

Центральноукраїнський національний технічний університет
Міністерство освіти і науки України
Агротехнічний факультет
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою СГМ
к.т.н., професор
_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
« ____ » _____ 2024 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за ступенем вищої освіти «Магістр»
на тему:
«Механізація вирощування гречки з удосконаленням
інерційного сепаратора зерна»

Виконала студентка II курсу групи АІ-23М-1
спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Дмитро ШЕВЕЛЬОВ
« ____ » _____ 2024 р.

Керівник проекту
доцент, кандидат технічних наук

_____ Олександр Нестеренко
« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент _____

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет: АГРОТЕХНІЧНИЙ

Кафедра: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Рівень вищої освіти: МАГІСТР

Галузь знань: 20 АГРАРНІ НАУКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВО

Освітньо-професійна програма: 208 АГРОІНЖЕНЕРІЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«__» _____ 2024 року

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

Шевельова Дмитра Сергійовича

1. Тема роботи: «Механізація вирощування гречки з удосконаленням інерційного сепаратора зерна»
2. Керівник роботи: Нестеренко О.В., канд. техн. наук, доцент
3. Строк подання студентом роботи до захисту: 27.12.2024 року
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: підвищення ефективності вирощування гречки шляхом вдосконалення конструкції інерційного пневмосепаратора зерна.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Олександр НЕСТЕРЕНКО		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	09.09.-01.12.2024	
2	Графічна частина	09.09.-14.12.2024	
3	Перевірка роботи на доброчесність	17.12.2024	
4	Захист роботи	27.12.2024	

Дата видачі завдання

«9» вересня 2024 р.

Підпис керівника _____ Олександр НЕСТЕРЕНКО

Завдання прийнято до виконання

«10» вересня 2024 р.

Підпис здобувача _____ Дмитро ШЕВЕЛЬОВ

ЗМІСТ

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина.....	7
3. Наукова частина.....	24
4. Охорона праці.....	45
5. Економічна частина.....	47
6. Висновки.....	48
Список використаних джерел.....	49
Додатки.....	51

					<i>МВГУІС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

1. ВСТУП

Важливою стратегічною задачею для нашої країни на сьогоднішній день безумовно є виробництво зерна. Україна залишається одним із найбільших виробників зерна і входить в трійку світових експортерів зернових культур, що безперечно має стратегічне значення та суттєво впливає на її економічний стан [1].

За останні десятиліття темпи зростання виробництва сільськогосподарської продукції суттєво збільшилися. Спостерігається переорієнтація фермерів на використання в виробництві зернових культур з застосуванням інтенсивних технологій вирощування та більш якісного посівного матеріалу.

Останнім часом у агропромисловому комплексі України спостерігається значна переорієнтація на мультикультурність [1, 2]. Тому, в рамках цієї тенденції, можемо спостерігати суттєве розширення площ вирощування культур таких як гречка, оскільки приходить необхідність використання даної групи як гарних попередників, особливо після культур, що виснажують ґрунти як з точки зору забезпечення вологою, так і поживними елементами. Також суттєвим фактором є медоносність культури, що підвищує зацікавленість господарств, які мають пасіку. В зв'язку з такою тенденцією науковцями розроблені і впроваджені різноманітні технологічні аспекти вирощування гречки у відповідності до різних ґрунтових та кліматичних умов.

Тому, основною задачею для аграріїв на сьогодні є створення таких умов вирощування зернових культур, зокрема, гречки, при яких буде отримуватись максимальна врожайність та забезпечуватись родючість ґрунтів.

Отже, метою дипломної роботи є підвищення ефективності вирощування гречки шляхом вдосконалення конструкції інерційного сепаратора зерна та підвищення якісних показників його роботи.

					<i>МВГУІС 00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Шевельов</i>				Пояснювальна записка	<i>Літера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Нестеренко О.В</i>						6	1
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>	<i>Мачок Ю.В.</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Васильковський</i>							
						<i>ЦНТУ гр. АІ-23М -1</i>		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Особливості вирощування гречки в господарстві

Гречка має важливе господарське значення. Вона є дуже цінною культурою, як для людей так і для тварин. Крім того, гречка є досить цінною медоносною рослиною. В областях, де знаходяться її посіви, гречаний мед є основним сортом товарного меду.

За даними Інституту бджільництва, на 1 га посіву гречки забезпечується в середньому збір 40 - 60 кг меду, а за сприятливих умов близько 90 -100 кг [2].

Одночасно з медозбором бджоли активніше запилюють квітки гречки та різко підвищують її врожайність [2].

Гречка має велике агротехнічне значення. В зв'язку з пізніми строками висівання й скоростиглістю вона є страховою культурою при пересіванні загиблої озимої пшениці. Також гречка є добрим попередником для багатьох інших культур. Пояснюється це тим, що на площах, де вирощують гречку широкорядним способом, суттєво зменшується кількість бур'янів завдяки кількаразовому допосівному обробітку ґрунту й міжрядним розпушуванням, а на звичайних рядкових - внаслідок пригнічення бур'янів під покривом гречки.

Культури, які розміщуються у сівозміні після гречки, значно краще забезпечуються фосфором та калієм, на які багаті післяжнивні рештки гречки.

Середня урожайність гречки невисока й нестабільна (від 3,1 ц/га до 7,9 ц/га). Вища врожайність її в Україні становила 11,6 ц/га [2].

Досвід та виробнича практика свідчать, що на сьогоднішній день при впровадженні інтенсивних технологій гречка має значний та потужний потенціал продуктивності в різних ґрунтово-кліматичних умовах. В Україні є тепер багато господарств, у яких урожайність гречки досягала навіть 30 - 40 ц/га [2].

Морфобіологічні особливості гречки. Гречка належить до родини гречкових (Polygonaceae).

Плід гречки - це тригранний горішок з прирощеним навколоплідником. Маса 1000 насінин близько 18 - 32 г, плівчастість - від 15 до 30 %.

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						7

Внутрішня частина плоду гречки складається із зародкового корінця, двох складчастих сім'ядоль та ендосперму. Сім'ядолі при проростанні виносяться на поверхню ґрунту.

Гречка – відноситься до досить скоростиглих польових культур. Серед районованих сортів також є багато таких (Орлиця, Скоростигла 86), що досягають всього за 65 - 75 днів.

Гречка дуже теплолюбна рослина (рис. 2.1). Вона здатна проростати тільки при температурі не нижче 6 - 8 °С, а дружнє проростання та поява сходів спостерігаються лише за 13 -15 °С. Сходи досить чутливі й до весняного похолодання; терплять лише при 2 - 3 °С, гинуть при заморозках мінус 2 - 4 °С.

Дорослі рослини гречки чутливі до осінніх заморозків - листки та стебла пошкоджуються при мінус 2 °С, а квітки гречки гинуть навіть при мінус 1 °С, що необхідно враховувати при післяжнивному вирощуванні гречки.

Гречка є досить вологолюбною рослиною. Вона потребує значної кількості води, ніж просо й удвічі більше, ніж пшениця. Для створення урожаю зерна 20 ц/га їй потрібно до 3500 т води. Посіви насіння гречки мають бути забезпечені вологою протягом всієї вегетації. Насіння під час проростання поглинає близько 60 % води його маси.

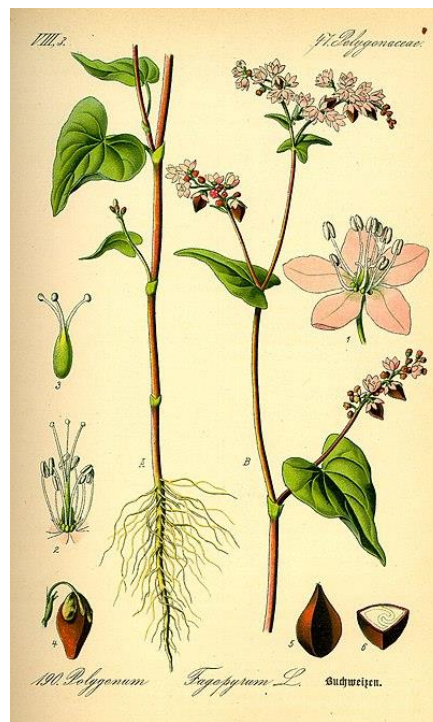


Рис. 2.1. Загальний вигляд рослини.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

У період вегетації найбільшу кількість вологи (50 - 60 % від загальної потреби) рослини засвоюють при масовому цвітінні - плодоутворенні. Цей період в гречки є досить критичним, а нестача води призводить до різкого зменшення її врожайності.

Вважається, що гречка досить невибаглива до ґрунтів. Підставою для цього є дуже висока здатність кореневої системи гречки, що за інтенсивністю поглинання поживних речовин з важкорозчинних сполук ґрунту переважає багато інших зернових культур. Тому гречку необхідно вирощувати на родючих ґрунтах, що сприяють значно кращому розвитку її кореневої системи, посиленню засвоєння та як наслідок, формуванню високого врожаю.

Найкращими для гречки є чорноземи й опідзолені ґрунти, що відзначаються підвищеною аерацією та добре утримують вологу й не заболочуються, мають нейтральну реакцію (рН 6,5 - 7,5).

Гречка родить достатньо добре в умовах високої культури землеробства також й легких глинистих і піщаних, а також на окультурених торфових ґрунтах.

Не слід вирощувати гречку на ґрунтах, значно удобрених гноєм, з надмірним розвитком зеленої маси за рахунок формування зерна.

Гречка належить до ремонтантних рослин, на яких одночасно можна виявити зрілі та незрілі плоди, квітки та бутони. Вона також розвивається в умовах як короткого, так і довгого світлового дня.

Гречка має досить тривалий період цвітіння та плодоутворення. Першими як правило, досягають плоди в суцвіттях нижньої частини рослин, а за ними - верхньої. Перші плоди найбільш виповнені й найкраще сформовані, тому їх при сортуванні відбирають насамперед на насіння.

На сьогодні в Україні з районованих селекційних сортів насіння гречки найбільш поширені [2]: Айстра, Зеленоквіткова 90, Іванна, Кара-Даг, Аелі-та, Київська, Крупинка, Любава, Майська, Українка, Роксолана, Степова, Скороспелая 86 й ін. Всі ці сорти досить високоврожайні, придатні для вирощування й за інтенсивною технологією. Досить поширеним є також ранньостиглий детермінантний сорт Сумчанка.

					МВГУІС 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

2.2. Аналіз технології вирощування гречки в господарстві.

Інтенсивна технологія вирощування гречки забезпечує високу врожайність та достатню прибутковість тільки в умовах високої культури землеробства, яка передбачає найбільш раціональне забезпечення рослини протягом вегетації всіма необхідними елементами та факторами врожайності.

Попередники гречки. У системі агротехнічних заходів, що сприяють реалізації біологічних можливостей гречки, велику увагу необхідно надавати розміщенню її після кращих попередників. Досвід господарств підтверджує, що після таких попередників, як зернобобові та озимі культури, кукурудза, цукрові буряки й картопля, льон-довгунець, урожайність гречки буває на 15 - 40 % вищою, ніж після вівса або ячменю.

Гречка є гарним попередником й для інших сільськогосподарських культур. Пояснюється це тим, що вона швидко росте, в умовах високої агротехніки формує гіллясті широколисті рослини та пригнічує бур'яни.

Обробіток ґрунту. Обробіток ґрунту під гречку спрямований на створення сприятливих умов водного, повітряного й теплового та поживного режимів для кращого формування кореневої системи й листового апарата гречки.

При посіві гречки після стерньових попередників основний обробіток ґрунту починають із операції луцення стерні. При незначному забур'яненні однорічними бур'янами стерню дискують такими луцильниками: (ЛДГ-5, ЛДГ-10, ЛДГ-15) на глибину 6-8 см.



Рис. 2.2. Дисковий луцильник ЛДГ-15 (Умань фермаш)

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					10

Якщо поля сильно забур'янені перший раз дискують на глибину до 6- 8 см, а вдруге полицевими лушильниками (ППЛ-10-25) на 12-14 см; Оранку проводять плугами з передплужниками після масової появи сходів бур'янів на глибину 20 - 22 см, багаторічних 25 - 27 см, та на ґрунтах з достатньо мілких орним шаром - на глибину його залягання.



