

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

«___» _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

**«Механізація вирощування соняшника з дослідженням та
модернізацією зерноочисної машини МЗП-10»**

Виконав здобувач вищої освіти _II_ курсу,

групи AI-20M(1,4)-2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Притуленко Віталій Петрович

«___» _____ 2021 р.

Керівник проекту

доцент, кандидат технічних наук

_____ Олександр Нестеренко

«___» _____ 2021 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

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

_____ Микола СВІРЕНЬ

«__» _____ 2021 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ
(МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА**

Притуленко Віталій Петрович

1. Тема роботи: **«Механізація вирощування соняшника з дослідженням та модернізацією зерноочисної машини МЗПІ-10»**
2. Керівник роботи: Нестеренко О.В., канд. техн. наук, доцент
3. Строк подання студентом роботи до захисту: 16.12.2021 року
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: вдосконалення технології вирощування соняшника шляхом підвищення ефективності роботи повітряної системи зерноочисної машини МЗПІ-10

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	01.12.2021	
2	Графічна частина	9.12.2021	
3	Перевірка роботи на доброчесність	11.12.2021	
4	Захист роботи	15-26.12.2021	

Дата видачі завдання

«10» вересня 2021 р.

Підпис керівника _____ Олександр НЕСТЕРЕНКО

Завдання прийнято до виконання

«10» вересня 2021 р.

Підпис здобувача _____ Віталій ПРИТУЛЕНКО

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Документація загальна</u>		
A4			МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	47	
				<u>Документація по</u>		
				<u>технологічній частині</u>		
A1			МВСДМЗ 00.001 ТЧ	Карта технологічна	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>науковій частині</u>		
A1			МВСДМЗ 00.001 НЧ	Огляд ЗОМ	1	
A1			МВСДМЗ 00.002 НЧ	Експериментальна установка	1	
A1			МВСДМЗ 00.003 НЧ	Результати досліджень	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>Інженерній частині</u>		
A1			МВСДМЗ 20.000 СК	Блок сепаруючий	2	
A2			МВСДМЗ 20.070 СК	Сектор	1	
				<u>Деталі</u>		
A3			МВСДМЗ 20.070.602	Стінка	1	
A3			МВСДМЗ 20.070.404	Лоток	1	

					МВСДМЗ 00.000 ВП				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Притуленко				Відомість проекту		Лім.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Нестеренко								2
							ЦНТУ гр. АІ-20М (1,4)-2		
Н. контр.	Мачок								
Затв.	Свірень М.О.								

ЗМІСТ

1. Вступ
 2. Технологічна частина
 3. Науково-дослідна частина
 4. Охорона праці
 5. Економічна частина
 6. Висновки
- Список використаних джерел
- Додатки

					МВСДМЗ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

1. ВСТУП

В Україні є необхідні ґрунтово-кліматичні умови для вирощування високопродуктивних сортів соняшнику з потенціалом урожайності щонайменше 30-35ц/га. Розрахунки і передовий досвід свідчать, що вирощувати соняшник у господарствах доцільно на площі понад 150 га [1]. Це дає змогу впроваджувати інтенсивну технологію, ефективно застосовувати сучасні комплекси машин (коефіцієнт використання понад 0.7), а також одержувати високі врожаї.

Площа під соняшник в Україні упродовж трьох останніх років не була меншою ніж 3.5 млн. га і стабільно займала 2-ге місце в світі. Проте за врожайністю ми перебуваємо на останньому місці серед країн виробників цієї культури [2, 3].

Зниження врожайності соняшника за останні роки стало наслідком падіння загальної культури землеробства, недостатнього внесення мінеральних добрив, гербіцидів, пестицидів, несвоєчасного проведення технологічних операцій при використанні недосконалої техніки, необґрунтованого зростання посівних площ соняшника та перенасичення сівозмін цією культурою.

Виробництво зерна в сільському господарстві завершується післязбиральною обробкою. У загальному виробничому процесі обробітку, збирання і післязбиральної обробки врожаю зернових та інших культур, основні витрати припадають на післязбиральну обробку, яка полягає в очищенні, сушінні і доведенні до необхідних кондицій по чистоті, вологості та іншим показникам зерна і насіння.

Післязбиральне очищення соняшника має важливе значення для товарної цінності та збереження його технологічних властивостей. Тому, дана кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності виробництва насіння соняшника шляхом покращення якості післязбирального очищення.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Притуленко В.П.				Пояснювальна записка	Літера	Лист	Листів
Перевірів	Нестеренко О.В.							
Реценз.								
Н. контр.	Мачок Ю.В.					ЦНТУ зр. АІ-20М (1,4)-2		
Затв.	Свірень М.О.							

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2. Аналіз технології вирощування соняшника.

2.1. Загальна характеристика культури.

Соняшник – основна олійна культура в Україні. Насіння його сортів і гібридів містить олії приблизно 50 до 60 %. Порівняно з іншими олійними культурами соняшник може давати найбільший вихід олії з гектара. На соняшникову олію припадає близько 90 % загального виробництва олії в Україні [3, 4].

Рослинні олії мають велике харчове та технічне значення. Їх використовують як харчовий продукт в натуральному вигляді, для виготовлення маргарину, в консервній, харчовій та кондитерській промисловості. Цінність харчової рослинної олії зумовлена значним вмістом у ній біологічно активних жирних кислот, які організмом людини не синтезуються, а засвоюються тільки в готовому вигляді. До складу рослинних олій входять також й інші цінні для організму біологічно активні речовини – фосфатиди, стерини, вітаміни.

Соняшникову олію дуже широко використовують як продукт харчування у натуральному вигляді. Соняшникову олію використовують в кулінарії, хлібопеченні, для приготування різних кондитерських виробів та консервів. Використовують також при виготовленні лаків, фарб, стеарину, лінолеуму, електроарматури, клейонки, водонепроникних тканин тощо.

Побічні продукти переробки насіння соняшнику – це макуха при пресуванні і шрот при екстрагуванні (близько 35 % від маси насіння) також є цінним концентрованим кормом для худоби [3, 4].

Вегетаційний період соняшнику триває 120-140 днів. Протягом вегетації розрізняють такі фази розвитку: сходи, початок цвітіння та досягання.

Міжфазні періоди мають приблизно таку тривалість:

сівба – сходи	14 – 16 днів;
сходи – початок утворення кошиків	37 – 43 днів;
початок утворення кошиків – цвітіння	27 – 30 днів;
цвітіння – досягання	44 – 50 днів.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.1 Соняшник. а – суцвіття; б – плід; в – плодова оболонка (лушпиння); г – ядро.

етилловий спирт та кормові дріжджі, із пентодного – фурфурол, який використовують при виготовленні пластмас, штучного волокна та іншої продукції.

Міжфазні періоди мають орієнтовну тривалість:

Соняшник в сівозміні висівають на минуле поле не раніше чим через 8-10 років. Обумовлено це тим, що частий висів його на колишнє місце вирощування приводить до накопичення в ґрунті хвороб – заразиhi, помилкової борошнистої роси, білої, сірою та іншої гнилизни, а також шкідників.

прогресивною технологією, - по 30 ц/га і більше, а в умовах зрошення близько - 38,7 - 40 ц/га.

Сорти і гібриди. В Україні поширені високоврожайні селекційні сорти та гібриди соняшнику із значним вмістом олії в насінні.

За тривалістю вегетаційного періоду сорти соняшнику поділяють на середньостиглі (вегетаційний період 120 - 140 днів), середньоранні (110 - 130), ранньостиглі (100 -120) і скоростиглі (80 - 100 днів). В Україні районовано понад 70 сортів і гібридів соняшнику [2-3].

Скоростиглі сорти та гібриди поступаються ранньостиглим й середньостиглим за урожайністю і олійністю насіння. Високою врожайністю з дуже високим вмістом олії в насінні відзначаються середньостиглі та середньоранні сорти і гібриди соняшнику.

Місце в сівозміні. Соняшник відноситься до культур, які піддаються ураженню збудників хвороб та негативному впливу паразитних бур'янів, таких як вовчок. Тому, соняшник не треба повертати на дане поле раніше, як через 8...10 років. Гарними попередниками для нього є озимі культури, які вирощувались на чистих чи зайнятих парах, а також кукурудза

Чергування культур у сівозміні спрямоване на підвищення родючості ґрунту, знищення бур'янів, шкідників і хвороб без використання хімічних засобів і одержання високих урожаїв. Встановлено, що при розміщенні посівів соняшнику на тому самому полі приблизно через 8 - 10 років можливість ураження хворобами та шкідниками майже повністю зникає, а через 4 - 5 років - призводить до ураження рослин шкідниками та хворобами (вовчок, гниль біла й сіра, несправжня борошниста роса та ін.), що зменшує врожайність і погіршує якість насіння соняшника.

