЛДАУ №3 – Львів, 1999. – С. 102-107.

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

16. Михайлов Є.В., Дудка В.С., Білокопитов О.О. Удосконалення сепаратора попередньої очистки зерна. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання. Вип. 10. Т.4. Мелітополь: ТДАТУ, 2010. С. 86-89.

17. Михайлов Є., Голебієвські Я., Іванишин В., Кюрчев С., Гуцол Т., Колодій О., Нурик Т., Гловацкі Ш., Задосна Н., Верхоланцева В., Паляничка Н., Кучер О. Економічна і технічна ефективність обробки насіння соняшнику. Монографія. – Варшава: 2020. – 158 с.

18. Стаценко Д.І. Куянов Ю.Ю., Кошулько В.С., Олексієнко В.О., Сепарування зернових сумішей з використанням сил гравітації / Збірник наукових праць магістрантів та студентів. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 69-70.

19. Тищенко Л.Н. Експериментальне дослідження впливу вібрації на ефективність процесу скальперування зернового вороху / Л.М. Тищенко, С.А. Богданович // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – вип. 43. – част. І. – 2013. – С. 160–164.

20. Тищенко Л.М., Богданович С.А. До побудови математичної моделі технологічного процесу барабанного зернового скальператора. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Вип. 135: «Механізація сільськогосподарського виробництва». 2013. С. 5-9.

21. Назаренко І.І. Основи проектування і конструювання машин та обладнання переробних виробництв // І.І. Назаренко, І.М. Берник – К.: Аграр Медіа Груп, 2013. – 544 с.

22. Stainless Steel Scalperator / Каталог фірми Carter Day. URL: <http://www.carterday.com/petrochemical/industrial/stainless-steel-scalperator/>.

23. 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.

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

24. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин / П.М. Заїка. – Харків: Око, 2006. – 407 с.
25. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
26. 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.
27. Цілинський В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинський. – К.: "Урожай", 1991. – 136 с.
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. – 535 с.
30. Нелеп В. М. Планування на аграрному підприємстві: Підручник. – 2-ге вид., перероб. та доп. — К.: КНЕУ, 2004. — 495 с.

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

ДОДАТКИ

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

Визначення річного економічного ефекту споживача модернізованої машини.

Продуктивність машини за 1 годину експлуатаційного та змінного часу:

$$\text{Пек} = \text{По} \cdot \text{Кек}; \quad \text{Пзм} = \text{По} \cdot \text{Кер}$$

де По – продуктивність машини за 1 годину основного часу,

Кек, Кер – відповідно коефіцієнти використання робочого та експлуатаційного часу зміни.

$$\text{Пек.б} = 25 \cdot 0,63 = 15,75 \text{ т/год}$$

$$\text{Пек.м} = 32 \cdot 0,72 = 23,04 \text{ т/год}$$

$$\text{Пзм.б} = 25 \cdot 0,68 = 17 \text{ т/год}$$

$$\text{Пзм.м} = 32 \cdot 0,76 = 24,32 \text{ т/год}$$

Визначення експлуатаційних витрат, які припадають на одиницю виробленої продукції або роботи порівнювальних машин.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу

$$\text{Зп} = \frac{\sum_{i=1}^k \text{Рсб}(i) \cdot \text{Ртв}(i)}{\text{Пзм}}$$

де Рсб(i) – кількість робітників, виконуючих роботу i-го розряду;

Ртв(i) – годинна тарифна ставка i-го розряду роботи;

К – кількість розрядів робіт, які виконують робітники

$$\text{Зпб} = \frac{1 \cdot 40,46}{17} = 2,38 \text{ грн/т}, \quad \text{Зпм} = \frac{1 \cdot 40,46}{24,32} = 1,66 \text{ грн/т}$$

Витрати на амортизацію та ремонт машини

$$\text{Вам} = \text{Кп} \cdot \text{Цоп} \cdot (\text{На} + \text{Нр}) / (100 \cdot \text{Пек} \cdot \text{Рз})$$

де Кп – коефіцієнт переведу оптових цін у балансову вартість (1,3-1,5);