Рис. 2.3 Культиватор КПС-4

Навесні закривають вологу боронуванням (БЗСС-1, БЗТС-1) у 2 - 3 сліди на глибину 3 - 4 см і приступають до культивації. Першу культивацію культиваторами КПС-4, КПГ-4 з боронуванням (БЗТС-1) проводять на глибину 10 - 12 см, другу (передпосівну) - до 6 см культиваторами УСМК-5,4 [3].



Рис. 2.4. Культиватор УСМК-5,4 (Уманьфермаш)

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Удобрення. При формуванні урожаю близько 10 ц/га гречка виносить з ґрунту до 70 кг азоту, 40 кг фосфору та понад 90 кг калію. Тому гречка досить вибаглива до внесення добрив. Виходячи з того, що гречка добре реагує на післядію органічних добрив, внесених під попередник, її як правило, удобрюють мінеральними добривами. Визначено, що мінеральні добрива ефективніші при нейтральній реакції ґрунтового розчину й широкорядному вирощуванні гречки: рослини досить добре гілкуються, формують більшу листкову поверхню та забезпечують вищу врожайність.

Середні норми мінеральних добрив під посів гречки залежно від родючості ґрунту й попередника будуть становити N30-60, P45-60 і K30-60 кг/га. З них фосфорні й калійні добрива вносять зазвичай під час основного обробітку ґрунту, азотні як правило, під першу весняну культивуацію.

Якщо при цьому, добрива до сівби гречки не внесені, то рослини підживлюють на початку бутонізації азотно-фосфорними добривами в дозі від 20 до 30 кг/га азоту й фосфору; на бідних ґрунтах - повним мінеральним добривом з внесенням по 30 кг/га азоту, фосфору й калію.

Перед сівбою його протрують вітаваксом 200, фундазолом, витрачаючи на 1 т насіння близько 2 - 3 кг одного з препаратів, розчиненого в 5 -10 л води.

Рекомендовано одночасно із протруєнням обробляти насіння гречки препаратом ТУР (1,5 кг/т за діючою речовиною), що підвищує стійкість рослин проти вилягання, а також мікроелементами: сульфатом марганцю (50 - 100 г/ц насіння), сульфатом цинку (50 г/ц), мідним купоросом (50 - 100 г/ц), борною кислотою (100 - 200 г/ц) та ін.

Сівба. Посів гречки відбувається тоді, коли ґрунт на глибині 8 -10 см прогрівається до досить стійкої температури 10 - 12 °С, переважно рядковим або широкорядним способом із шириною міжрядь 15 та 45 см.

При рядковій сівбі гречку висівають з нормою висіву 60 - 110 кг/га в залежності від зони, що сіють як правило, зерновими сівалками, типу СЗТ -5,4.

					МВГУІС 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рис. 2.5. Сівалка зернотукова ASTRA NOVA 5,4

Від глибини загортання насіння суттєво залежить час появи сходів гречки, формування її кореневої системи та функціонування. При загортанні насіння на глибину до 3 см сходи появляються трохи раніше, вторинна коренева система формується на одному рівні з первинною, що значно сприяє нормальному забезпеченню рослин вологою й поживними речовинами.

Догляд за посівами. Догляд за посівами гречки, посіяної в недостатньо вологий ґрунт, розпочинають із післяпосівного коткування ґрунту кільчасто-шпоровими котками ККШ-6, щоб створити для насіння найбільш сприятливі умови для підтягування вологи. Цей прийом особливо цінний в районах недостатнього зволоження.



Рис. 2.6. Кільчато-шпоровий коток ККШ-6

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

сільськогосподарських культур до 30-60% й навіть вище, залежно від виду рослин і умов запилення. Крім того, підвищується якість плодів і насіння гречки, збільшується їхня натуральна вага.

Підвищення урожайності гречки при запиленні квіток бджолами в середньому становить близько 40%.

Урожайність гречки та соняшнику падала лише у роки зниження активності бджіл (різкого скорочення кількості бджолиних сімей чи ослаблення їхньої сили), що призводило до недостатнього запилення рослин.

Виходячи із цього та з досвіду зарубіжних країн, бджолозапилення має бути узаконеним агрономічним прийомом технології вирощування запилюваних сільськогосподарських культур.

У ряді країн Східної Європи (Словаччина, Німеччина й інші), а також в США законодавством передбачений такий агроприйом та обов'язкова орендна плата за використання бджіл при запиленні.

Виходячи з вищесказаного, в проектній технології пропонуємо встановлення пасіки біля полів гречки до початку цвітіння з розрахунку 1 бджолосім'ї на 2 га.

$$N = Q \cdot z = 50 \cdot 0,5 = 25 \text{ бджолосім'ей}$$

де Q – площа вирощування гречки, га

z- кількість бджолосім'ей на 1 га;

Збирання. Щоб запобігти обсіпанню цінного достиглого зерна гречки, до роздільного її збирання приступають при побурінні близько 75 -85 % плодів.

Уже через 4 - 6 днів після скошування, коли вологість вегетативної маси стане не більше 30 - 35 %, при цьому стиглого зерна близько 16 - 18 %, підсохлі валки збирають комбайнами, регулюючи число обертів молотильного барабану.

Після обмолоту зерно просушують до вологості 14 - 15 %, за якої воно достатньо добре зберігається.

Для виконання цієї операції в господарстві використовується зернозбиральний комбайн Case 6140. Збирання врожаю проводиться шляхом прямого комбайнування.

2.3. Післязбиральна обробка насіння гречки

Операції післязбиральної обробки насіння гречки передбачають проведення як попереднього очищення так вторинного очищення та сушіння.

Швидкість проведення попередньої сепарації визначається тим, що біологічно активна частка насіння гречки, що потрапляє на токи від комбайна підлягає досить швидкому псуванню. Необхідно усвідомлювати, що навіть короткочасне зігрівання зібраного насіння гречки призводить до різкого погіршення його посівних та продовольчих властивостей. Для реалізації операції попередньої сепарації насіння гречки використовують стаціонарні зерноочисні комплекси ЗВС-20. Під час попередньої сепарації насіння гречки, з матеріалу має бути виділений не менше 50% домішок й за умови мінімального потрапляння повноцінного насіння у відходи [9].

Вторинне очищення насіння гречки в господарстві проводять на зерноочисній машині ОВП-20А. При цьому потрапляє матеріал вологістю не більше 11% та загальним вмістом домішок не більше 14% [9,11].

Сушіння насіння гречки, є не тільки однією з найважливіших операцій післязбиральної обробки, а й операцією, яка дозволяє забезпечити збереження посівних і продовольчих кондицій. Зберігання насіння є сприятливішим, а зерно більше вартує тоді, коли воно закладається на зберігання з найнижчою вологістю. Для сушіння гречки застосовують зерносушарки різного типу, але перевагу надають каскадним або шахтним сушаркам.

Під час проведення сушіння необхідно особливо ретельно контролювати максимальний вологоз'єм одного проходу машини, що не повинен перевищувати 5...8%. В випадку, коли вологість необхідно знизити ще на більший відсоток, допускається кількаразове пропускання насіння гречки через сушарку з переривом на нормалізацію вологості та температури між операціями.

					<i>МВГУІС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Ці показники регламентуються агротехнічними вимогами, тому, для попереднього очищення мають бути в наступних межах: повнота виділення $\geq 50\%$, чіткість сепарації $\leq 2\%$ [11]. Відповідно, зменшення початкової маси гречки після попередньої сепарації буде рівним, т:

$$M_{нОВС} = m_{\Sigma вор} - \left(m_{дом} \cdot \frac{\%_{пдом}}{100} + m_{зерн} \cdot \frac{\%_{пзерн}}{100} \right), \quad (2.5)$$

де $m_{\Sigma вор}$ – загальна маса гречки, що необхідно очистити, т;

$m_{дом}$ – маса домішок у вихідному насінні гречки, т;

$$m_{дом} = m_{\Sigma вор} \cdot \frac{\%_{дом}}{100} = 60 \cdot \frac{12}{100} = 7,2 \text{ т}$$

$\%_{дом}$ – відносна кількість домішок у вихідному насінні гречки, %;

$m_{зерн}$ – маса насіння в вихідній зерновій масі гречки,

$$m_{зерн} = m_{\Sigma вор} - m_{дом} = 60 - 7,2 = 52,8 \text{ т}$$

$\%_{пзерн}$ – відносна кількість втрат гречки згідно агротехнічних вимог, %;

$$M_{нОВС} = 60 - \left(7,2 \cdot \frac{50}{100} + 52,8 \cdot \frac{2}{100} \right) = 58 \text{ т}$$

Втрату вологості гречки після попередньої сепарації визначаємо за формулою:

$$W_{нОВС} = W_{вор} - \frac{m_{пдом} \cdot W_{дом}}{M_{нОВС}}, \quad (3.6)$$

де $W_{вор}$ – вологість насіння гречки, що потрапила на сушку, %;

$m_{пдом}$ – масова доля часток в насінні гречки після попереднього очищення, т;

$W_{дом}$ – вологість смітєвих часток в зерновій суміші гречки, %.

$$W_{нОВС} = 16 - \frac{3 \cdot 70}{58} = 14,15\%$$

Розраховуємо час сушіння насіння гречки:

$$t_c = \frac{M_{нОВС}}{П_n \cdot K_{np}}, \quad (2.7)$$

Де $П_n$ – продуктивність сушарки, т/год;

$K_{np} = 0,8$ – коефіцієнт використання робочого часу зміни.

$$t_c = \frac{58}{4 \cdot 0,8} = 18,2 \text{ год}$$

Визначимо масу насіння гречки, яку одержали після сушіння:

$$m_{c2} = M_{нОВС} \frac{100 - W_{нОВС}}{100 - W_{суш}}, \quad (3.8)$$

де $W_{суш}$ – вологість насіння гречки після сушіння, %.

$$m_{c2} = 58 \frac{100 - 14,15}{100 - 12} = 56,8 \text{ т}$$

розраховуємо час первинного очищення гречки:

$$t_{no} = \frac{m_{c2}}{П_{eno}} K_{nno}, \quad (2.9)$$

де $П_{eno}$ – експлуатаційна продуктивність «ОВС-25» при первинному очищенні, т/год;

$$П_{eno} = П_n \cdot K_e \cdot K_W \cdot K_{дом}, \quad (2.10)$$

де $П_n$ – паспортна продуктивність сепаратора, т/год;

K_e – коефіцієнт, що враховує особливості насіння гречки, $K_e = 0,7$;

K_W – коефіцієнт, який враховує вологість насіння гречки, після сушки
 $K_W = 1$;

$K_{дом}$ – коефіцієнт, що враховує засміченість при первинному очищенні,
 $K_{дом} = 0,82$.

$$П_{eno} = 12 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,82 = 6,9 \text{ т/год}$$

					МВГУІС 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

K_{no} – коефіцієнт використання робочого часу при первинній сепарації насіння гречки, $K_{no} = 0,74$.

$$t_{по} = \frac{55,2}{6,9} = 8,14 \text{ год}$$

Визначаємо масу насіння гречки, що отримали після первинного очищення:

$$M_{no} = m_{c2} - \left(m_{пдом} \cdot \frac{\%_{пдом}}{100} + m_{пзерн} \cdot \frac{\%_{пзерн}}{100} \right), \quad (2.11)$$

де $m_{пдом}$ – маса сміттєвих домішок після попереднього очищення гречки, т;

$$m_{пдом} = m_{дом} \cdot \frac{\%_{пдом}}{100} = 14 \cdot \frac{50}{100} = 7 \text{ т}$$

$\%_{пдом}$ – відносна кількість домішок, яку необхідно виділити при первинному очищенні гречки, %;

$m_{пзерн}$ – маса насіння гречки в вихідній суміші після попереднього очищення,

$$m_{пзерн} = m_{c2} - m_{пдом} = 55,2 - 7 = 48,2 \text{ т}$$

$\%_{пзерн}$ – допустима кількість втраченого насіння гречки при первинному очищенні, %;

Зменшення маси насіння гречки регламентується агротехнічними вимогами й складається з 60,0% виділених сміттєвих домішок та не більше 2% втрат повноцінного насіння гречки при первинному очищенні. Таким чином маємо:

$$M_{по} = 55,2 - \left(7 \cdot \frac{60}{100} + 48,2 \cdot \frac{2}{100} \right) = 50,03 \text{ т}$$