Кращі попередники для соняшнику це ті, після яких у ґрунті залишається більше води та поживних речовин. У Степу найефективніші ланки сівозміни, де соняшник висівають після кукурудзи або озимої пшениці, в Лісостепу - де опадів буває більше та в сівозміні вносять достатньо добрив, високі врожаї можна одержати при розміщенні соняшнику не тільки після озимої пшениці, а й після ячменю.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Обґрунтування технології виробництва соняшникового насіння

Ефективність використання техніки машинно-тракторного парку і робочих ресурсів багато в чому обумовлюється своєчасною розробкою та забезпеченням відповідними технологіями при проведенні механізованих робіт по вирощуванню зернових культур.

При цьому, основою для планування роботи машинно-тракторного парку по вирощуванню соняшника є технологічна карта на вирощування та збирання врожаю.

Перед розробкою технології вирощування соняшника необхідно проаналізувати природні умови господарства, агротехнічні та ґрунтові з урахуванням питомого опору ґрунту, конфігурацію полів, довжину гонів, рельєф, кут схилу полів. Ці фактори певною мірою впливають на вибір технології вирощування насіння соняшника, вибір технологічних операцій, склад машинно-тракторного агрегату та його продуктивність й витрату палива.

Склад машинно-тракторного агрегату для виконання кожної операції обираємо так, щоб при цьому забезпечити кращу якість, максимальну продуктивність, повне використання потужності та найбільше завантаження, мінімальні витрати коштів на одиницю роботи. Перевагу надаємо комбінованим агрегатам, як спеціальним, так й тим, що складені в господарстві.

Лущення стерні. Лущення стерні зернових слідом за їх збиранням проводять з метою попередження пересихання та ущільнення ґрунту, боротьби з бур'янами.

Для виконання цієї операції застосовують дискові лушпильники ЛДГ-5, ЛДГ-10, ЛДГ-15, ЛДГ-15А та дискові борони БДТ-10, РД-7 та ін [2-4].

Розміри полів, які відводяться відповідно до сівозміни під зернові культури, дозволяють використовувати в цьому випадку лушпильник ЛДГ-15А в агрегаті з колісним трактором загального призначення класу 3,0 тс: Т-150К, виходячи з умов відповідності використання потужності даного енергетичного засобу та робочої ширини захвату машини.

Операцію лущення стерні необхідно провести на протязі 5 днів, на глибину 8 - 10 і 10- 12 см. Інтервали між лущеннями та останнім лущенням та

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оранкою мають бути такими, щоб бур'яни встигли дати пагони (досягається найповніше їх знищення).

При розміщенні соняшнику після зернових культур догляд за посівами суттєво ускладнюють однорічні бур'яни, особливо пізні ярі (курай, просо кураче, щирія, мишії та ін.). Ці бур'яни найнебезпечніші, оскільки масові сходи їх з'являються у посівах переважно після закінчення обробітку ґрунту в міжряддях.

Для знищення пізніх бур'янів використовують переважно ґрунтові гербіциди (трефлан, гезагарт 50 та ін.). Неодноразові неглибокі обробітки до оранки провокують проростання минулорічного насіння бур'янів.

Транспортування та внесення мінеральних добрив. Наявність елементів мінерального живлення в ґрунті в оптимальних співвідношеннях суттєво сприяє підвищенню продуктивності рослин та поліпшенню якості насіння.

Соняшник дуже вибагливий до поживного режиму ґрунтів в порівнянні з іншими польовими культурами.

Для формування 1 ц врожаю соняшника виносить з ґрунту 6,5 кг азоту, 2,7 фосфору та 15,5 кг калію. Але незважаючи на високий винос калію з ґрунту, соняшник на чорноземних ґрунтах значною мірою потребує азотних і фосфорних добрив [2-4].

Найбільший ефект дає внесення фосфорних добрив разом з азотними (N30-45P60), які забезпечують приріст урожаю соняшника до 6 ц/га. У східних районах північного

Враховуючи, що значна частина фосфору, внесеного в ґрунт з добривами, стає недоступною для рослин соняшника, а частину елементів живлення, особливо калію, рослини поглинають безпосередньо з ґрунту, норму добрив та співвідношення елементів для кожного поля уточнюють.

Крім встановлення норм добрив за рекомендаціями науково-дослідних установ, які можна визначати розрахунковими методами, при цьому, найбільш поширеним є розрахунок за вмістом поживних речовин в ґрунті (на заплановану врожайність).

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Органічні добрива вносять під попередню культуру, а мінеральні - під основний обробіток розкидачами РУМ-5, 1РМГ-4, РУМ-8, РУП-8 та в агрегаті з тракторами МТЗ-80 та Т-150К. На полях, де восени не вносили повних норм основного добрива, мінеральне добриво вносять локально-стрічковим способом одночасно з сівбою на відстані 6 - 10 см від рядка і на глибину 10 -12 см [2-5].

Важливою умовою підвищення ефективності внесення добрив під соняшник є рівномірний розподіл їх по всій площі. Недотримання цієї вимоги призводить до великого недобору врожаю. Нерівномірність розподілу добрив по всій площі не повинна перевищувати 20 %.

Важливою умовою відновлення родючості ґрунтів та постійно зростаючого рівня врожайності є постійне підживлення ґрунтів мінеральними речовинами. Щоб задовольнити ці потреби необхідно рівномірно та в достатніх дозах розподіляти їх по полю.

Для забезпечення виконання цієї операції будемо використовувати розкидач ПЕ-10 в агрегаті з трактором тягового класу 3,0 тс: Т-0150К, що найбільш ефективний для роботи даного агрегату.

Внесення мінеральних добрив здійснюється човниковим способом на швидкості до 12 км/год, з нормою внесення – 30 т/га на протязі 15 днів з загортанням без розриву в часі.

Мінеральні добрива в основній кількості вносяться під зяблеву оранку чи дискування в розрахунку 800 кг/га на протязі 5 днів.

Машинно - тракторний агрегат складається з трактора МТЗ – 80 та розкидача 1РМГ – 4, який дозволяє виконати дану операцію в оптимальні строки.

Оранка. В усіх зонах добрі результати забезпечує і мінімальний обробіток ґрунту за допомогою комбінованих агрегатів, що виконують за один прохід декілька операцій.

Проводиться з метою заробки органічних та мінеральних добрив, поживних залишків та бур'янів, розпушення ґрунту, для кращого поповнення вологи, поліпшення водно-повітряного та поживного режиму ґрунту.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для основного обробітку ґрунту будемо застосовувати агрегат у складі трактора Т-150 к і плуг ПЛН-5-35. Глибина обробітку до 30 см. Глибина заорювання рослинних решток 10...16 см. Робоча швидкість 7...8 км/год.

Культивація з внесенням рідких добрив. Передпосівний обробіток ґрунту полягає у ранньому закритті вологи й наступних культивуваннях (1 - 2). При правильному застосуванні зяблевого обробітку до весни ґрунт не запливає, а поверхня його стає вирівняною. В цьому випадку відпадає потреба у двох весняних передпосівних культивуваннях.

Для передпосівної культивування агрегати комплектують універсальними стрілочастими лапами з шириною захвату 270 і 330 мм або розпушувальними лапами з пружинними стояками. Середня глибина обробітку ґрунту не повинна відхилятися від заданої більш як на 1 см.

Ця операція проводиться для регулювання вмісту необхідних добрив в ґрунті. Операція проводиться тракторами тягового класу 2,0 тс: Т – 70С в агрегаті з культиватором УСМК – 5,4 та машиною для внесення рідких добрив і гербіцидів ПОУ – 300 [3-6].

Операція повинна виконуватися на протязі 10 днів з дотриманням глибини обробітку 14...16 см та повного закриття в ґрунті рідкого добрива.

Сівба насіння. Сівба досить важливий агротехнічний прийом від якого, в значній мірі, залежить одержання дружніх сходів при рівномірному розміщенні рослин на площі живлення.

Для сівби застосовують сівалки СЗ – 3,6А які агрегують з тракторами МТ 3- 82 та Т – 70С та за допомогою зчіпок СП – 11 з тракторами ДТ -75М та Т – 150К. робоча швидкість агрегату – 12 км/год., час повороту агрегату $t_{пов} = 0,025$ год., час завантаження $t_z = 0,12$ год.