На, Нр – норма щорічних амортизаційних відрахувань на реновацію машини, та на ремонт; Рз – коефіцієнт, який враховує виплати податку;

$$\text{Вам}_{\text{рем.б}} = \frac{1,3 \cdot 240000 \cdot (15 + 7)}{100 \cdot 15,75 \cdot 260} = 16,76 \text{ грн/т};$$

$$\text{Вам}_{\text{рем.м}} = \frac{1,3 \cdot 260000 \cdot (15 + 7)}{100 \cdot 23,04 \cdot 260} = 12,41 \text{ грн/т}$$

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

Витрати на електроенергію

$$B_{\Pi} = \frac{B_{\Pi d} \cdot C_e}{\Pi_{\Sigma} \cdot K_{\text{кд}} \cdot K_{\text{км}}}$$

де $B_{\Pi d}$ – встановлена потужність електродвигунів, кВт; C_e – ціна 1 кВт-год електроенергії, грн; $K_{\text{кд}}$ та $K_{\text{км}}$ – коефіцієнт використання дії електродвигунів (0,85) та мережі (0,96-0,98)

$$B_{\Pi b} = \frac{9,5 \cdot 5,4}{17 \cdot 0,85 \cdot 0,96} = 3,7 \text{ грн/т}; B_{\Pi m} = \frac{9,8 \cdot 5,4}{24,32 \cdot 0,85 \cdot 0,96} = 2,66 \text{ грн/т}$$

Витрати на збереження

$$B_z = \frac{\sum H_{z(i)}}{P_{\text{ек}}}$$

де H_z – норматив витрат, які припадають на 1 годину збереження

$$B_{z6} = \frac{0,6}{15,75} = 0,038 \text{ грн/т}; B_{zm} = \frac{0,6}{23,04} = 0,026 \text{ грн/т}$$

Визначення суми експлуатаційних витрат, які припадають на роботи порівнювальних машин

$$E_{\Pi_{b6}} = 2,38 + 16,76 + 3,7 + 0,038 = 22,88 \text{ грн/т}; E_{\Pi_{bm}} = 1,66 + 12,41 + 2,66 + 0,026 = 16,76 \text{ грн/т}$$

Визначаються питомі капітальні витрати на одиницю вироблювальної продукції або роботи при зрівнюванні машини:

$$P_{\text{кв}} = (1/P_{\text{ек}}) \cdot (B_{\text{вм}}/P_{\text{зм}})$$

де $B_{\text{вм}}$ – балансова вартість машини;

$P_{\text{зм}}$ – нормативне річне завантаження машини.

$$P_{\text{кв6}} = \frac{1}{15,75} \cdot \left(\frac{1,3 \cdot 240000}{260} \right) = 76,19 \text{ грн/т};$$

$$P_{\text{квм}} = \frac{1}{23,04} \cdot \left(\frac{1,3 \cdot 260000}{260} \right) = 56,42 \text{ грн/т}$$

Річний економічний ефект споживача модернізованої машини.

$$E_{\text{рсп}} = \left[(E_{\text{в6}} + E_{\text{н}} \cdot P_{\text{кв6}}) - (E_{\text{вм}} + E_{\text{н}} \cdot P_{\text{квм}}) \right] \cdot P_{\text{екм}} \cdot P_{\text{зм}}$$

$$E_{\text{р.сп}} = [(22,88 + 0,16 \cdot 76,19) - (16,76 + 0,16 \cdot 56,42)] \cdot 23,04 \cdot 260 = 55610 \text{ грн.}$$

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

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Документація		
A2				МВЯ 00.030 СБ	Складальне креслення	1	
					Деталі		
A2	1			МВЯ 00.030.601	Вал	1	
	2			МВЯ 00.030.602	Маточина	2	
	3			МВЯ 00.030.603	Спіральна навивка	1	
	4			МВЯ 00.030.404	Диск	2	
	5			МВЯ 00.030.605	Вісь	12	
	6			МВЯ 00.030.306	Шків	1	
	7			МВЯ 00.030.307	Корпус	1	
	8			МВЯ 00.030.308	Корпус	2	
	9			МВЯ 00.030.309	Корпус	1	
	12			МВЯ 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		

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

[illegible]