Визначимо час для вторинного очищення насіння гречки:

$$t_{ем} = \frac{M_{no}}{П_{ем}} K_{нвт}, \quad (2.12)$$

					<i>МВГУІС 00.000 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

де $P_{\text{евт}}$ – експлуатаційна продуктивність пневмосепаратора ПС при вторинному очищенні, т/год;

$$P_{\text{евт}} = P_n \cdot K_e \cdot K_W \cdot K_{\text{домвт}},$$

$$P_{\text{епо}} = 3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,97 = 2,1 \text{ т/год}$$

де $K_{\text{домвт}}$ – коефіцієнт, що враховує засміченість при вторинному очищенні гречки,

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

$$K_{\text{домвт}} = 1 - \frac{14 - \left(14 \cdot \frac{50}{100} + 7 \cdot \frac{60}{100} \right)}{50,03} = 1 - \frac{2,8}{50,03} = 0,94$$

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

$$t_{\text{вт}} = \frac{50,03}{2,1} \cdot 0,74 = 17,6 \text{ год}$$

Визначаємо масу насіння гречки після вторинного очищення:

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

де $m_{\text{подом}}$ – маса домішок після первинного очищення, т;

$$m_{\text{пдом}} = m_{\text{дом}} \cdot \frac{\%_{\text{пдом}}}{100} = 7 \cdot \frac{60}{100} = 4,2 \text{ т}$$

$\%_{\text{втдом}}$ – відносна частка сміттєвих домішок, які необхідно виділити під час вторинного очищення, %;

$m_{\text{позерн}}$ – маса насіння після первинної сепарації гречки,

$$m_{\text{позерн}} = M_{\text{по}} - m_{\text{подом}} = 50,03 - 4,2 = 45,83 \text{ т}$$

$\%_{\text{позерн}}$ – допустима кількість виділеного у відходи насіння гречки при первинному очищенні, %;

					МВГУІС 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

Агротехнічними вимогами встановлено, що при вторинному очищенні розділення 80,0% часток та втрати насіння гречки мають бути не більше 2% [6].

На основі цього:

$$M_{\text{вт}} = 55,03 - \left(4,2 \cdot \frac{80}{100} + 45,83 \cdot \frac{2}{100} \right) = 50,7 \text{ т}$$

Для визначення якості розділення насіння користуємось формулою:

$$E = \left(1 - \frac{m_{\text{втДОМ}}}{m_{\text{ДОМ}}} \right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{0,84}{14} \right) = 96\%$$

де $m_{\text{втДОМ}}$ – маса сміттєвих домішок після вторинної сепарації, т;

$$m_{\text{втДОМ}} = m_{\text{ПОДОМ}} - m_{\text{ПОДОМ}} \cdot \frac{\%_{\text{втДОМ}}}{100} = 4,2 - 4,2 \cdot \frac{80}{100} = 0,84 \text{ т}$$

На основі виконаних технологічних розрахунків можемо зробити висновки, що одним із обмежуючих технологічних факторів у процесі післязбирального очищення при обробці насіння гречки є вторинна сепарація.

При цьому, при використанні запропонованої технологічної схеми можливість виділення близько 96 % сміттєвих домішок, й це повністю задовольняє агроформи до вторинного розділення сепаратором ПС.

2.5. Контроль якісних показників вторинного очищення гречки

Відповідно до агроформи, одними із основних показників якості при вторинній сепарації є повнота виділення та чіткість розділення.

Методика визначення контролю повноти виділення насіння наступна:

- з очищеного насіння вибирається вибірка, яку зважують на вагах;
- класифікацію вибірки на фракції проводимо за допомогою класифікатора;
- проводимо вміст фракцій за вагою насіння та визначаємо вміст легкої фракції в очищеному насінні гречки.

Перевірку чіткості сепарації насіння гречки робимо аналогічно за допомогою класифікатора. Вміст насіння гречки у легких та крупних домішках не повинен бути більшим ніж 0,2 % [11].

За проведеними розрахунками, розробляємо операційну карту для вторинного очищення гречки, яка представлена в графічній частині.

										Арк.
										23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Загальна характеристика роботи

Метою дипломної роботи є вдосконалення конструкції та обґрунтування параметрів пневмосистеми інерційного прямоточного сепаратора ПС для підвищення якості пневмосепарації.

Задачі досліджень:

- провести огляд аналіз роботи пневмосистем аналогічних зерноочисних машин та обґрунтувати напрямок вдосконалення пневмосистеми інерційного прямоточного сепаратора;
- аналітично обґрунтувати раціональні параметри напрямної поверхні живильного лотка;
- довести доцільність застосування вдосконаленої пневмосистеми сепаратора та обґрунтувати його раціональні параметри;
- провести експериментальні дослідження та визначити раціональні параметри напрямної поверхні живильного і порівняти його з традиційним введенням в канал.

Предмет досліджень - живильний пристрій в формі напрямного лотка для введення зерна в пневмосепаруючий канал.

Об'єкт дослідження - процес введення зернового матеріалу напрямним живильним лотком.

Наукова новизна отриманих результатів.

- Вдосконалено напрямок підвищення якості роботи повітряної системи інерційного сепаратора шляхом зміни форми напрямних поверхонь живильників.
- Вперше обґрунтовано область раціональних значень параметрів живильника інерційного сепаратора.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження проводились з використанням математичного аналізу та моделювання. Експериментальні дослідження проводились із застосуванням методів статистичного опрацювання.

										Лист
										24
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

3.2. Огляд пневмосепараторів

Однією із основних переваг горизонтальних повітряних каналів чи пневмокамер є те, що цим потоком можливо розділювати зерновий матеріал не на дві, як у вертикальних, а на багато, в залежності від призначення [10]. Як правило, пневмосепаратори з таким типом каналу використовуються для вторинного очищення чи для підготовки насінневого матеріалу. Розглянемо найдільш поширені з них.

Німецькі пневмосепаратори К-527А, К-525, що виробляються фірмою «Petkus», мають аналогічні повітряні системи, які відрізняються тим, що повітряний канал має трохи більшу площу та розділений перегородкою на дві частини [12].

В пневмосистемі сепаратора К-560 (рис. 3.1), додатково проходить сепарація в першій камері, тим самим збільшуючи взаємодію зерна з повітрям.

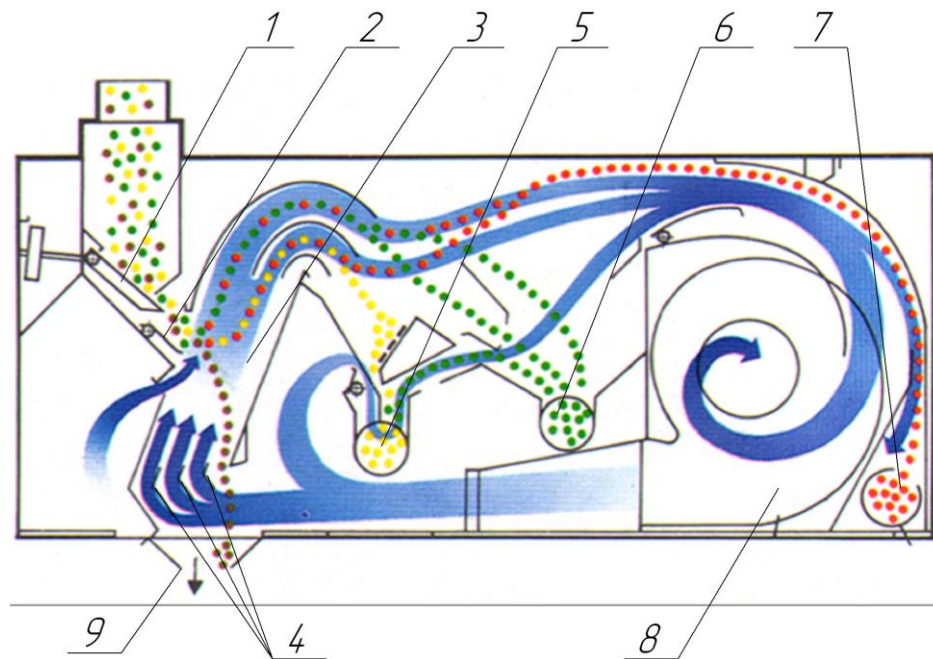


Рис. 3.1. Пневмосистема сепаратора К-560, фірми «Petkus».

1 – важіль; 2 – відбивач; 3 – пневмоканал; 4 – напрямники; 5 – приймач ушкодженого зерна; 6 – приймач фуражної фракції; 7 – приймач дрібної фракції; 8 – вентилятор; 9 – приймальник очищеного зерна.

Німецька фірма «Harle» виробляє універсальні повітряні сепаратори, продуктивністю ві 40 до 150 т/год [10], (рис. 3.2).

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

В пневмосистемі АКН-200 в якості робочого органу використовуються направляючі лопатки 5, що розташовані в пневмокамері, та створюють струмені повітряного потоку, що додатково збільшують взаємодію з зерном й призначені для розділення матеріалу на фракції.

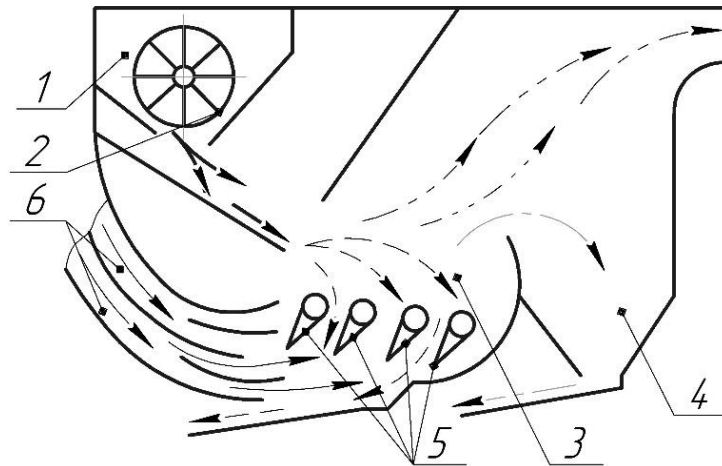


Рис. 3.2. Пневмосистема зерноочисної машини АКН 200.

1 - бункер; 2 - живильник; 3 - пневмокамера; 4 – регулювальна заслінка; 5 - направляючі лопатки; 4 – осадова камера; 6 - пневмоканали.

В пневмосепараторі застосована фракційна схема технологічного процесу пневмосепарації: повітряним потоком зерно поділяється на три фракції, кожна із них очищується на коливальних решетах. За рахунок такої компоновки решітна схема сепаратора працює більш продуктивно.

Пневмосепаратор ІСМ (Харківський завод зерноочисного обладнання) (Рис. 3.3), представляє собою нове покоління безрешітних сепараторів [13].



Рис. 3.3. Пневмосепаратор ІСМ (ХЗЗО, м. Харків)

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Достатньо легко розділяє якісний матеріал від травмованого, що підвищує схожість до 98% та врожайність до 30%.

Конструктивною особливістю такого сепаратора являється застосування силової установки на основі імплейера, яка дозволяє:

- мінімізувати втрату потужності;
- зменшити енергоспоживання;
- спростити регулювання.

Пневмосепаратор ALS польського виробництва (рис. 3.4) має досить ефективну систему аеродинаміки за рахунок спеціального випрямляючого апарату (статора). Завдяки рівномірному потоку повітря калібрування зернового матеріалу відбувається достатньо точно.

Також в цьому пневмосепараторі створений додатковий пристрій - вловлювач пилоподібних домішок, що відбувається на виході з сепаратора.



Рис. 3.4. Пневмосепаратор ALS(Польща)

Пневмосепаратор СОК-30 (рис. 3.5), що виробляється Харківським заводом очисного обладнання [14], який призначений як для попереднього та для первинного очищення зерна колосових, круп'яних та зернобобових культур, кукурудзи, сорго та соняшника від легких й дрібних смітєвих домішок.



Рис. 3.5. Пневмосепаратор СОК-30

В даному сепараторі застосована лише пневмосепарація, що суттєво зменшує металоємність та енергоємність процесу сепарації, а також присутність циклонно-осадового пристрою, що дає можливість використання її також і в закритих приміщеннях.