Десикація. У посівах соняшнику рослини досягають нерівномірно. Через 20 - 25 днів після цвітіння вміст олії в насінні досягає максимуму, але накопичення масла триває у міру збільшення маси насіння, яке закінчується на 35 - 40-й день після цвітіння (фаза фізіологічної стиглості). Далі відбувається фізичне випаровування води із сім'янки і настає фаза повної (господарської) стиглості. Для прискорення збирання і одержання сухого насіння посіви

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обробляють десикантами при середній вологості насіння на пні не більше 30 %. Обприскування рослин десикантами при більш високій вологості насіння погіршує його якості - зменшується маса ядра і врожаю в цілому внаслідок гальмування фізіологічних процесів.

Десикацію проводять через 35 - 40 днів після повного цвітіння хлоратом магнію (20 кг/га) або реглоном (2 л/га). У вологу осінь, а також в роки епіфітотійного розвитку кошикових форм гнилі трохи збільшують норми хлорату магнію до 25 - 30 кг/га, або реглону - до 2,5-3 л/га [2, 3].

Для кращого прилипання десикантів на гектарну норму препарату додають 50 - 70 мл агралу-90. При авіаобробці посівів препарат розчиняють у 100 л води на 1 га або в 300 л/га при обприскуванні тракторними обприскувачами ОВТ-1В, ОВС-А. Проте норму дефіцитних препаратів можна наполовину зменшити в суміші з аміачною селітрою. Десикація дає змогу прискорити початок збирання соняшнику на 7 - 8 днів, не зменшуючи врожаю насіння та виходу олії.

Через 10 днів після десикації на насінні вже немає залишків хлорату магнію і воно придатне для переробки.

Аналогічні результати одержано при використанні реглону в суміші з аміачною селітрою. Після десикації вологість кошиків зменшувалася більш як утричі.

Десиканти діють швидше при середньодобовій температурі по над 13 - 14 °С. Обробляти посіви ними треба в нежаркий час доби до 9 - 10 і після 15 - 16 год. З екологічної точки зору захід небажаний.

Збирання врожаю. Для виконання цієї операції використовуються самохідні зернозбиральні комбайни. Погоджуючи склад МТП господарства та враховуючи технологію вирощування насіння соняшнику приймаємо зернозбиральний комбайн ДОН-1500. Збирання врожаю проводимо шляхом прямого комбайнування. Комбайн обслуговують комбайнер та його помічник.

Продуктивність за годину змінного часу визначаємо за формулою (2.1):

$$W_{год} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 10 \cdot 0,8 = 4,52 \text{ га/год} \quad (2.1)$$

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змінна продуктивність визначається за формулою (2.2):

$$W_{зм.} = 4,5 \cdot 7 = 31,5 \text{га} \quad (2.2)$$

Час на протязі якого буде збиратися соняшник по всій площі, визначимо за формулою (3.3):

$$T = \frac{100}{4,5} = 22,2 \text{год} \quad (2.3)$$

Кількість нормозмін розраховуємо за формулою (3.4):

$$Д = \frac{22,2}{7} = 3,2 \quad (2.4)$$

Необхідну кількість машин визначаємо за формулою 2.5):

$$n = \frac{100}{31,5 \cdot 5} = 0,6 \text{ (приймаємо 1 агрегат)}$$

Витрати палива на збирання 1 га, розраховуємо за формулою (2.6):

$$G_{га} = \frac{3,92 \cdot 10 + 2,73 \cdot 6 + 0,35 \cdot 1,0}{31,5} = 1,8 \text{кг/га}$$

Затрати праці на збирання 1 га визначаємо за формулою (2.7):

$$З_n^o = \frac{2}{4,5} = 0,4 \text{люд.год/га} \quad (2.7)$$

Затрати праці на виконання роботи по всій площі розраховуємо за формулою (3.8):

$$З_n = 100 \cdot 0,4 = 40 \text{люд.год}$$

Витрати палива на збирання по всій площі визначаємо за формулою (2.9):

$$G = 1,8 \cdot 100 = 180 \text{кг}$$

Післязбиральна обробка насіння.

Для підрахунку потокових технологічних ліній зерноочисного комплексу ЗАВ визначають об'єм переробки зерна за рік в господарстві за формулою :

$$G_p = Q_i \cdot F_i, m,$$

де Q_i -урожайність культури ,ц/га ;

F_i - площа вирощування культури ,га.

$$G_p = 20 \cdot 100 = 2000 \text{ ц} \quad (2.10)$$

Соняшник, який, надходить після збирання, має вологість, що відповідає обмеженій кондиції (внаслідок кліматичних умов під час збирання).

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щоб уникнути втрат насіння соняшника внаслідок псування, строк переробки його встановлюють наближений до строків збирання. Подальший розрахунок відбувається з урахуванням максимальної продуктивності зернозбиральної техніки.

Очищення зерна. *Агротехнічні вимоги до очищення зерна.*

Агротехнічні вимоги. На попередньому очищенні машина повинна забезпечувати підготовку насіння соняшника до пропуску через шахтні сушарки, або тимчасового зберігання при активному вентиляванні.

На попередньому очищенні машина повинна доводити матеріал до базисних норм встановлених стандартами на продовольче зерно.

На вторинній очистці зерна машина повинна доводити зерно по чистоті до норм 1 – го і 2 – го класу.

При нормальній продуктивності повнота розділення та втрати зерна основної культури повинні відповідати цим показникам.

Попереднє очищення соняшника.

Дана операція виконується на комплексі ЗАВ-20. Який розміщений в одному з відділків господарства, туди насіння соняшника транспортується з поля.

Після очищення насіння соняшнику на комплексі воно транспортується на тік в відповідного відділу, де проходить подальший обробіток (зокрема сушіння при необхідності). Розраховуємо потокову технологічну лінію первинного очищення соняшника, розрахункову годину продуктивності очистки зернової маси, визначаємо з урахуванням умов поточності процесу збирання [6].

$$Q_{p.год} = \frac{G_{доб}}{10 \cdot t_{зм} \cdot K},$$

$$Q_{p.год} = \frac{G_{доб}}{10 \cdot t_{зм} \cdot K},$$

$$Q_{p.год} = \frac{1864,5}{10 \cdot 7 \cdot 2} = 13,32 \text{ т/год}$$

Визначаємо потребу зерноочисного агрегату ЗАВ-20 :

$$n = \frac{285,6}{7 \cdot 0,78 \cdot 70} = 0,74 \text{ шт.}$$

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо один зерноочисний агрегат ЗАВ-20.

Табл.2.1.

Технологічна карта на вирощування насіння соняшника

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал	Змінна норма виробітку	Витрати праці люд. год.
		трактор, комбайн	с.-г. машина, знаряддя			
Лущення стерні (двократне)	100 га	Т-150	ЛДГ-10	1	66	16
Оранка	100га	Т-150К	ПЛН-5-35 БДТ-7	1	6,4	25
Ранньовесняне боронування	100га	Т-150	СГ-21, БЗСС-1	2	76,4	10,5
Культивація пару в 4рази	400га	Т-150	2КПС-4	2	30,2	106
Передпосівна культивація	100га	Т-150	2КПС-4	1	30,2	26,5
Протруювання насіння	20 т	ПС-10	-	1	8	5
Навантаження насіння	20 т	ЗП-60	-	1	5	1,9
Транспортування насіння	20т	ГАЗ-53	-	1	погод.	61,1
Сівба	100га	ЮМЗ-6	СЗ-3,6	2	3,1	1,1
Прикочування посівів	100га	МТЗ-80	ЗККШ-80	1	50	16
Боронування насіння	100га	Т-150	СГ-21, БЗСС-1	1	5	7,8
Транспортування мінеральних добрив	20т	ГАЗ-53	-	2	погод	1,1
Підживлення мінеральною сіллю	100га	ЮМЗ-6	СЗ-3,6	1	3,1	1,1
Збирання врожаю	100га	ДОН-1500	-	2	5,5	103,2
Транспортування зерна	220т	ГАЗ-53	-	2	погод	103,2
Попередня очистка зерна	220т	-	МЗПІ-10	1	4	35,7
Первинна очистка зерна	200т	-	МЗПІ-10	1	4	35,7
Активне вентильовання зерна	200т	-	ОВВ-100	6	4	98,6
Вторинна очистка зерна	180т	-	СМ-4	1	14	335,7
Транспортування зерна та домішок в склад	180т	ГАЗ-53		1	14	103,2

Контроль якості виконання операції.

Контроль основних показників очищення соняшникового насіння проводимо на основі визначення вмісту домішок в очищеному матеріалі та втрат насіння в домішках.

Вміст домішок в очищеному насінні соняшника повинен зменшитися при попередньому очищенні не менше ніж на 50%, а при первинному – не менше ніж на 60%, втрати насіння у домішках не повинні перевищувати при попередньому очищенні 0,2% та 0,5% при первинному [7].