Копировал

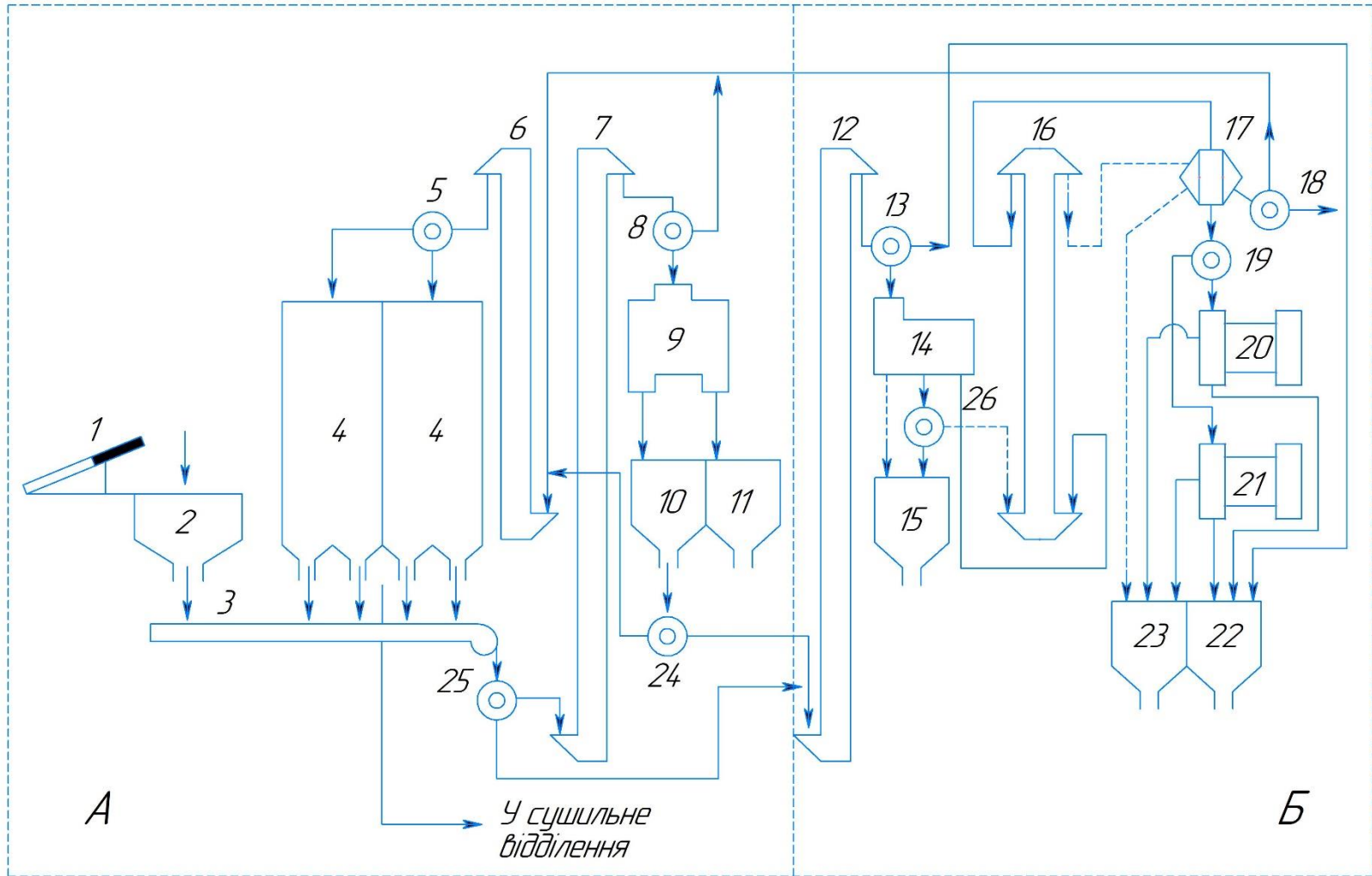
Формат А4

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

«Механізація вирощування ячменю з
модернізацією зерноочисної машини
загального призначення»

Виконав здобувач вищої освіти
групи AI-22M3(1,4)
Мгдесян Артур Самвелович

Керівник проекту
доц. Дмитро ПЕТРЕНКО



Експлікація обладнання:

А – відділення для приймання і тимчасового зберігання зерна; Б – очисне відділення;
 1 – автомобілерозвантажувач; 2 – бункер-дозатор; 3 – конвеєр; 4, 10, 11, 15, 22 і 23 –
 бункери; 5, 8, 13, 17, 18, 19, 24, 25 і 26 – розподільники; 6, 7, 12 і 16 – норії; 9 – машина
 попереднього очищення ОВС-25М; 14 – машина первинного очищення зерна БСХМ-50;
 20 і 21 – трієрні блоки.