На основі огляду пневмосистем можна зробити такі висновки:

- сучасні пневмосистеми вітчизняних і закордонних пневмосепараторів мають схоже конструктивне виконання й відрізняються як правило, тільки збільшеною кількістю перегородок в пневмоканалах для стабілізації процесу;
- збільшення ефективності використання повітряного потоку створюється шляхом послідовної або паралельної дії на зерновий матеріал;
- підвищення питомого навантаження можливе шляхом послідовного очищення й доочищення зернової суміші, збільшення зони пневмосепарації, часу та площі контакту зернового матеріалу із повітряним потоком, збільшення й зміни геометрії каналів, встановлення допоміжних елементів та зміни їх геометрії.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Зерноочисна машина ПС - це повітряно-решітна машина, на якій гречка очищається від домішок на решетах, де відбувається виділення крупних та дрібних домішок, так і повітряним потоком, що забезпечує розділення від легких домішок, насіння бур'янів та інших культур, що відрізняються за аеродинамічними показниками від основного насіння гречки.

Джерелом повітряного потоку в зерноочисній машині виступає щітковий барабан, який крім створення повітря, яке циркулює по пневмосистемі очищає зерно гречки повітряним потоком, забезпечує транспортування очищеного від легких домішок зерна по прутках.

Шар зернового матеріалу гречки розтягується та проводиться розділення його від дрібних домішок, після і під час проходження пруткового решета, відбувається захоплення повноцінних зерен гречки щітками барабана, що забезпечує за рахунок інерційних сил транспортування матеріалу з сепаратора в приймальний рукав очищеного зерна.

Обертання щіткового барабану відбувається шляхом його розміщення на валу електродвигуна, який встановлюється на закріпленій боковині сепаратора. Канал, що підводить очищений повітряним потоком гречка, з однієї сторони стискається напрямником а з іншої обмежується прутками решета.

Із протилежного краю решета встановлено пустотілий короб, що служить для відведення очищеної гречки із машини за рахунок використання сил інерції щіток. З тієї ж сторони внизу пруткового підсівного решета встановлюється спеціальний сектор, зміщення якого допомагає регулювати зазори для проходу між прутками зерен. Схему будови зерноочисної машини прямоочного типу наведено на рис. 3.6.

При очищенні гречки зерноочисна машина працює так. Зерно гречки, що надходить на очистку шнековим завантажувачем направляє зерно на колосову решітку крупних домішок 3, причому зерновий матеріал на розділення подається через бункер-приймальник зерна 1, та заслінку 2, що регулює подачу гороху і вирівнює потік зернівок на решітці 3. На цьому етапі відбувається виділення крупних домішок, а зерновий матеріал проходить до бункера 4.

В цьому бункері матеріал, який потрібно очищати накопичується та через дозуючу заслінку подається до пневмосистеми машини. В пневмосистемі зерноочисної машини відбувається розділення легких домішок та основного зерна, причому пневмосистема має два послідовно задіяних в роботу пневмосепаруючих канали. Спочатку гречка продувається похилим повітряним потоком в пневмосепаруючому каналі першої аспірації 9, із якого домішки виводяться повітряним потоком в осадову камеру 12 та видаляються із сепаратора через приймальний лоток 14. Очищена в першому каналі гречка напрямним лотком зерна 13 направляється до другого пневмосепаруючого каналу, де він продувається вертикальним повітряним потоком, а легкі домішки виносяться в осадову камеру 12 із протилежної сторони машини.

Якість та повнота розділення домішок повітряним потоком регулюється зміною швидкості руху повітря в робочих перерізах каналу, яка забезпечується регульовальними заслінками 11.

Джерелом повітряного потоку є щітковий барабан 18, який є багатофункціональним робочим органом, так не тільки створює щітками повітряний потік, а й захоплює ними гречку, розтягує потік в одне зерно та пересуває по прутковому підсівному решету 20. Під час пересування гречки по підсівному решету 20 щітками барабану 18 відбувається виділення дрібних домішок, які потрапляють в приймальник дрібних домішок 21. Зазори між прутками решета 20 регулюються сектором, що знаходиться в нижній лівій частині машини, тим самим змінюючи розміри прохідних фракцій. Ще одну функцію, що виконує барабан, це захоплення гречки під час його пересування по нижньому решету, і за рахунок прискорення зерна та виникаючих інерційних сил, відвантаження гречки в короб відділення очищеного зерна 19, із наступним транспортуванням очищеної гречки до приймальника очищеного зерна 17.

Прямоточна зерноочисна машина працює по принципу замкненої схеми циркуляції повітряного потоку, що в загальній схемі зерноочисної машини, крім обох робочих пневмосепаруючих каналів та інших повітрепроводів забезпечує ежекційний канал 15. Принцип роботи замкненої схеми полягає в тому, що через різницю тисків, відпрацьоване в пневмосистемі повітря

					МВГУІС 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

ежектором спрямовує його до щіток барабану, що обертаючись знову захоплює повітря та спрямовує в робочу зону пневмосепаруючих каналів.

Загальну подачу гречки на очищення регулюють заслінкою 7 в бункері-накопичувачу 4. Для покращення умов введення гречки на очистку в активну зону пневмосепаруючих каналів використовуємо живильний лоток, який вводить зерновий матеріал горизонтально, чим збільшуючи струмінь розсіювання зерна.

Сепаратор прямоточного типу ІПС використовується в господарських умовах для та первинного та вторинного очищення зернових та круп'яних культур.

3.4. Обґрунтування параметрів напрямника живильника інерційного сепаратора.

Дослідженнями встановлено, що при введенні зернового матеріалу в повітряний канал під кутом параметри вхідного потоку зерна значно звужуються [17]. Для того, щоб зерно мало значно більшу ймовірність для виділення в осадочний пристрій, необхідно вводити матеріал в повітряний канал горизонтально. При цьому, зерновий струмінь має значно більший діапазон розсіювання траєкторій, ніж при введенні під кутом.

Тому, в даній роботі ми запропонували змінити конструктивні параметри живильного лотка для забезпечення горизонтально кута введення матеріалу по відношенню до повітряного потоку, а також його швидкості.

Для обґрунтування основних параметрів напрямника необхідно проаналізувати рух зерна від бункера до місця введення в повітряний канал.

Для цього необхідно визначити три основні параметри: довжину розгінної ділянки S , кут нахилу лотка та радіус його кривизни R .

Забезпечення величини потрібної швидкості відбувається за рахунок заданих параметрів живильного лотка: кута нахилу до горизонту α та його довжини L , але при цьому α повинен бути більшим за кут тертя насіння гречки по поверхні $\alpha \geq \varphi_{тер}$.

Розглянемо перший етап руху зерна по розгінній ділянці живильника (рис. 3.7):

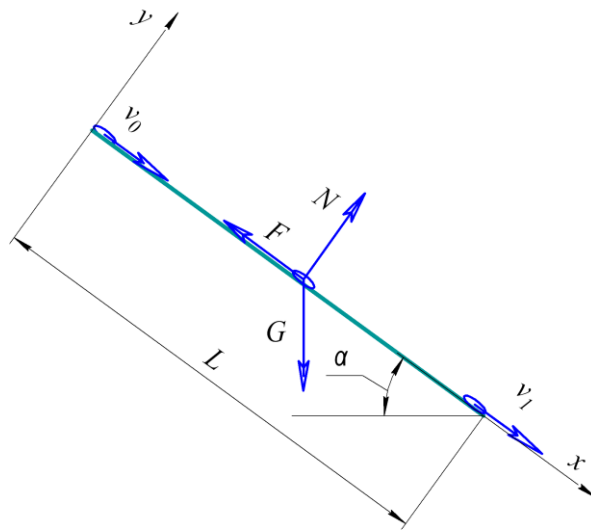


Рис. 3.7. Рух зерна по прямолінійній розгінній поверхні напрямника.

При русі по похилій поверхні на частку зерна діє сила ваги $G = mg$, нормальна сила реакції опори N і сила тертя $F = fN$ [16].

Тоді, диференційне рівняння руху частки зерна по похилій поверхні напрямника буде мати вигляд:

$$m \frac{dv_1}{dt} = mg \cdot \sin \alpha - fmg \cdot \cos \alpha \quad (3.1)$$

де $v_1 = \frac{dx}{dt} = \dot{x}_1$ – швидкість руху зернової частки в кінці розгінної ділянки;

f – коефіцієнт тертя насіння гречки по металу;

m – маса зернини.

або:

$$d\dot{x}_1 = (g \sin \alpha - fg \cdot \cos \alpha) dt \quad (3.2)$$

Проінтегрувавши отримаємо рівняння:

$$\dot{x}_1 = (g \sin \alpha - fg \cos \alpha) t + C_1 \quad (3.3)$$

Розраховуємо сталу інтегрування для початкових умов $t = 0$; $x_0 = 0$;
 $C_1 = \dot{x}_0$, де $\dot{x}_0 = v_0$ – швидкість подачі гречки із бункеру.

Тоді рівняння (3.3) матиме вигляд:

$$\dot{x}_1 = (g \sin \alpha - f g \cos \alpha) t + \dot{x}_0 \quad (3.4)$$

З виразу (3.4) отримаємо час руху зерна по лотку:

$$t = \frac{\dot{x}_1 - \dot{x}_0}{g \sin \alpha - f g \cos \alpha} \quad (3.5)$$

Тоді, довжина розгінної ділянки буде визначатись рівнянням:

$$dx_L = (g \sin \alpha - f g \cos \alpha) \cdot t dt + \dot{x}_0 dt \quad (3.6)$$

Для початкових умов $t = 0$; $x_L = 0$; $C_1 = 0$ і враховуючи залежність
(3.6) довжина розгінної ділянки лотка визначиться рівнянням:

$$x_L = g(\sin \alpha - f \cos \alpha) \frac{(\dot{x}_1 - \dot{x}_0)^2}{2g^2(\sin \alpha - f \cos \alpha)^2} + \dot{x}_0 \frac{(\dot{x}_1 - \dot{x}_0)}{g(\sin \alpha - f \cos \alpha)} \quad (3.7)$$

Швидкість руху зерна в кінці розгінної ділянки лотка буде рівною:

$$\dot{x}_1 = \sqrt{2gx_L(\sin \alpha - f \cos \alpha)} + \dot{x}_0$$

або

$$v_1 = \sqrt{2gx_L(\sin \alpha - f \cos \alpha)} + v_0, \quad (3.8)$$

Початкова швидкість насіння гречки при витіканні через боковий отвір
в бункері буде розраховуватись за формулою [16]:

$$\dot{x}_0 = \lambda \cdot \sin \alpha_0 \sqrt{2g \left(1,6R_y - \frac{\tau_0}{\rho \cdot f} \right)} \quad (3.9)$$

де α_0 – кут нахилу днища бункера в зоні його випускного отвору;

R_y – гідравлічний радіус умовного отвору подачі зерна;

f – коефіцієнт тертя насіння гречки;

λ – коефіцієнт витікання насіння гречки ($\lambda = 0,5 \dots 0,6$);

τ_0 – початковий опір зсуву насіння;

ρ – об’ємна маса гречки.

Гідравлічний радіус умовного отвору подачі гречки визначаємо із співвідношення:

$$R_y = \frac{S_{\text{отв}}}{P_{\text{отв}}} = \frac{(h_3 - a')(B - a')}{2(h_3 + B - 2a')} \quad (3.10)$$

де $S_{\text{отв}}$ – площа отвору (визначається із врахуванням розміру a' типових розмірів насипного зерна гречки);

$P_{\text{отв}}$ – периметр отвору;

h_3, B – відповідно товщина шару зерна, що виходить з бункера й ширина вихідного отвору.

Наступним етапом руху зернового матеріалу є його рух по дузі лотка (рис. 3.8).

На початку руху по дузі зерно має вхідну швидкість v_1 і певну товщину, що відповідає товщині однієї зернини гречки. При цьому, на насіння гречки діють сила ваги $G = mg$, нормальна сила реакції опори N і сила тертя по поверхні $F_T = fN$ та сила інерції $P = \frac{mv^2}{R}$ [16].