Вміст насіння в домішках визначають при продуванні повітряним потоком навісок домішок, отриманих після очищення насіння, з використанням в повітряному класифікаторі.

Отже, в результаті нами було запропоновано замінити в комплексі ЗАВ-20.000 зерноочисну машину ЗАВ-20 на два сепаруючі блоки МЗПІ-10.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Загальна характеристика роботи

Метою роботи є оцінка енергоємності пневмосепараційного каналу з урахуванням багаторівневого введення насіння соняшника для підвищення ефективності роботи пневмосепарації.

Задачі досліджень:

- провести огляд результатів досліджень пневмосепарації для оцінки енергоємності їх пневмосистем та обґрунтувати напрямок дослідження пневмосистеми зерноочисної машини МЗП-10;
- дослідити опори зернового шару матеріалу на фізичній моделі процесу сепарації;
- обґрунтувати доцільність застосування вдосконаленого способу введення матеріалу в канал та визначити його раціональні параметри;
- провести порівняльні дослідження вдосконаленого та традиційного способу введення насіння соняшника в пневмосепараційний канал.

Предмет досліджень – пневмосепараційний канал для дослідження енергоємності процесу сепарації.

Об'єкт дослідження - процес пневмосепарації з встановленими фізичними моделями.

Наукова новизна отриманих результатів.

- Проведена оцінка енергоємності процесу сепарації насіння соняшника на фізичній моделі з урахуванням багаторівневого способу введення.
- Вперше обґрунтовано область раціональних значень параметрів пневмосепараційного каналу за допомогою моделювання процесу сепарації.

Методи дослідження. Аналітичні дослідження проводились з використанням математичного аналізу та статистичного моделювання. Експериментальні дослідження проводились з застосуванням методів статистичного опрацювання інформації.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1. Огляд результатів досліджень пневмосепарації.

Ефективність роботи каналів залежить як від форми, так і співвідношення конструктивних розмірів, способу завантаження, режиму роботи та ін., тому важко виділити і віддати пріоритет якомусь певному каналу, оскільки кожен має свої переваги та недоліки.

Вважають, що в каналах з прямокутною формою перерізу найскладніше досягти високого ефекта очистки. Зазначається, що в таких каналах важко рівномірно розподілити зерно по глибині, особливо в машинах з великою продуктивністю [8].

В кутах каналів з прямокутною формою створюються застої зони, де швидкість повітряного потоку наближається до нуля, і та частина зерна, яка перетинає ці зони, не піддається очистці.

Деякі дослідники вважають, що навпаки, канали прямокутного профілю є найбільш поширеними, прості за конструкцією, легко компануються з іншими вузлами пневмосепаратора, рівномірність потоку в них задовільна [10-11]. Протилежної точки зору дотримуються дослідники [8], стосовно каналів кільцевої форми. На думку першого «в каналах такої форми можна порівняно легко простими способами досягнути рівномірного розподілення зерна і вирівняного поля швидкостей повітряного потоку, в них легко досягається автоматична зміна подачі зерна та дотримання умов герметичності». А Тіц вважає, що «в таких каналах рівномірність порушується пристроєм для вводу матеріалу, який і створює перешкоду руху повітря, а найбільшу рівномірність швидкісного поля можна отримати в каналі круглого перерізу, з периферійною подачею матеріалу, оскільки формування зернового струменю відбувається в центрі каналу, тобто в зоні максимальної швидкості повітряного потоку» [14].

При розробці сепаратора ЗС-50 були проведені дослідження пневмосепаруючих пристроїв [11], з вертикально-направленим повітряним потоком що до вибору форм та конструкції каналу (рис.3.1), в яких було визначено, що найбільший ефект очищення зерна забезпечується в вертикальному прямокутному каналі постійного перерізу та конічному каналі.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

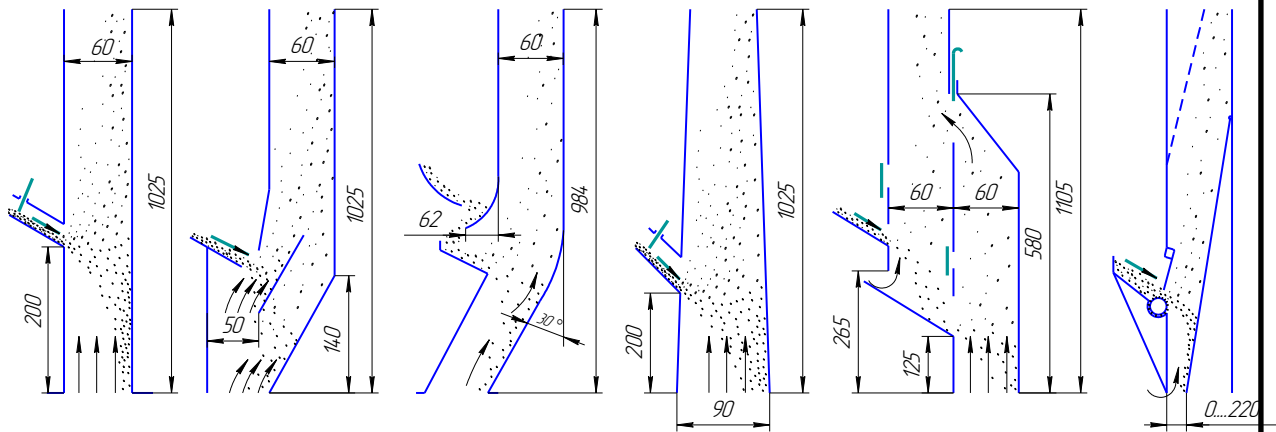


Рис. 3.1. Схеми експериментальних пневмосепаруючих каналів.

Таким чином, думки дослідників стосовно вибору типу каналу суттєво розбігаються, оскільки вони були проведені на різних установках, з різними зерновими сумішами, які не пов'язані загальною методикою проведення експериментів та не дозволяють провести порівняльну оцінку ефективності роботи каналів.

Найбільш різносторонньо до цього питання оцінки ефективності роботи каналів підійшов [15], дослідження якого проводились на каналах з прямокутною, квадратною, круглою і кільцевою формою поперечного перерізу. Отримані результати достатньо логічно пояснюють причини неоднакової ефективності роботи різних пневмоканалів, основними з яких є: структура зернового потоку, що поступає в ПСК (товщина, ширина, форма, та ін.) і умови взаємодії оброблюваного матеріалу з повітрям в робочій зоні. Але визначальним показником для каналів різної форми є ширина впускного вікна, яка обумовлюється їх формою поперечного перерізу. Як відзначає автор: «товщина поступаючого в канал зернового потоку, знаходиться в обернено пропорційній залежності від ширини впускного вікна» [15].

Наприклад, в пневмо каналах з квадратною та круглою формами перерізу, площа яких однакова, товщина зернового матеріалу, потрапляючого в канал першого, збільшується в три рази, в порівнянні з другим, та відповідно, створюються неоднакові умови для взаємодії повітряного потоку з зерном.

Отже, форма пневмо каналу безпосередньо впливає на ефективність його роботи, та в першу чергу, визначає геометрію зернового потоку.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому, використання пневмо каналів з кільцеподібним та колоподібним перерізом, в яких введення суміші в канал здійснюється радіально, від центру до периферії або ж до центру по всьому його периметру дозволить суттєво підвищити продуктивність повітряної сепарації.

При рівнозначній продуктивності такі повітряні канали мають значно менше питоме навантаження на одиницю ширини фронту зернового потоку, а також, значно кращі умови для вирівнювання опору та швидкості повітряного потоку по поперечному перерізу. Але в наслідок їх незручності компановки з площинно-коливальними решітними сепараторами, вони поки що не знайшли належного застосування в повітряно-решітних сепараторах [9, 14].

Але ж головним недоліком найбільш поширених вертикальних пневмо каналів прямокутного перерізу, являється те, що при підвищенні питомого навантаження суттєво збільшується нерівномірність повітряного потоку, як в зонах введення матеріалу, так і в зонах виведення, що значно зменшує ефект очищення, тобто, зменшення повноти розділення та збільшення втрат повноцінного насіння в відходах.

Існують деякі технічні засоби для вирівнювання поля швидкостей по глибині ПСК. Відомим способом вирівнювати повітряний потік за допомогою сіток (рис. 3.2 а).

При цьому, такий спосіб має ряд недоліків: в місцях вводу зернового матеріалу в канал та виводу з нього, утворюються важкоущільнюючі місця.

При всмоктувальному повітряному потоці, значна маса повітря засмоктується через такі щілини, при нагнітаючому – видувається, що призводить до значних витрат повітря. Крім того, в процесі роботи сітка може засмічуватися, що підвищує її опір та викликає деформацію епюри поля швидкостей потоку та зниження його середньої швидкості [8].