МВЯ 00.000 ТЧ				Лист	Масштаб	Розмір
Ділянка	№ документа	Лист	Всього	Технологічна схема	–	–
Розроб	Модифікація			комплексу ЗАБ-25	–	–
Голов	Ветеринар				Лист	Листів
Інженер					1	1
Машин	Машин				ЦНТЗ	
Зав	Лист				ар. АБ-2213(14)	
Котуров				Формат	А1	

MRB 000001 HW

MRB 000001 HW

MRB 000001 HW

MRB 000001 HW

- MRB 000001 HW

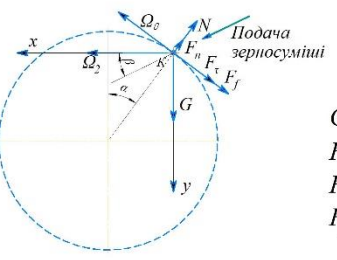


MRB 000001 HW

- MRB 000001 HW

MRB 000001 HW

Теоретичні дослідження роботи скальператорного решета

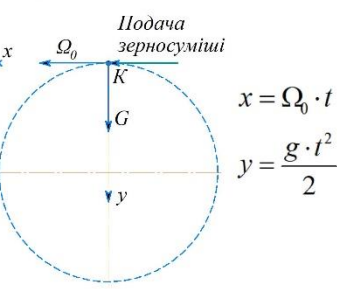


$$m \frac{d\bar{\Omega}}{dt} = \bar{G} + \bar{F}_m + \bar{F}_n + \bar{F}_\tau + \bar{N}$$

$G=mg$ - сила ваги; N - нормальна сила реакції;
 $F_n=m\Omega^2/R$ - відцентрова сила;
 $F_\tau=m(d\Omega/dt)$ - тангенційна складова сили інерції;
 $F_f=fN$ - сила тертя; Ω - швидкість частки.

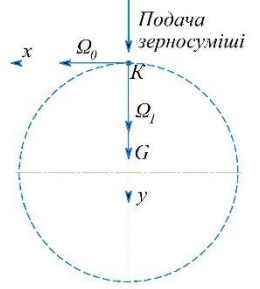
На практиці "прохідні" частки будуть опускатися в отвори, якщо $\Omega_{отус} = \Omega_{крит}$, а великі частки по зовнішній стороні циліндричного решета виводитися із зони сепарації.

Для визначення траєкторій руху "прохідних" часток складемо рівняння для кількох варіантів завантаження й подачі зернового матеріалу:



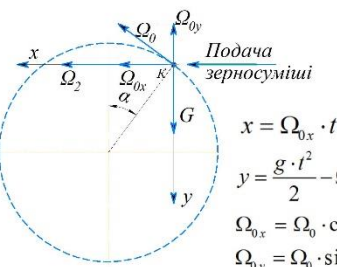
$$x = \Omega_0 \cdot t$$

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2}$$



$$x = \Omega_0 \cdot t$$

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2} + \Omega_1 \cdot t$$

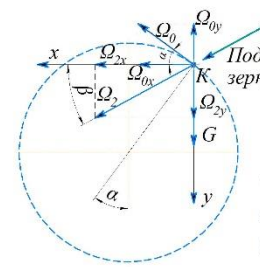


$$x = \Omega_{0x} \cdot t + \Omega_2 \cdot t$$

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2} - \Omega_{0y} \cdot t$$

$$\Omega_{0x} = \Omega_0 \cdot \cos \alpha$$

$$\Omega_{0y} = \Omega_0 \cdot \sin \alpha$$



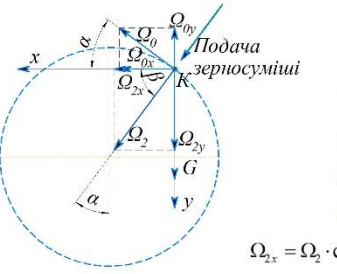
$$x = \Omega_{0x} \cdot t + \Omega_{2x}$$