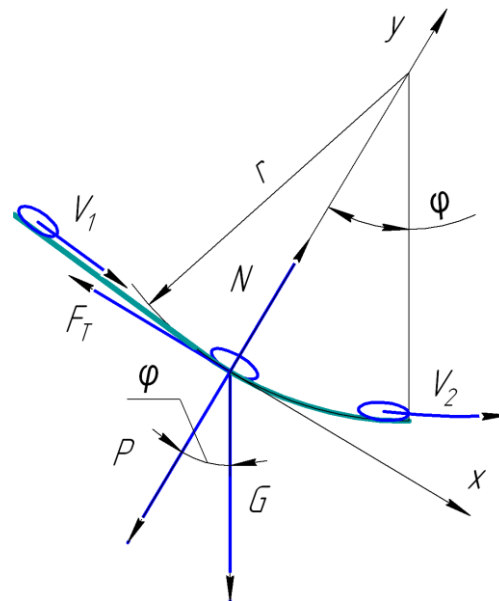


Рис. 3.8 Рух насіння по дузі лотка.

Диференціальне рівняння руху по дузі лотка живильника запишемо в вигляді [16]:

$$\begin{cases} m \frac{dv_2}{dt} = mg \cdot \sin\varphi - F_T \\ m \frac{v_2^2}{r} = N - mg \cdot \cos\varphi \end{cases} \quad (3.11)$$

де v_2 – швидкість руху насіння в кінці дуги лотка;

φ – кут, який визначає положення частки на кривій радіусом r ;

Виключивши із рівняння N , вираз (3.10) прийме наступного вигляду:

$$m \frac{dv_2}{dt} = mg \cdot \sin\varphi - f \cdot m \frac{v_2^2}{r} - f \cdot mg \cdot \cos\varphi \quad (3.12)$$

чи

$$\frac{dv_2}{dt} = g \sin\varphi - f \frac{v_2^2}{r} - f \cos\varphi \quad (3.13)$$

Оскільки

то з $v_2 = r \frac{d\varphi}{dt} = r\dot{\varphi}$; $\frac{dv_2}{dt} = r\ddot{\varphi}$ рівняння (3.13) отримаємо:

$$r\ddot{\varphi} = g \sin\varphi - f \frac{r^2 \dot{\varphi}^2}{r} - f g \cos\varphi \quad (3.14)$$

чи

$$r\ddot{\varphi} = g \sin\varphi - fr\dot{\varphi}^2 - f g \cos\varphi \quad (3.15)$$

Після спрощень і перетворень, отримаємо:

$$e^{-2f\varphi} \frac{du}{d\varphi} = 2(\sin\varphi - f \cos\varphi) \quad (3.16)$$

Після інтегрування останнього рівняння:

$$u = u_0 + \int_{\varphi_0}^{\varphi} 2(\sin\varphi - f \cos\varphi) \cdot e^{2f\varphi} d\varphi \quad (3.17)$$

Перший інтеграл дорівнює:

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi} 2(\sin\varphi - f\cos\varphi) \cdot e^{2f\varphi} d\varphi =$$

$$= \frac{f\sin\varphi - 2f^2\cos\varphi - \cos\varphi}{1 + 4f^2} \cdot e^{2f\varphi} -$$

$$- \frac{f\sin\varphi_0 - 2f^2\cos\varphi_0 - \cos\varphi_0}{1 + 4f^2} \cdot e^{2f\varphi_0} \quad (3.18)$$

Підставивши залежність в рівняння (3.17) отримуємо:

$$k = u_0 \cdot e^{-2f\varphi} + \frac{f\sin\varphi - (2f^2 + 1)\cos\varphi}{1 + 4f^2} -$$

$$- \frac{f\sin\varphi_0 - (2f^2 + 1)\cos\varphi_0}{1 + 4f^2} \quad (3.19)$$

Константу u_0 визначаємо записавши для граничних умов:

$$k = \frac{\dot{\varphi}_0^2 r}{g} e^{2f\varphi_0} \cdot e^{-2f\varphi} + \frac{f\sin\varphi - (2f^2 + 1)\cos\varphi}{1 + 4f^2} -$$

$$- \frac{f\sin\varphi_0 - (2f^2 + 1)\cos\varphi_0}{1 + 4f^2} \quad (3.20)$$

Після відповідних перетворень рівняння (3.20) буде:

$$v_2^2 = v_1^2 \cdot e^{2f(\varphi_0 - \varphi)} +$$

$$+ \left(\frac{f\sin\varphi - (2f^2 + 1)\cos\varphi}{1 + 4f^2} - \frac{f\sin\varphi_0 - (2f^2 + 1)\cos\varphi_0}{1 + 4f^2} \right) rg \quad ((3.21)$$

Тоді швидкість введення насіння в повітряний канал буде дорівнювати:

$$v_2 = v_1 \sqrt{e^{2f(\varphi_0 - \varphi)} +$$

$$+ \left(\frac{f\sin\varphi - (2f^2 + 1)\cos\varphi}{1 + 4f^2} - \frac{f\sin\varphi_0 - (2f^2 + 1)\cos\varphi_0}{1 + 4f^2} \right) rg} \quad ((3.22)^*$$

Із врахуванням переходу руху насіння з прямолінійної частини лотка до дугоподібної, $\varphi_0 = \frac{\pi}{2} - \alpha$;

Тоді рівняння (3.22) буде:

$$v_2 = \sqrt{2gx_L(\sin\alpha - f\cos\alpha)} \cdot e^{f\left(\frac{\pi}{2}-\alpha-\varphi\right)} + v_0 \cdot e^{f\left(\frac{\pi}{2}-\alpha-\varphi\right)} + \sqrt{\frac{f\left(\sin\varphi - \sin\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right) - (2f^2 + 1)\left(\cos\varphi - \cos\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)\right)\right)}{1 + 4f^2}} rg \quad (3.23)$$

Отже, отриману залежність (3.23) можемо використовувати для визначення швидкості введення насіння гречки в повітряний канал після проходження з дуги лотка.

3.5. Методика експериментальних досліджень

3.5.1. Визначення швидкості введення гречки в повітряний канал.

Дослідженнями [10] визначено, що найбільш ефективно виділення домішок відбувається при горизонтальному напрямку введення зерна. Тому в цих дослідженнях насіння гречки вводиться горизонтально.

Швидкість введення гречки визначали шляхом вимірювання реальних координат насіння в повітряному каналі [16], (рис. 3.9). При цьому, не враховувався опір повітряному потоку, внаслідок його невеликого значення при малих швидкостях руху зерна.

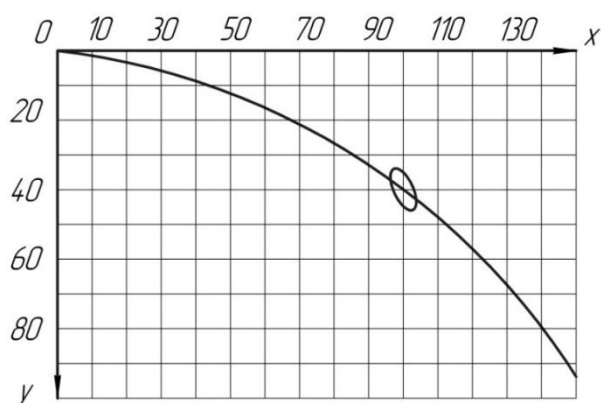


Рис. 3.9. Схема до визначення швидкості введення гречки.

Траєкторії руху насіння пов'язані із початковою швидкістю, та для її координат x та y визначаємо для довільного положення насіння v_B .

Переміщення насіння по осі x за час t рівний $x = v_B \cdot t$, по осі $y = \frac{gt^2}{2}$.

Вирішивши систему рівнянь:

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot t \\ y = \frac{gt^2}{2} \end{cases} \quad (3.24)$$

Виключенням t маємо вираз для визначення швидкості руху насіння v_0 :

$$v_0 = \frac{x\sqrt{g}}{\sqrt{2y}} = x\sqrt{\frac{g}{2y}}, \quad (3.25)$$

Умови проведення для визначення швидкості були наступні:

1. Рух повітря в повітряному каналі відсутній;
2. В каналі встановлена сітка із відповідними координатами;
3. Досліди проводились у трьократній повторності.

При русі групи насіння гречки, при певному зерновому навантаженні q_b , траєкторії всіх часток розходяться, тому визначалась середня швидкість. Для цього, фіксувались усі траєкторії і відповідно координати, верхнього й нижнього струменів й визначалось їх середнє значення $v_{сep}$.

Регулювання вихідної швидкості насіння в канал відбувалось шляхом зміни кута нахилу розгінної ділянки лотка α і його довжини L (рис.3.7).

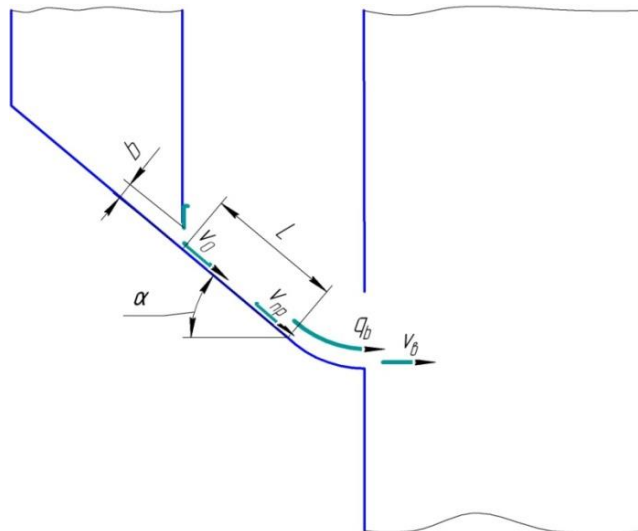


Рис. 3.10. Схема експериментальної установки.

3.5.2 Визначення величини питомого навантаження .

Величину питомого навантаження q_b , в кг/дм·год, визначали шляхом зважування насіння гречки G , що проходила через одиницю ширини каналу B за певний проміжок часу t .

$$q_b = \frac{G}{B \cdot t}, \quad (3.26)$$

Завантаження бункера експериментальної установки відбувалось за допомогою навіски гречки масою $G = 2$ кг і встановивши заслінки бункеру на певну величину, вимірювали час її витікання t . Помноживши отримане значення на 3600 сек. отримували q_b , в кг/дм·год.

Повторюваність дослідів трьократна.

Для визначення залежності проміжної швидкості руху насіння v_{np} від довжини лотка L при різних кутах її нахилу α була наступна серія дослідів.

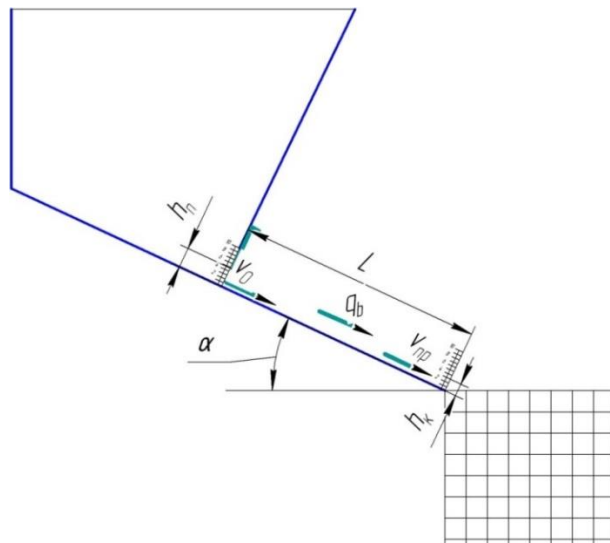


Рис. 3.11. Схема установки для проведення дослідів.

Вихідні параметри: $L = 50$ мм; $\alpha = 25^\circ$

1. Завантажуємо в бункер 2 кг насіння гречки.
2. Встановлюємо шкалу на початку та в кінці лотка (рис. 3.11).
3. Відтаровуємо заслінку бункеру для питомих навантажень за вище приведеною методикою :
 - $q_{b1} = 250$ кг/дм·год; - $q_{b2} = 500$ кг/дм·год;
 - $q_{b3} = 750$ кг/дм·год; - $q_{b4} = 1000$ кг/дм·год;
4. Кут нахилу змінюємо діапазоні значень: $\alpha = 30^\circ$; $\alpha = 35^\circ$ $\alpha = 40^\circ$
5. Для кожного зернового навантаження розраховуємо проміжну швидкість руху насіння v_{np} , за методикою, приведеною в п.1.1, змірявши реальні координати руху гречки.
6. За формулою 3.26 розраховуємо v_{np} .