Ще одним способом вирівнювання є застосування в ПСК решіток, які складаються з гофрованих пластин (рис.3.2. б). Вони встановлені в центрі робочої зони ПСК, де опір повітряному потоку мінімальний.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

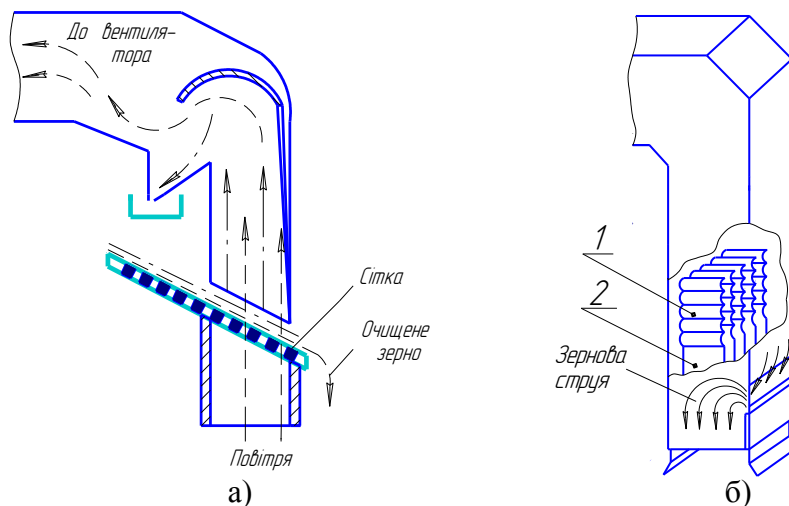


Рис. 3.2. Технічні засоби для вирівнювання поля швидкостей повітряного потоку:

а) – канал з сіткою; б) – канал з решіткою із гофрованих пластин:
1 – гофри; 2 – гладка частина пластини;

С.С. Шклярів експериментально встановив вплив на ефективність сепарації гофрованих решіт та колектора, як сумісно, так і окремо. Визначено, що колектор на вході в прямокутний ПСК більше сприяє підвищенню якості очистки, ніж решітка, але найбільш ефективно застосування і решітки і колектора одночасно [16].

Застосування таких решіток збільшує опір в центральній частині робочої зони каналу за рахунок чого відбувається відносно вирівнювання швидкості повітря по його перерізу та покращення якості пневмосепарації. Але їх використання є ефективним лише при відповідних питомих навантаженнях ПСК, які в реальних умовах експлуатації зерноочисних машин, як правило, змінюються в значних межах [16]. Внаслідок цього втрачається їх позитивний вплив на технологічну ефективність повітряної сепарації, що й стримує їх застосування. Крім того, вони значно ускладнюють конструкцію повітряних каналів, збільшують його металоємність, собівартість, а також енергоємність очищення зерна.

Дослідниками [9] запропонована схема для вирівнювання повітряного потоку біля зовнішньої стінки повітряного каналу за допомогою протікаючого через жалюзі зустрічного повітряного потоку.

Отже, для дослідження енергоємності процесу сепарації нами обраний найбільш розповсюджений в сучасних зерноочисних машинах вертикальний ПСК прямокутного перерізу з постійною по висоті площею, який незважаючи на вищевказані недоліки, в порівнянні з іншими каналами має певні переваги, а саме: - нескладну конструкцію та легко компонується з решітною частиною повітряно-решітних ЗОМ.

Зерноочисна машина МЗП-10 призначена для попереднього і первинного повітряно – решітного очищення зернових та колосових культур, а також може використовуватись для очищення бобових, соняшника, сорго та ін.

Обслуговує машину МЗПІ-10 працює один оператор до обов'язків якого належить огляд механізмів, наладка, спостереження за завантаженням та розвантажуванням зерна від машини, а також очищення його після живильників завантажувача. Повітряно-решітний модуль МЗПІ-10 (рис. 3.3.) містить зерновий бункер 1, дозатор 2, розподільник 3, живильну заслінку 4, щіточний лопатевий ротор 5, решето 6, пневмосепаруючі канали 7 і інерційний вивантажувач 8.

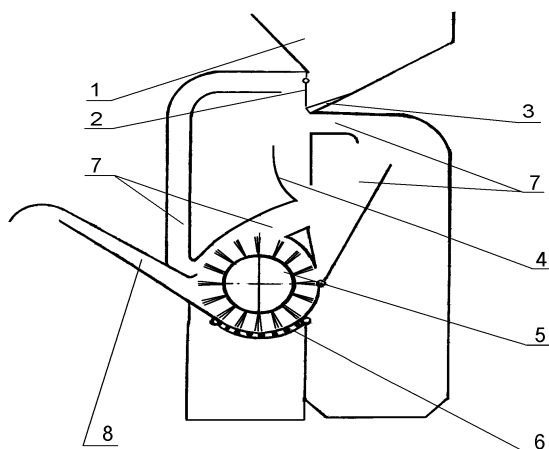


Рис. 3.3. Схема повітряно-решітчастого модуля МЗП-10.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітряна система зерноочисної машини замкненого типу з послідовним продуванням насіння в похилому і вертикальному пневмосепараційних каналах. Джерелом створення повітряного потоку є ротор, який крім функції нагнітання повітряного потоку виконує сепарацію зерна від дрібних домішок і вивантажує очищене насіння із машини [17].

Технічні дані зерноочисної машини приведено у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Технічна характеристика зерноочисної машини МЗПІ-10

Найменування	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
Марка зерноочисної машини	-	МЗПІ-10
Продуктивність при попередній сепарації соняшника вологістю до 16% і вмістом домішок до 12%	т/год	6...8
Встановлена потужність	кВт	3,7
Маса машини	кг	120
Габаритні розміри в робочому положенні:		
довжина	мм	3280
висота	мм	2850
ширина	мм	4500
Кількість живильників завантажувача	шт	2
Тип живильників	-	шнекові

Зерноочисна машина МЗПІ-10 повинна забезпечувати ефективність очищення зерна не менше $\eta = 0,6...0,7$, та втратами зерна 0,2...0,5%.

Продуктивність зерноочисного модуля до 10 т/год.

					МВОЗК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4. Результати експериментальних досліджень

3.4.1. Дослідження опору шару зерна на фізичній моделі процесу пневмосепарації.

Враховуючи те, що процес пневмосепарації носить нестационарний характер, а тривалість перебування зернової частки в пневмо каналі досить незначна (0.3...0.5 с), то його дослідження з метою обґрунтування параметрів багаторівневого введення зерна на реальній зерновій суміші, не дозволяє повністю прослідкувати та визначити необхідні закономірності і врахувати взаємодію всіх факторів.

Тому, з метою визначення впливу щільності розташування зерна в пневмо каналі при багаторівневому введенні на його опір повітряному потоку та на енергоємність процесу була використана його «фізична модель». Тобто зернова суміш змодельована на металевих стержнях, діаметр яких був визначений близьким до середнього розміру поперечного перерізу насіння соняшнику (3мм) та розташовано в каналі горизонтально перпендикулярно до його бокових стінок і напрямку руху повітряного потоку (рис 3.4 а).

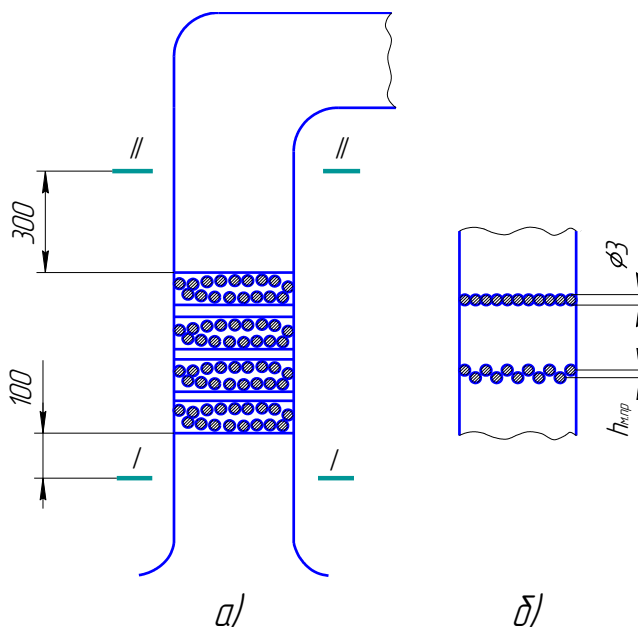


Рис 3.4. Схема дослідного пневмо каналу. а) - розташування пруткових решіток в ПСК. б) – розташування стержнів в каналі.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як зазначають дослідники, «гідравлічний опір пучків труб або стержнів, що поперечно обтікаються газовою сумішшю та розташованих в шаховому порядку, визначається такими ж законами як і опір зернового шару в реальних умовах процесу пневмосепарації» [18].