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2} - \Omega_{0y} \cdot t + \Omega_{2y} \cdot t$$

$$\Omega_{0x} = \Omega_0 \cdot \cos \alpha$$

$$\Omega_{0y} = \Omega_0 \cdot \sin \alpha$$

$$\Omega_{2x} = \Omega_2 \cdot \cos \beta; \quad \Omega_{2y} = \Omega_2 \cdot \sin \beta$$



$$x = \Omega_{0x} \cdot t + \Omega_{2x}$$

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2} - \Omega_{0y} \cdot t + \Omega_{2y} \cdot t$$

$$\Omega_{0x} = \Omega_0 \cdot \cos \alpha$$

$$\Omega_{0y} = \Omega_0 \cdot \sin \alpha$$

$$\Omega_{2x} = \Omega_2 \cdot \cos \alpha; \quad \Omega_{2y} = \Omega_2 \cdot \sin \alpha$$

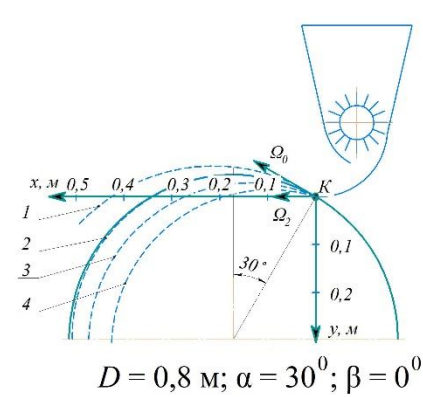
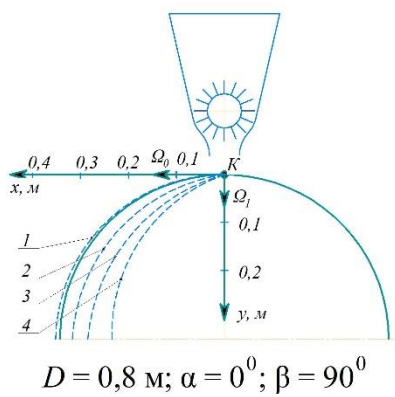
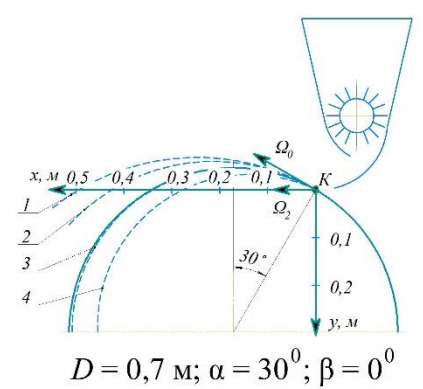
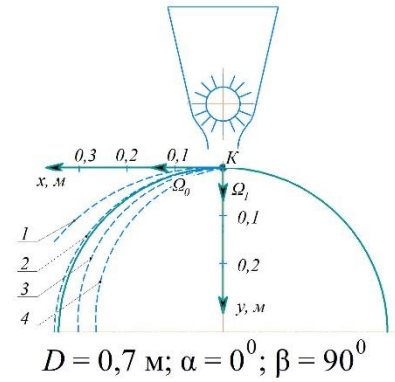
МВЯ 00.002 НЧ									
Розроб.	Викон.	Перев.	Дата	Лист	Знач.	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок
Розроб.	Викон.	Перев.	Дата	Лист	Знач.	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок
Розроб.	Викон.	Перев.	Дата	Лист	Знач.	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок
Розроб.	Викон.	Перев.	Дата	Лист	Знач.	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок

Результати теоретичних досліджень роботи скальператорного решета

де Ω_0 - колова швидкість барабана (дорівнює швидкості руху зерна);
 Ω_1 - швидкість руху зерна, що надходить на скальператор;
 Ω_2 - колова швидкість живильного валика;