7. Змінюючи довжину ділянки лотка для значень: $L=100\text{мм}$; $L=150\text{мм}$; $L=200\text{мм}$; $L=250\text{мм}$; $L=300\text{мм}$ проводимо серії дослідів.
8. Встановивши кут нахилу розгінної ділянки $\alpha = 35^\circ$ проводимо аналогічні серії дослідів. (Для кута $\alpha = 35^\circ$ знову проводимо тарування заслінки для навантажень, приведених в п.3.)

3.6. Результати експериментальних досліджень.

3.6 .1. Результати досліджень параметрів лотка живильника і режимів руху насіння гречки.

Для забезпечення найбільш раціональних умов введення насіння гречки в повітряний канал були проведені дослідження по визначенню параметрів лотка і режимів руху насіння.

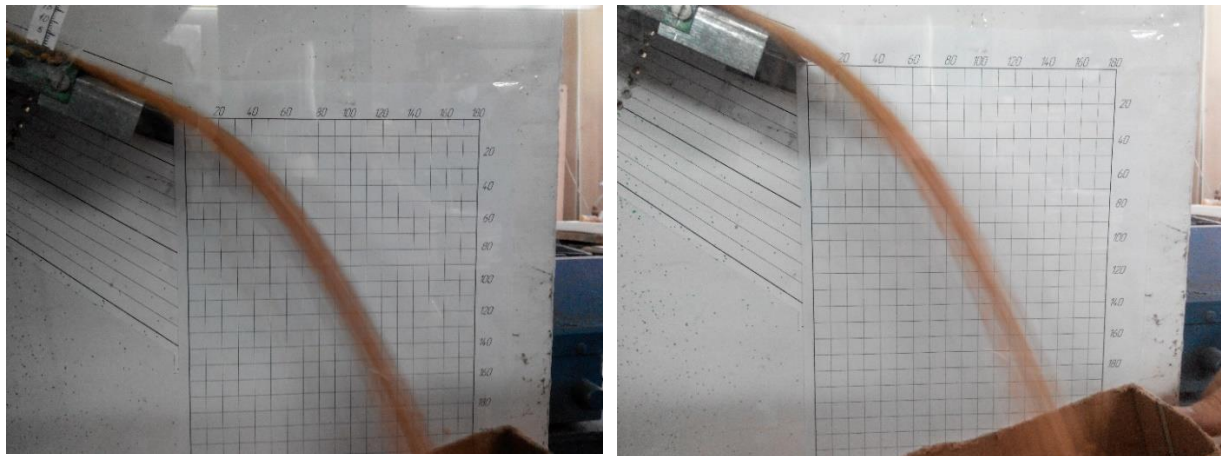
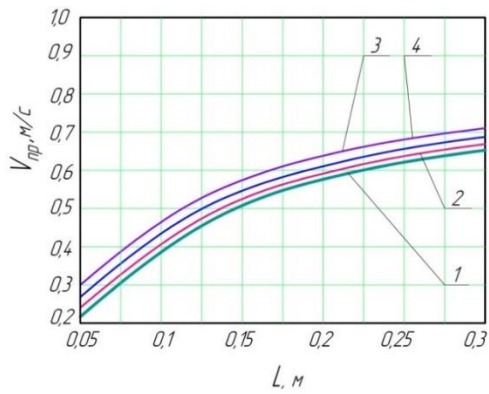


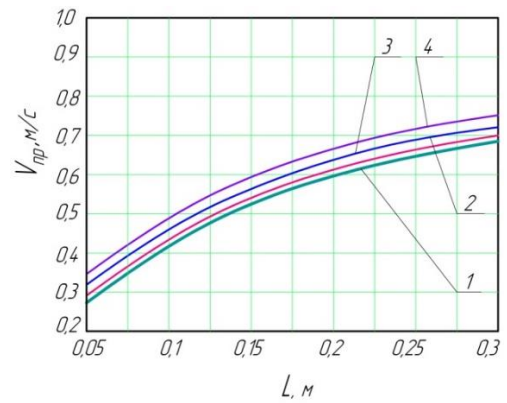
Рис. 3.13. Дослідження розгінної поверхні лотка

Результати дослідження впливу довжини розгінної ділянки L_p і кута її нахилу α на проміжну швидкість руху насіння $v_{пр}$ (в кінці розгінної ділянки лотка) при різному зерновому навантаженні q_b зображені на рис. 3.12.

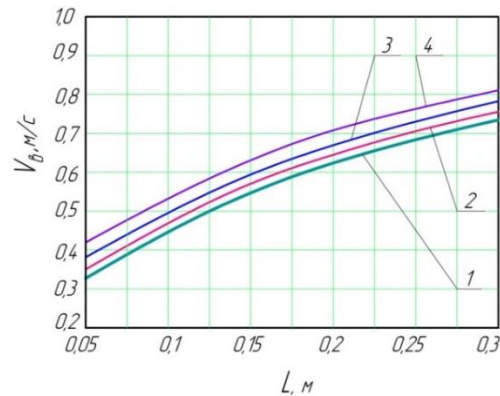
Аналізуючи графіки, можна зробити висновки, що збільшення довжини розгінної ділянки L_p і її кута нахилу підвищує швидкості введення гречки, що збігається із аналітичними дослідженнями.



а)



б)



в)

Рис. 3.12. Залежності впливу довжини розгону лотка L_p на швидкість руху насіння $v_{пр}$ при: 1– $q_b = 250$ кг/дм·год; 2– $q_b = 500$ кг/дм·год; 3 – $q_b = 750$ кг/дм·год; 4– $q_b = 1000$ кг/дм·год;
а) – кут нахилу поверхні, $\alpha = 30^\circ$; б) – кут нахилу поверхні, $\alpha = 35^\circ$;
в) – кут нахилу поверхні, $\alpha = 40^\circ$.

При цьому слід відзначити, що збільшення навантаження q_b в межах значень, не суттєво змінює швидкість введення насіння, як підтверджують графічні залежності. Результати досліджень товщини шару насіння гречки по довжині розгінної ділянки L_p , представлені на рис. 3.13.

Аналіз залежностей показує, що для питомих навантажень $q_b = 250\text{--}500$ кг/дм·год; одношаровий рух насіння гречки спостерігається при досягненні довжини $L_p = 0,20$ м для всіх кутів, а для питомих навантажень $q_b = 750\text{--}1000$ кг/дм·год товщина шару насіння забезпечується вже при $L_p = 0,25$ м для кутів нахилу $\alpha = 30\text{--}35^\circ$.

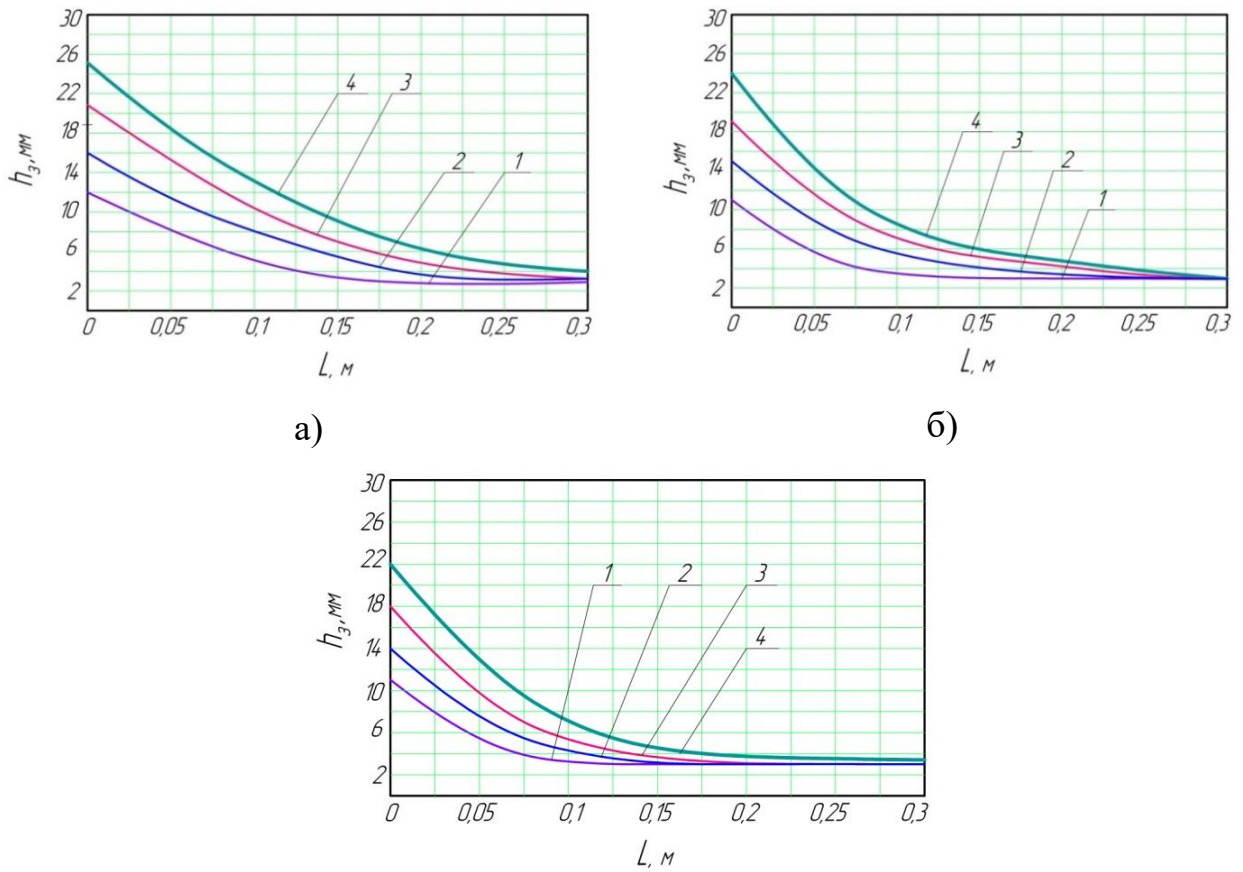


Рис. 3.13. Залежність зміни товщини шару насіння гречки по довжині лотка L при: 1– $q_b = 250$ кг/дм·год; 2– $q_b = 500$ кг/дм·год; 3 – $q_b = 750$ кг/дм·год; 4– $q_b = 1000$ кг/дм·год; а) $-\alpha = 30^\circ$; б) $-\alpha = 35^\circ$; в) $-\alpha = 40^\circ$.

З графіка (рис. 3.14) видно, що при збільшенні r відбувається зменшення швидкості введення насіння, як для $L_p = 0,15$ м так і для $L_p = 0,2$ м. Це можна пояснити тим, що при більшому радіусі дуги живильного лотка збільшується полого ділянка на якій відбувається пригальмовування зерна.

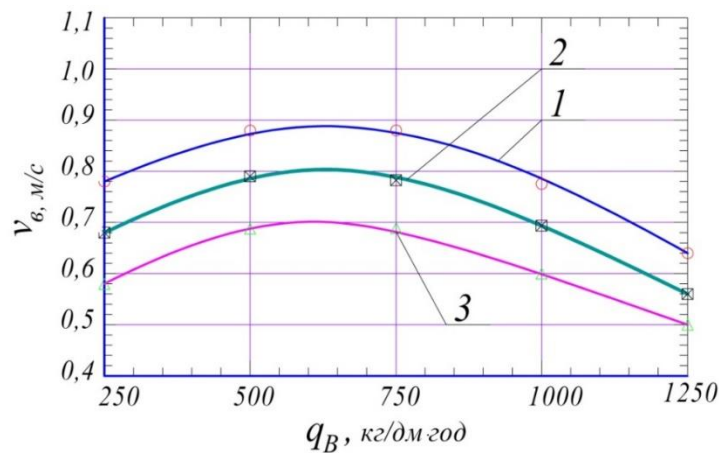


Рис. 3.14. Вплив питомого навантаження q_B на швидкість введення насіння в канал v_B при $\alpha = 33^\circ$ та $L_p = 0,2$ м; 1– $r = 0,1$ м; 2– $r = 0,15$ м; 3 – $r = 0,2$ м.

Також слід відмітити, що при введенні матеріалу в ПСК по дузі спостерігається значно ширший діапазон розсіювання зернових часток, ніж при введенні по прямолінійній ділянці.