Досліди проводились в пневмо каналі, квадратного перерізу (100x100 мм), в якому по всьому перерізу встановлювали металеві стержні спочатку щільно один до одного, а потім збільшували відстань.

Збільшення відстані між ними в подальших дослідах виконували без зміни кількості стержнів в каналі, за рахунок пересування парних стержнів в вертикальному напрямку, внаслідок чого створювали їх дворядне розміщення (рис. 3.3), і поступово збільшували відстані між рядами та зазору між стержнями.

Швидкість повітряного потоку встановлювали аналогічну до робочої швидкості в повітряному каналі рівній $V_n = 6,5$ м/с, при якій визначали втрати статичного тиску повітря. Заміри статичного тиску робили за допомогою мікроманометра (рис. 3.5) в перетинах I-I та II-II, 100 мм під та 300 мм над місцем розташування моделі.

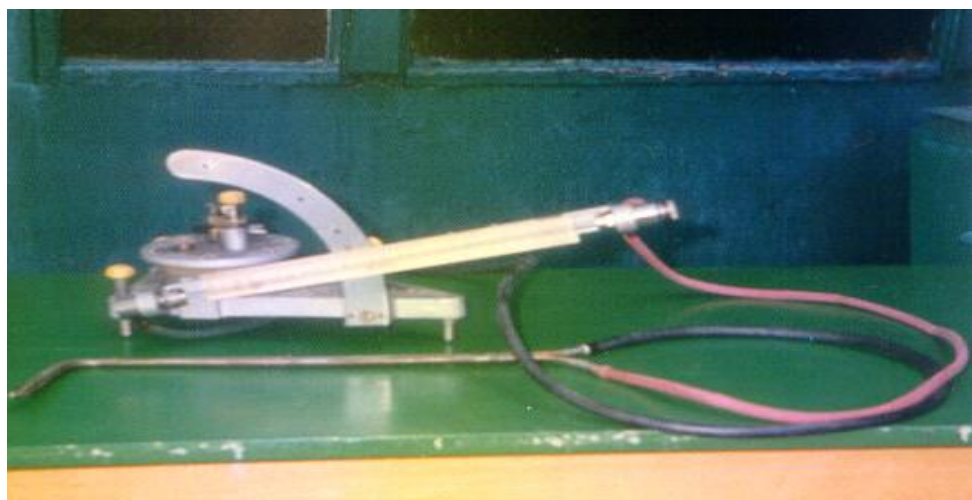


Рис. 3.5. а) - Загальний вигляд мікроманометра ММН-1

Гідравлічний опір встановлених елементів визначали за формулою:

$$\varepsilon = \frac{2\Delta P}{\rho \cdot v^2}, \quad (3.11)$$

де ΔP - втрати тиску в елементі, Па.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним етапом було визначення взаємного шарів становлених моделей один на одного, а також загальної оцінки енергоємності процесу. Тому, за аналогічним принципом була побудована «фізична модель» багатошарового зернового матеріалу із 4-х рівнозначних за опором решіток (рис.3.5 а). Взаємне розміщення стержнів таких решіток було підібрано згідно реальної епюри поля швидкостей повітряного потоку в пневмоканалі при його питомому зерновому навантаженню 500 кг/дм·год., характеристику якого було отримано в попередніх дослідженнях [19].

Визначення опору таких решіток та швидкості повітряного потоку здійснювали за допомогою мікроманометру в перерізах ПСК I-I та II-II, як при відсутності решіток, так і при наявності від одної до чотирьох.

Ступінь впливу встановлених решіток визначали величиною нерівномірності швидкості повітряного потоку по поперечному перерізу пневмо каналу, тобто відхилення значень швидкостей в кожній точці від середньої значення швидкості.

Відносна нерівномірність поля швидкостей повітряного потоку в каналі оцінювали коефіцієнтом варіації δ , що визначали за формулою:

$$\delta = \frac{\sigma_c}{\bar{v}} 100, \quad (3.12)$$

де $\sigma_c = \sqrt{\frac{\sum (v_i - \bar{v})^2}{n-1}}$ - середньоквадратичне відхилення величини швидкості

повітряного потоку, м/с;

v_i – місцева швидкість в точці замірювання, м/с;

$\bar{v}$ – середньоарифметична швидкість повітряного потоку, м/с;

n - кількість точок заміру швидкості в каналі;

Визначення аеродинамічних властивостей та засміченості зерна

Аеродинамічні властивості зерна обумовлюють його поведінку в повітряному потоці та закономірності руху в ПСК, що необхідно для визначення раціональних режимів пневмосепаруючих та пневмотранспортуючих органів машини, а також для оцінки ефективності їх роботи.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості основної аеродинамічної характеристики частинок зернового матеріалу прийнято швидкість витання частинок. Для її визначення для групи зерна та встановлення її варіаційної характеристики, а також характеристик його компонентів: легких домішок та насіння соняшнику був виготовлений парусний порційний класифікатор (рис.3.6).

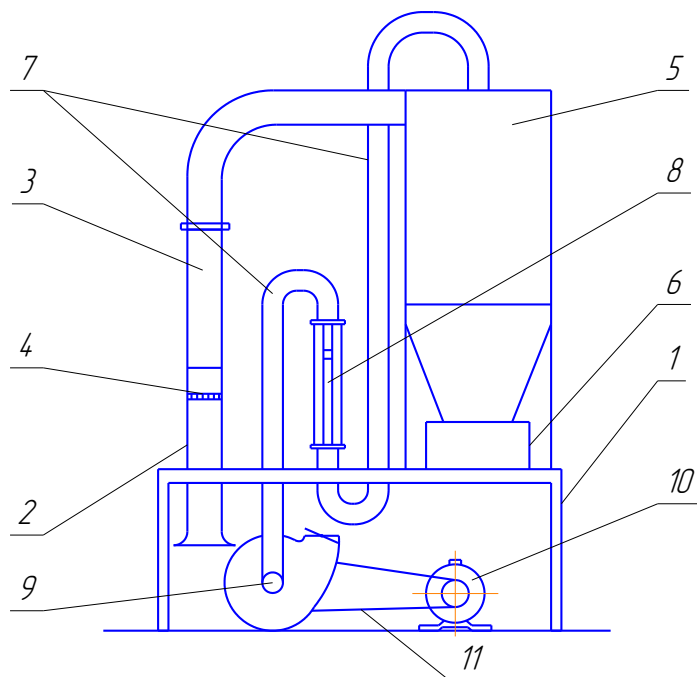


Рис. 3.6. Схема та загальний вигляд парусного класифікатора.

Класифікатор змонтовано на столі 1, що включає всмоктувальний трубопровід 2 з прозорою частиною 3, в нижній частині якої встановлюється касета з сітчастим дном для навіски досліджуваного матеріалу 4. Трубопровід 2 входить у циклон 5, де відбувається осаджування обробленого матеріалу, який виділяється в стакан 6. Повітря нагнітається в трубопровід 2 за допомогою вентилятора 7. Вентилятор приводиться в роботу електродвигуном 8.

Вентилятор 9 обертається електродвигуном 10 через варіатор 11.

Швидкість повітряного потоку в трубопроводі 2 регулюється дросельною заслінкою, що встановлена на вентиляторі.

Методика відбору проб та визначення величини вихідної навіски була наступною.

Із зернової суміші основної культури та домішок методом середньої проби відбирали навіски кожного компоненту.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Оскільки швидкість витання групи зерна залежить від його концентрації в зоні вимірювання то отримати однозначні результати можливо при дотриманні наступних умов :

1. Обробка при кожному дискретному значенні швидкості повітряного потоку повинна проводитись до повного виносу зерен із каналу;
2. Величина вихідної навіски зерна повинна бути такою, щоб його концентрація не впливала на їх виніс із каналу;

Тому, для вибору величини вихідної навіски групи зерен при їх класифікації по швидкості витання використовували методику, запропоновану А.С. Матвеєвим.

Фракцію матеріалу, виділену за деякий час із навіски при деякому дискретному значенні швидкості повітряного потоку, окремо від інших фракцій, протягом того ж часу обробляли на пневмокласифікаторі при такому ж значенні швидкості повітря. Якщо всі зерна із каналу не виносились, навіску зменшували до тих пір, поки не було досягнуто виносу всіх зерен фракцій.