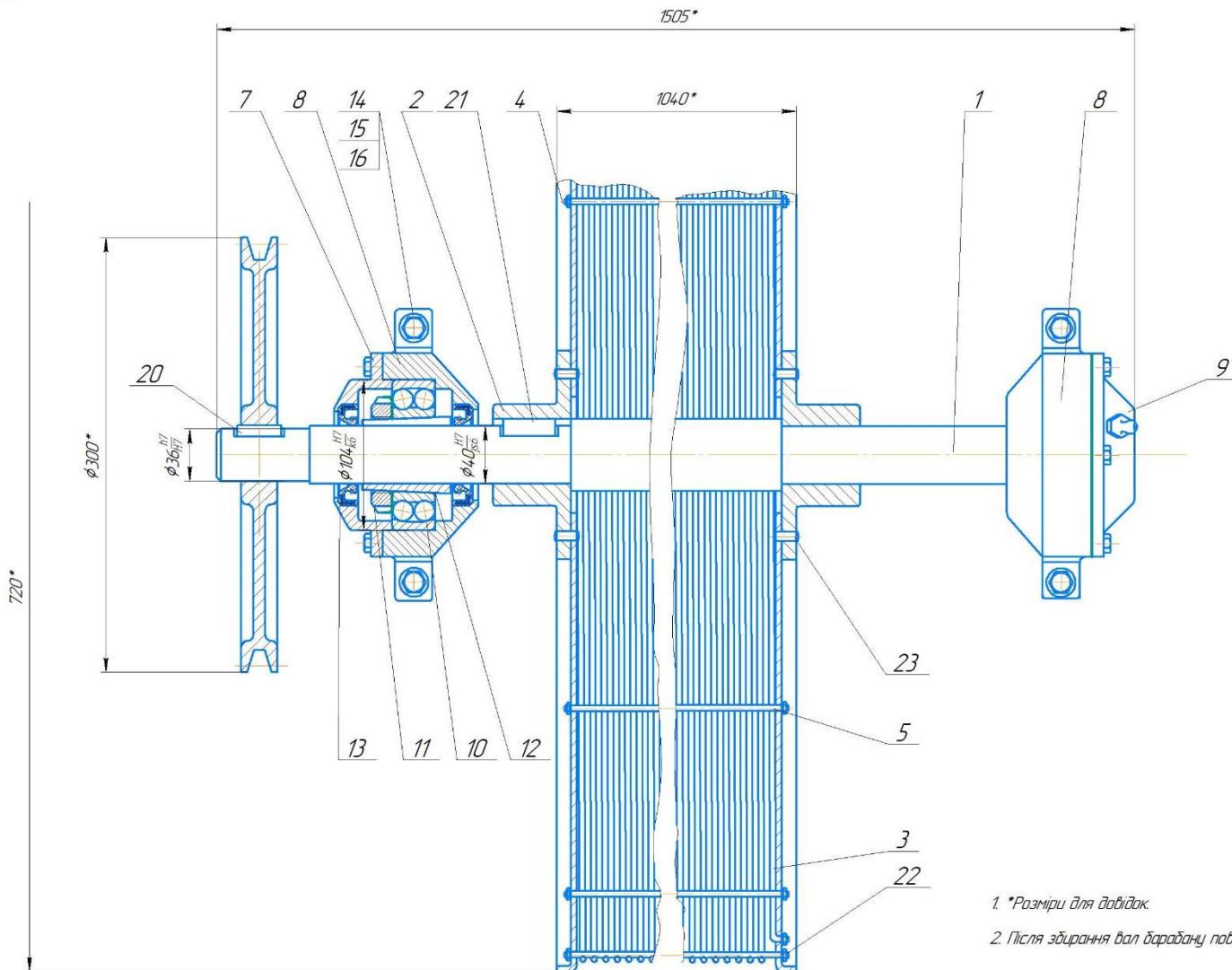
$$\Omega_0 = \frac{\pi D n}{60}; \quad \Omega_1 = \Omega_2 + g t_1; \quad \Omega_2 = \frac{\pi d_1 n_1}{60} \quad t_1 = \sqrt{2 H_1 / g}$$

де D, d_1 - відповідно діаметри скальператора та живильного валика, м;
 n, n_1 - відповідно частота обертання скальператора та живильного валика, об/хв;
 t_1 - час польоту частки від живильного валика до поверхні скальператора, с;
 H_1 - відстань від живильного валика до скальператора, м.



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

МВЯ 00.003 НЧ									
Розроб.	Викон.	Перев.	Дата	Лист	Знач.	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок
Розроб.	Викон.	Перев.	Дата	Лист	Знач.	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок
Розроб.	Викон.	Перев.	Дата	Лист	Знач.	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок
Розроб.	Викон.	Перев.	Дата	Лист	Знач.	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок



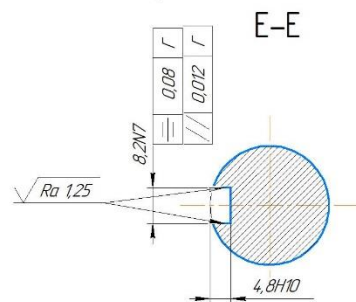
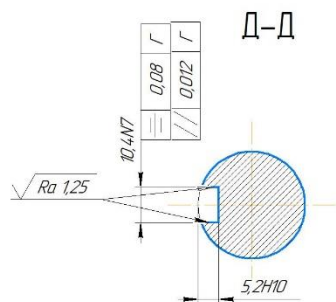
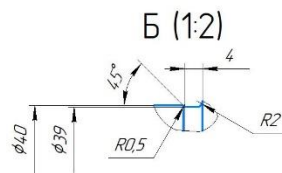
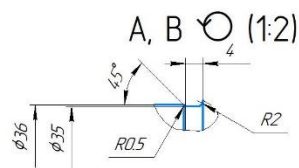
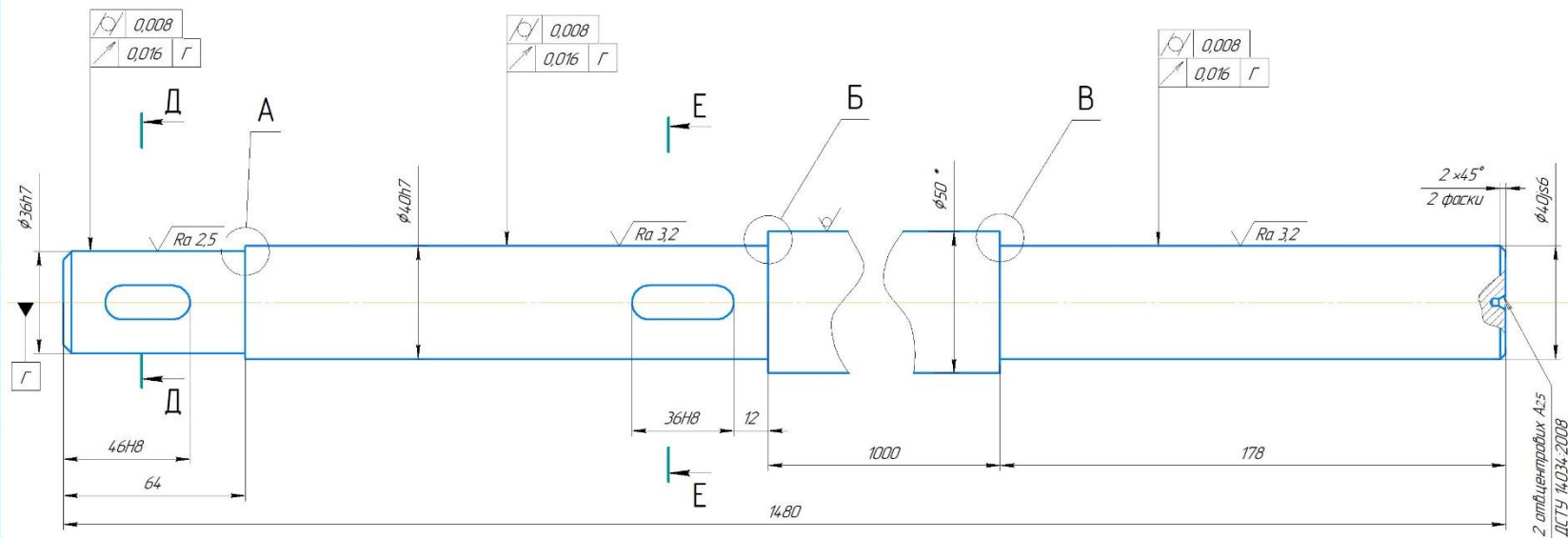
1. *Разміри для довідок.

2. Після збирання вал барабану повинен одертатись вільно.

МВЯ 00.030 СБ				Лист		
Скальператор				Лист	Масса	Масштаб
					24,2	1:2
				Лист		
				ЦИНТУ		
				г.р. АІ-22МЗ(14)		
				Формат А2		

1090E000 BBAW

✓ Ra 12,5 (✓)



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

МВЯ 00.030.601			
Лист	№ докум.	Лист	Лист
Розроб.	Модифікація	Лист	Лист
Проєкт.	Ліцензія	Лист	Лист
Начальник	Менеджер	Лист	Лист
Узгод.	Ліцензія	Лист	Лист
50 ГОСТ 2590-71			
Круг Сталь 45 ГОСТ 1050-88			
Формат А2			