Висновки по розділу:

1. Застосування живильника у вигляді прямого лотка покращує рівномірність розподілу насіння гречки в пневмосепаруючому каналі та збільшує траєкторії розсіювання її частинок, чим покращує роздільну здатність.

2. Експериментально встановлено, що довжина розгінної частини лотка повинна становити $0,3 \dots 0,35$ м для забезпечення необхідної швидкості у межах $v_g = 0,4 \dots 0,6$ м/с.

3. Визначено, що для найбільш сприятливих умов виділення домішок та рівномірного розподілу насіння гречки в каналі, найбільш раціональними параметри будуть наступні: довжина та кут розгінної ділянки, $L_p = 0,3$ м; та $\alpha = 40^\circ$ відповідно, радіус дуги направляючої поверхні $R_l = 0,3$ м, швидкість введення насіння гречки в канал $v_b = 0,4 \dots 0,6$ м/с.

4. Простота конструкції живильного лотка дозволяє без суттєвих змін встановити його в більшість пневмосистем та відповідно, цей робочий орган може бути перспективним для впровадження у виробництво.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Заходи по забезпеченню безпечних умов праці

Механізми приводу і самопересування, із метою запобігання травмування працюючих, необхідно закрити захисними огороженнями, пофарбованими кольором контрастним до загального кольору машини (в даному випадку – жовтим), допускається замість суцільного фарбування нанесення 3-4 смужок сигнального кольору під кутом 45°.

«Перед початком роботи сепаратора ввімкненню робочих органів передує звуковий сигнал. Для подачі звукового сигналу встановлена сигнальна сирена СС-143 220В 50 Гц ТУ25-00.1044-76. Електрообладнання необхідно бути захищено температурним захистом УВТЗ-5» [18].

«Забороняється використовувати сепаратор, що не пройшов обкатку та технічний огляд.

Шафа управління сепаратором виконана із пиловологозахищеного матеріалу, що би виключав потрапляння пилу та вологи на струмоведучі частини.

Дверцята шафи управління повинні закриватися на ключ, на її внутрішній стороні приведена принципова електрична схема, нанесений знак електричної напруги відповідно до ГОСТ 12.2.026-76».

Для попередження попадання пилу у підшипники, більшість їх в сепараторі закритого типу, в решти підшипників зі сторони внутрішньої частини корпусів встановлені гумові ущільнення із прижимним фланцем.

В конструкції завантажувального модуля сепаратора передбачено запобіжну муфту, яка розміщена на верхньому валу механізму приводу, і яка спрацьовує в випадку заклинювання робочих органів транспортера чи упору сепаратора в перешкоду.

Механізм самопересування може змінювати швидкість пересування машини без її зупинки, при цьому перемикий важіль винесений на безпечну відстань як від коліс сепаратора, так і від механізму передач.

Для запобігання скочування сепаратора у непрацюючому стані, він додатково обладнується противідкатними упорами.

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В результаті аналізу існуючої у господарстві технології вирощування гречки, можна стверджувати, що очищення зібраного урожаю від домішок дозволяє підвищити якісні показники її очищення..

Для очищення гречки рекомендований прямоточний інерційний сепаратор ПС-2, на якій проводять операції первинного та вторинного очищення зерна в господарстві за умов зниження енерговитрат.

При вдосконалення сепаратора обґрунтовано параметри живильного лотка першого та другого пневмосепараційних каналів для послідовного очищення гречки повітряним потоком.

Розрахунок показників економічної ефективності вдосконалення, запропонованого в кваліфікаційній роботі, проведено за стандартною методикою [20, 21].

Отже, розрахунок економічної ефективності проведених розробок підтверджує доцільність впровадження вдосконаленої технології.

При вирощування в господарських умовах гречки, з її післязбиральним очищенням прямоточним інерційним сепаратором ПС-2 отримується позитивний економічний ефект від впровадження вдосконаленої технології, який складає 32457,64 грн.

Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 40 с. URL:
<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10501>

9. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, Довжик М.Я. // Суми. Університетська книга – 2008. – 450 С.
10. Котов Б.І., Степаненко С.П., Пастушенко М.Г., Тенденції розвитку конструкції машин та обладнання для очищення і сортування зерноматеріалів. – Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Випуск 33. Кіровоград: КДТУ, 2003 – с. 53-59.
11. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропивний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.
12. Проспект фірми “Petkus”. Сепаратори К-527, К-526, К-560.
13. <https://ismgrain.com.ua/ru/goods/vozdushniy-separator-ism-40-4560761/>
14. <https://aeromeh.com.ua/product/separator-sad-5/>
15. Сабірзянов Т.Г., Васильковський М.І., Нестеренко О.В. До методики визначення швидкості введення зерна в пневмосепараційний канал. // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. (Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація). Випуск 21. – Кіровоград: КНТУ, 2008. – С.263-267.
16. Обґрунтування параметрів живильного пристрою для багаторівневого введення зернового матеріалу у вертикальний пневмосепаруючий канал / О.В. Нестеренко, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, С.Я. Гончарова // Сільськогосподарські машини : зб. наук. ст. Луцьк: ред.-вид. відділ – випуск. 34, – ЛНТУ, 2016 р. – 92-103 с. http://nbuv.gov.ua/UJRN/silmah_2016_34_15
17. Васильковський М.І. Обґрунтування параметрів сепарації зерна в похилому повітряному потоці / М.І. Васильковський, С.Я. Гончарова, С.М. Лещенко // Конструювання, виробництво та експлуатація

											Арк.
											50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

МВГУІС 00.000 ПЗ

сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2007. – Вип. 37. – С. 132–137.

18. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.

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

20. Гльчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник - К.: Вища освіта, 2013. – 535с.

21. Нелеп В. М. Планування на аграрному підприємстві: Підручник. – 2-ге вид., перероб. та доп. — К.: КНЕУ, 2004. — 495 с.

					<i>МВГУІС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ДОДАТКИ

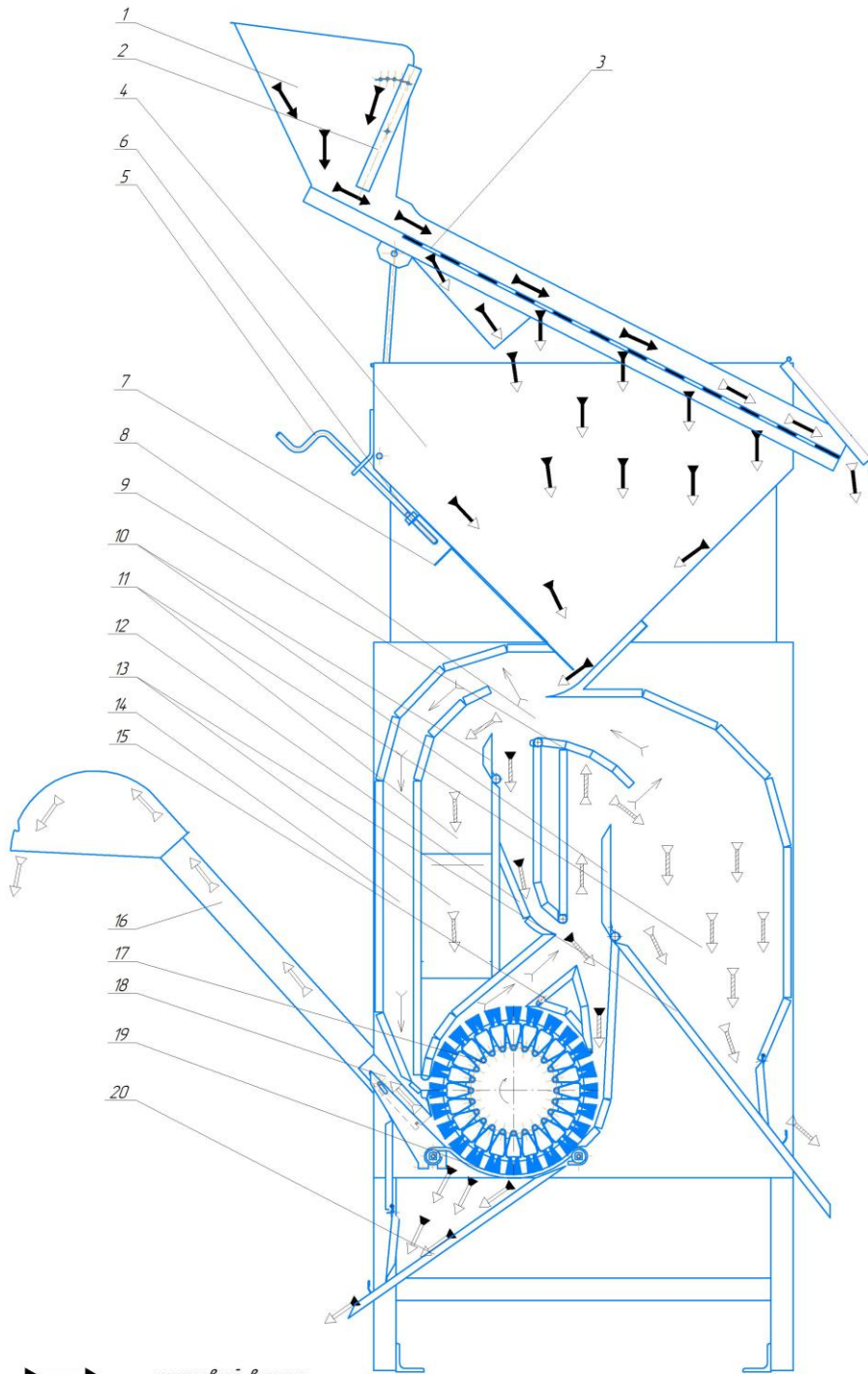
№ 10000 ЗІС/ВН









ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Культура – гречка; Площа – 50 га; Урожайність – 12 ц/га

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал	Зміна	Витрати
		трактор, комбайн	с-2 машини, енергоагрегати			
Лущення стери (автоматне)	50 га	Т-150	ЛПГ-10	1	66	16 праці год/га
Оражка	50 га	Т-150К	ПЛН-5-35	1	14,0	171,4
Ранньовесняне борошування	50 га	МТЗ-80	БЗСС-1	1	4,2	190,5
Передпосівна культивация	50га	Т-150	2МПС-4	1	6,4	25
Пропарування насіння	2 т	ПС-10	ПС-10	4	76,4	10,5
Навантаження насіння і добрив	2 т	ЗС-30	ЗС-30	2	30,2	106
Транспортування мінеральних добрив та насіння	2т	ГАЗ-56	-	1	30,2	26,5
Культивация передпосівна	50 га	МТЗ-80	КПС-4	1	8	5
Посів з внесенням добрив	50га	МТЗ-80	СЗ-36А	1	5	19
Прикочування посівів	50га	МТЗ-80	ЭКШ-6	1	3,1	6,11
Сівба	50га	ЮМЗ-6	СЗ-36	2	5	11
Прикочування посівів	50га	МТЗ-80	ЭКШ-80	1	50	16
Транспортування добрв і хімікатів	10т	ГАЗ-53	-	1	5	7,8
Проготування робочого розчину	10т	ГАЗ-53	АТП "Темп"	2	11	11
Внесення гербіцидів	50га	МТЗ-80	ОП-2000	2	3,1	11
Доставка аміачної селітри в поле	10т	ГАЗ-53	ЗЖВ-18	1	5,5	103,2
Внесення аміачної селітри, т	50га	МТЗ-80	ОП-2000	2	103,2	103,2
Залишення добрв/с	50га	МТЗ-80	Причіп тракторний	1	5,5	10,5
Збірвання урожаю, т	600т	МТЗ-80	Case 6140	1	5	35,7
Транспортування зерна, т	600 т	ГАЗ-53		3	14	98,6
Попереднє очищення, т	600 т		ЗАВ-20	2	14	35,7
Первінне очищення, т	560 т		ОВС-25	2	14	35,7
Вторинне очищення, т	380 т		ПС	1	14	35,7
Транспортування зерна в склад, т	380т	ГАЗ-53		1	14	10,2

МВТУС 00.001 Т4											
№ п/п	№ агрегату	№ агрегату	№ агрегату	№ агрегату	№ агрегату	№ агрегату	№ агрегату	№ агрегату	№ агрегату	№ агрегату	№ агрегату
Технологічна карта вирощування гречки											
ІНТУ ар. № 23 П-1											