Вибрану навіску розміщували в стакан, який закріплено в гнізді 4 робочого трубопроводу.

Послідовне підвищення швидкості повітряного потоку дозволяло виділити в стакан циклона всі частинки зернового матеріалу, що дає можливість отримати повний варіаційний ряд його аеродинамічної характеристики.

За допомогою витратоміра визначалась витрата повітря і розраховувалась його швидкість за формулою

$$V_{cp} = \frac{W}{F}, \quad (3.13)$$

де W – витрати повітря, $\text{м}^3/\text{с}$;

F – площа перерізу, м^2 .

Виділення зерна кожного класу проводилось протягом 3...5 хв. Послідовним збільшенням швидкості повітря забезпечувалось виділення в приймальник всіх класів зернового матеріалу. Значення маси фракцій різних класів та відповідну швидкість повітряного потоку записували в таблицю.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуючи значення $V_{\min}$ і $V_{\max}$, вибирали класовий інтервал λ

$$\lambda = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{n} \quad (3.14)$$

де n – число класів

По масі фракцій, виділених при кожному дискретному значенні вказаної швидкості в вихідній навісці будували варіаційні криві, відкладаючи по осі абсцис границі класів по швидкості витання, а по осі ординат – кількість (в відсотках) виділеного матеріалу.

3.5. Результати експериментальних досліджень.

3.5.1. Результати дослідження опору зернового шару на фізичній моделі процесу пневмосепарації при багаторівневому розміщенні в каналі.

З фізичної суті процесу пневмосепарації маємо, що для його ефективного здійснення необхідно забезпечити в пневмо каналі відповідну швидкість повітряного потоку, яка максимально наближена до величини швидкості витання насіння та при цьому не перевищує його.

Але в реальних умовах роботи пневмоканалу, навіть при рівномірному введенні матеріалу, перерозподіл швидкостей повітря призводить до зміни його опору в різних зонах робочого перерізу. Тому, визначення закономірностей його зміни, при різній щільності розташування часток в пневмо каналі було поставленою задачею в даній серії дослідів.

На рис. 3.6 представлений графік зміни опору ΔH для решітки з дворядним розміщенням її стержнів в залежності від відстані h між центрами стержнів.

З отриманого графіка видно, що при щільному розташуванні стержнів в притул один до одного, опір встановленої решітки є максимальний. А при поступовому збільшенні відстані h до 3-4 мм опір досліджуємої решітки швидко зменшується (рис. 3.7), а потім при $h > 5$ мм він стабілізується, і далі, залишається практично на одному рівні.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

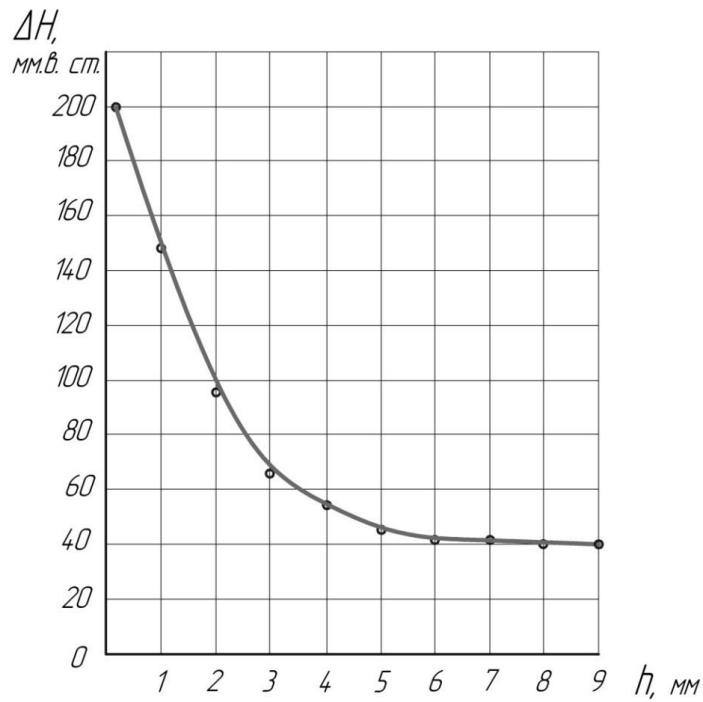


Рис. 3.7. Залежність опору металевої решітки ΔH від відстані між її стержнями h .

На наступному етапі дослідів, змодельовані металеві решітки були встановлені в каналі одна над одною, взаємне розташування стержнів решіток було підібрано згідно реальної епюри поля швидкостей повітряного потоку в пневмо каналі при його питомому зерновому навантаженню 500 кг/дм³·год.

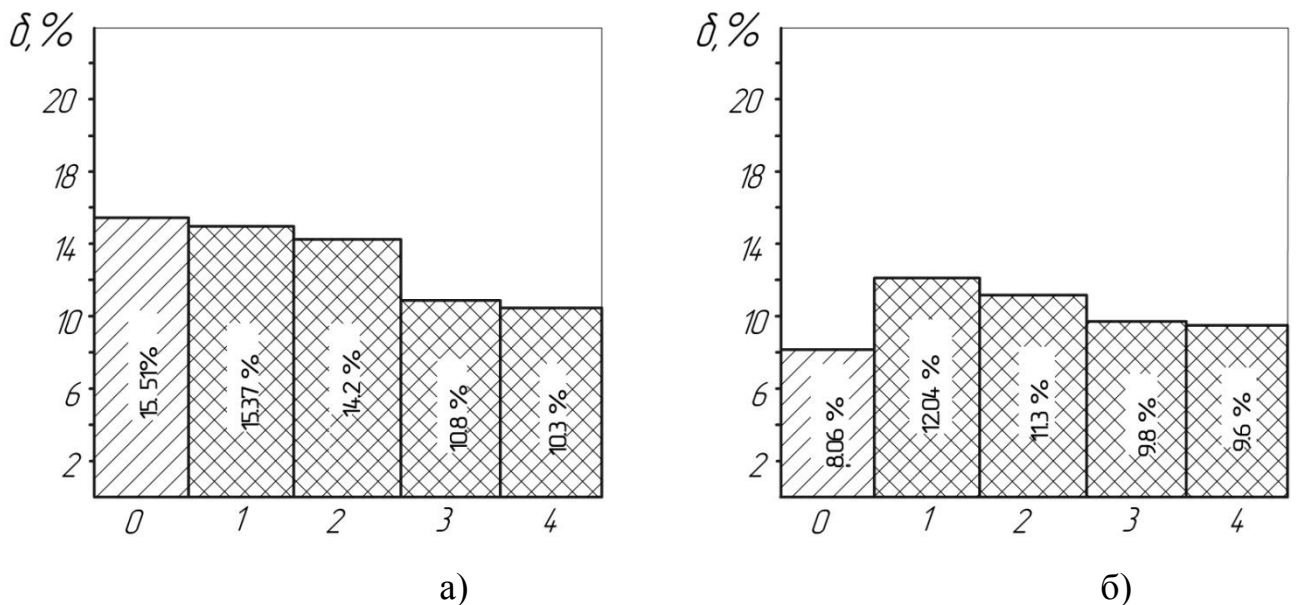


Рис. 3.8. Діаграми нерівномірності поля швидкостей повітряного потоку:
а) – в перерізі I-I; б) – в перерізі II-II для умов: 0- відсутність решітки; 1-4 – кількість решіток в каналі;

Аналіз діаграм (рис. 3.8) свідчить, що з збільшенням кількості решіток в каналі нерівномірність швидкостей повітря зменшується як в нижній зоні, що під розташуванням шару часток, так і в верхньому перерізі каналу.

Це підтверджує висновок про те, що збільшення коефіцієнту опору каналу підвищує стійкість процесу сепарації [14].

Для порівняльної оцінки зміни енергоємності запропонованої фізичної моделі зернового шару з результатами аналогічних досліджень на реальній зерновій суміші, в залежності від питомого навантаження на канал було визначено гідравлічний опір послідовно встановлених решіток.