-  зерновий ворох
-  крупні дімішки
-  ворох очищений від крупних дімішок
-  легкі дімішки
-  ворох очищений від легких дімішок
-  дрібні дімішки
-  очищене зерно
-  повітряний потік

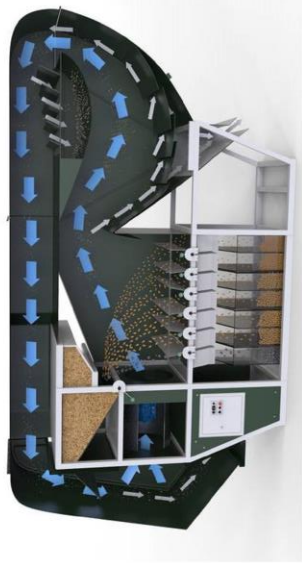
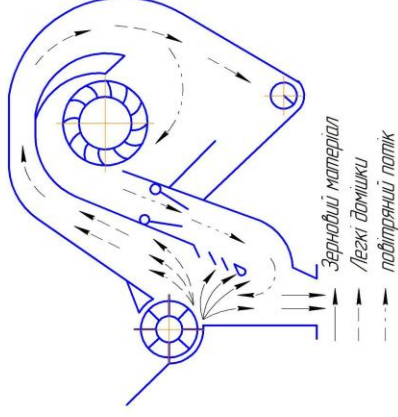
Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10
Лист 11 з 11
Лист 12 з 12
Лист 13 з 13
Лист 14 з 14
Лист 15 з 15
Лист 16 з 16
Лист 17 з 17
Лист 18 з 18
Лист 19 з 19
Лист 20 з 20

МВГУС 00.000 С2						Лист	Ріска	Ріска
Акт	Акт	№ докум	Лист	Лист	Лист	Функціональна схема сепаратора ІПС-2	-	125
Розроб	Вибірков							
Дет	Інженер							
Число	Ріска					Лист 1	Листов 2	
Дата	Виконав					ЦНТУ		
						зр. АІ-23М-1		
						Корисні	Формат А1	

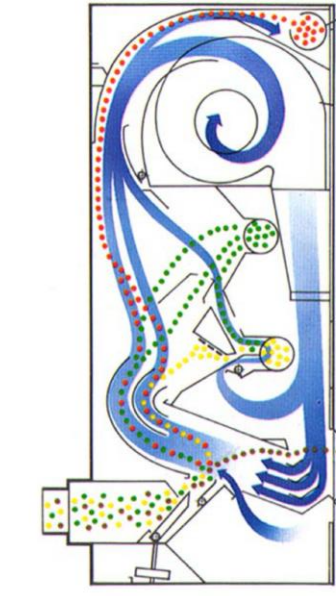
Огляд пневмосистем зерноочисних машин



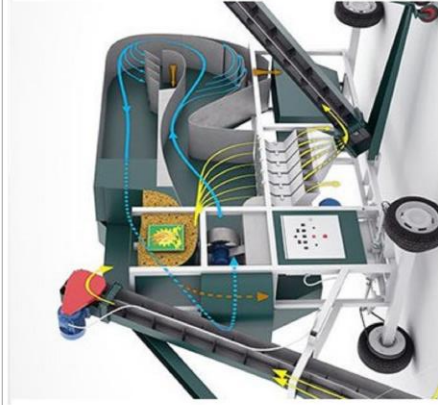
Пневмосепаратор ALS-5



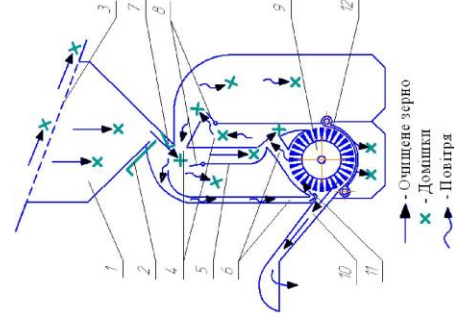
Пневмосистема сепаратора ICM-5



Повітряна схема ЗОМ К-560 «Retkus



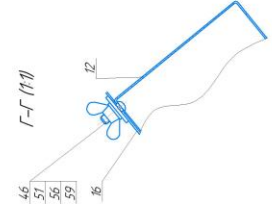
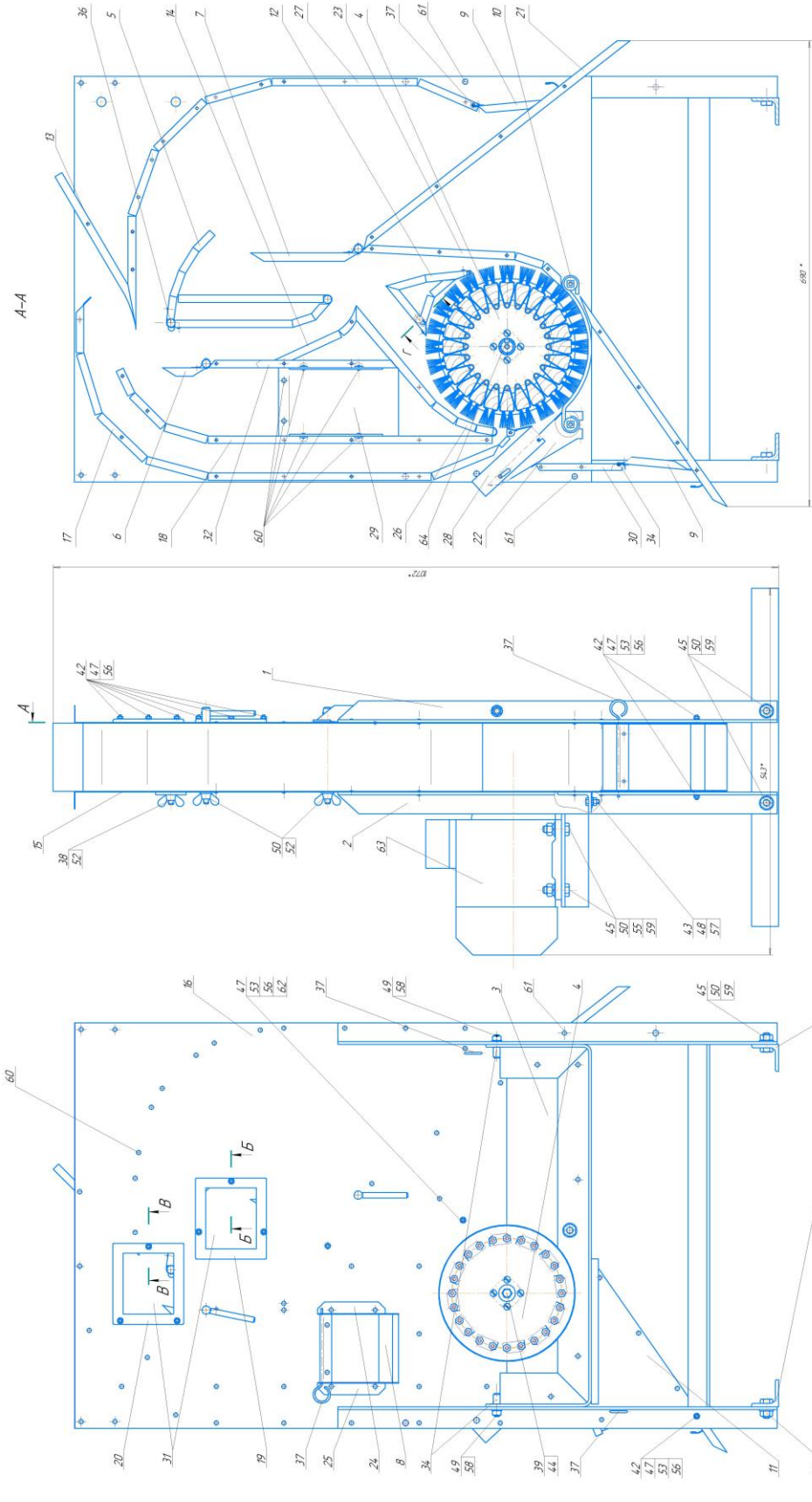
Пневмосистема МПО-50



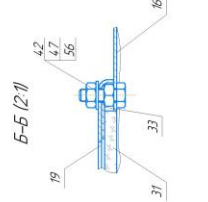
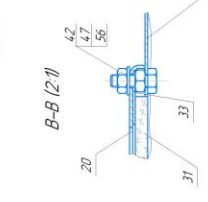
Прямоточно-інерційний сепаратор

МВГУС 00001 НЧ		Лист	Корект.	Матриця
Огляд пневмосистем зерноочисних машин		Лист	Корект.	Матриця
УНГЗ ар. АЛ-234-1		Лист	Корект.	Матриця
Інженер		Лист	Корект.	Матриця
Проєктувальник		Лист	Корект.	Матриця
Інженер		Лист	Корект.	Матриця
Проєктувальник		Лист	Корект.	Матриця
Інженер		Лист	Корект.	Матриця
Проєктувальник		Лист	Корект.	Матриця

90 000 10 316-BA



A-A



1. Механизм для сборки.
2. Механизм для сборки на Аппаратной станции смен, раз 85, раз
монтаж раз 3

№ 90 000 10 316-BA		№ 90 000 10 316-BA	
№	Исполнитель	№	Исполнитель
1	И.И.И.	1	И.И.И.
2	И.И.И.	2	И.И.И.
3	И.И.И.	3	И.И.И.
4	И.И.И.	4	И.И.И.
5	И.И.И.	5	И.И.И.
6	И.И.И.	6	И.И.И.
7	И.И.И.	7	И.И.И.
8	И.И.И.	8	И.И.И.
9	И.И.И.	9	И.И.И.
10	И.И.И.	10	И.И.И.
11	И.И.И.	11	И.И.И.
12	И.И.И.	12	И.И.И.
13	И.И.И.	13	И.И.И.
14	И.И.И.	14	И.И.И.
15	И.И.И.	15	И.И.И.
16	И.И.И.	16	И.И.И.
17	И.И.И.	17	И.И.И.
18	И.И.И.	18	И.И.И.
19	И.И.И.	19	И.И.И.
20	И.И.И.	20	И.И.И.
21	И.И.И.	21	И.И.И.
22	И.И.И.	22	И.И.И.
23	И.И.И.	23	И.И.И.
24	И.И.И.	24	И.И.И.
25	И.И.И.	25	И.И.И.
26	И.И.И.	26	И.И.И.
27	И.И.И.	27	И.И.И.
28	И.И.И.	28	И.И.И.
29	И.И.И.	29	И.И.И.
30	И.И.И.	30	И.И.И.
31	И.И.И.	31	И.И.И.
32	И.И.И.	32	И.И.И.
33	И.И.И.	33	И.И.И.
34	И.И.И.	34	И.И.И.
35	И.И.И.	35	И.И.И.
36	И.И.И.	36	И.И.И.
37	И.И.И.	37	И.И.И.
38	И.И.И.	38	И.И.И.
39	И.И.И.	39	И.И.И.
40	И.И.И.	40	И.И.И.
41	И.И.И.	41	И.И.И.
42	И.И.И.	42	И.И.И.
43	И.И.И.	43	И.И.И.
44	И.И.И.	44	И.И.И.
45	И.И.И.	45	И.И.И.
46	И.И.И.	46	И.И.И.
47	И.И.И.	47	И.И.И.
48	И.И.И.	48	И.И.И.
49	И.И.И.	49	И.И.И.
50	И.И.И.	50	И.И.И.
51	И.И.И.	51	И.И.И.
52	И.И.И.	52	И.И.И.
53	И.И.И.	53	И.И.И.
54	И.И.И.	54	И.И.И.
55	И.И.И.	55	И.И.И.
56	И.И.И.	56	И.И.И.
57	И.И.И.	57	И.И.И.
58	И.И.И.	58	И.И.И.
59	И.И.И.	59	И.И.И.
60	И.И.И.	60	И.И.И.
61	И.И.И.	61	И.И.И.
62	И.И.И.	62	И.И.И.
63	И.И.И.	63	И.И.И.
64	И.И.И.	64	И.И.И.
65	И.И.И.	65	И.И.И.

Исполнитель: И.И.И.