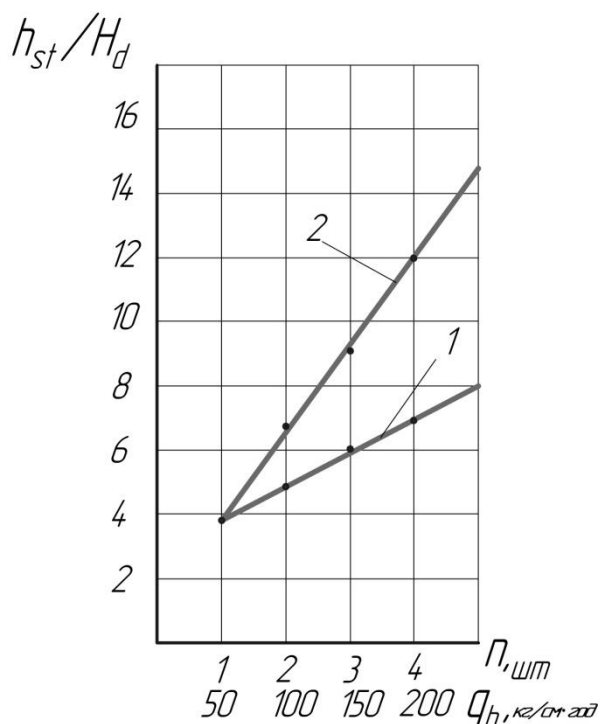


Рис. 3.9. Порівняльна оцінка зміни енерговитрат процесу пневмосепарації, h_{st}/H_d , від навантаження q_b для: 1- багаторівневого введення; 2 – звичайного введення);

Аналіз отриманих залежностей свідчить, що підвищення питомого навантаження призводить до значного підвищення опору. Як видно з графіку (рис. 3.9), при рівнозначній величині питомого навантаження $q_b=500$ кг/дм³·год, їх значення практично збігаються. А при досягненні максимальних навантажень

$q_b = 2000$ кг/дм·год різниця збільшується майже в два рази. В першому випадку, як видно з залежності 1, його величина збільшилась лише вдвічі, а в другому $\frac{h_{st}}{H_d}$ вона змінюється майже прямо пропорційна по відношенню до збільшення навантаження q_b . Що пояснюється різницею щільністю розташування часток в отриманих залежностях, відповідно й нерівномірністю швидкостей повітряного потоку.

При порівняльній оцінці способів завантаження зернової суміші, вдосконаленого та традиційного було отримано наступні залежності (рис. 3.10.)

Результати дослідів, проведені на насінні соняшника при вологості 14,6% з вихідним вмістом легких домішок $\tau = 12\%$.

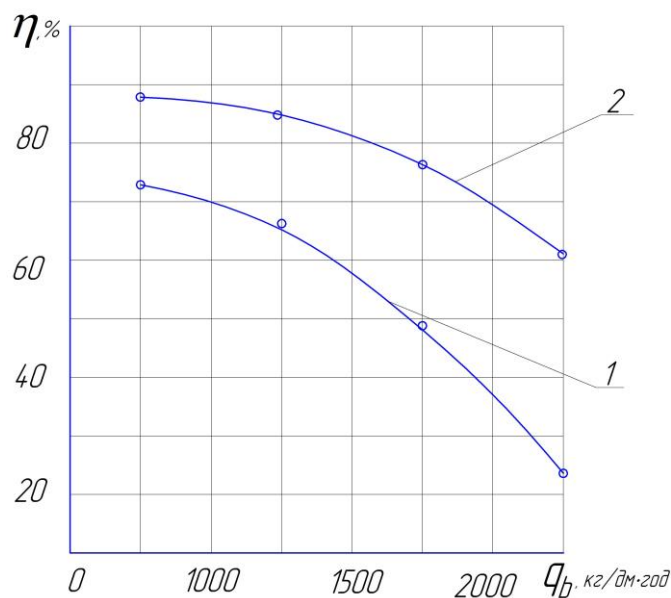


Рис. 3.10. Порівняльна характеристика способів завантаження:
1 – традиційне введення; 2 – багаторівневе введення.

Аналіз графічних результатів (рис. 3.9) показує, що при традиційному завантаженні пневмо каналу спостерігається майже прямо пропорційна залежність і відбувається різке зменшення ефекту очистки та суттєвий приріст повноцінного зерна в відходах. При багаторівневому введенні, підвищення ефекту очищення для попередньої сепарації спостерігається майже в 1,4...1,6 р.

Таким чином можна зробити висновок, що застосування вдосконаленого способу введення зернового матеріалу в порівнянні з традиційним способом дозволяє збільшити продуктивність пневмосепарації.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки по розділу:

1. При огляді результатів досліджень пневмосепарації визначено, що технічні засоби, що використовуються для вирівнювання опору повітряному потоку в пневмосканалі створюють достаньо металоємні та енергоємні. .
2. Перспективним напрямом зменшення енергоємності роботи пневмосепараційного каналу є застосування розшарованого введення зернового матеріалу, наприклад багаторівневого введення.
3. Для оцінки енергоємності роботи каналу при багаторівневому введенні була використана фізична модель процесу, що складається з набору металевих стержнів, підібраних згідно діаметру зерна.
4. Експериментально визначено, що для забезпечення раціонального зниження опору для щільного однорядного насінневого шару потрібно здійснити його розшарування.
5. Відстань між сусідніми частками в вертикальному пневмо каналі та горизонтальній площині буде більшою $h \geq 3...4$ мм., тобто приблизно рівною розміру насіння, при їх взаємному розташуванню в сусідніх рядах в «шаховому порядку».

3.6. Інженерні розрахунки

Вихідні дані:

Продуктивність машини $Q = 7$ т/год

Ефективність очищення зернового матеріалу $\eta = 60\%$

3.6.1. Визначення основних параметрів вертикального ПСК.

Використання в вертикальному пневмосепараційному каналі багаторівневого способу введення матеріалу, а саме чотирьохрівневого, дозволяє при основному очищенні насіння соняшника підвищити питома навантаження з 500 кг/дм·год до 800 кг/дм·год.

Визначаємо ширину пневмосепараційного каналу за формулою:

$$B = \frac{Q}{q_B \cdot k} \quad (3.15.)$$

де Q – продуктивність машини, т/год;

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

q_B – величина питомого навантаження на одиницю ширини каналу, т/дм·год
 k – коефіцієнт, який враховує багаторівневий спосіб введення

$$k = \frac{q_B}{q_B'} \quad (3.16)$$

де q_B - питома навантаження на одиницю ширини каналу при багаторівневому способі введення, т/дм·год;

q_B' - питома зернове навантаження на одиницю ширини каналу при звичайному завантаженні, т/дм·год.

$$K = \frac{0,8}{0,5} = 1,6$$

Тоді ширина пневмо каналу B :

$$B = \frac{7}{0,8 \cdot 1,6} = 5,46 \text{ дм} = 546 \text{ мм.}$$

Конструктивно зменшуємо ширину пневмосепараційного каналу B_1 , так як можливі зміни як в характеристиках зернового матеріалу, так і продуктивності машини. Отже ширину пневмосепараційного каналу приймаємо згідно ширини решета $B_1 = 480$ мм.

Згідно рекомендаціям [12], відношення ширини каналу B_1 до його

$$\text{глибини } c_1: \frac{B}{c_1} \geq 4$$

Отже глибина пневмосепараційного каналу рівна:

$$c_1 = \frac{480}{3,5} = 136 \text{ мм}$$

Приймаємо $C_1=130$ мм.

Наступним достатньо важливим параметром пневмосепараційного каналу з урахуванням багаторівневого способу введення є його висота H , яку приймаємо з урахуванням того, що насінний матеріал перед тим, як потрапити в повітряний канал, попередньо продувається похилим повітряним потоком, і враховуючи застосування похилого щитка, що суттєво зменшує виніс повноцінного зерна у відходи. Приймаємо конструктивно $H=350$ мм.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо питому продуктивність віднесену до площі робочого перерізу каналу:

$$q_F = \frac{Q}{B_1 \cdot c_1} \quad (3.17)$$

де Q - загальна продуктивність зерноочисної машини, кг.;

B_1, C_1 - ширина та глибина пневмо каналу відповідно, дм.

$$q_F = \frac{7000}{4,8 \cdot 1,3} = 1121 \text{ кг/дм}^2 \cdot \text{год}$$

3.6.2. Розрахунок параметрів ротора.

Повітряний потік в зерноочисній машині створюється ротором.

Робочу довжину ротора приймаємо конструктивно відповідно до ширини каналу $L = B_1 = 480 \text{ мм}$.

Згідно теорії барабану повітря, яке витискається планками ротора за секунду буде визначатись рівнянням [12]:

$$m_{II} = \frac{\gamma_{II} \cdot S_{л} \cdot i \cdot V_{л}}{g} \quad (3.18)$$

де γ_n - щільність потоку повітря, $\gamma_n = 12 \text{ кг/м}^3$;

$S_{л}$ - лобова площа однієї планки ротора;

i - загальна кількість планок ротора;

$V_{л}$ - лінійна швидкість центру лобової площини;

g - прискорення сили ваги.

Площу планки визначаємо як добуток:

$$S_{пл} = a \cdot b$$

де a, b - відповідно довжина і ширина планки ротора (рис. 3.11.)

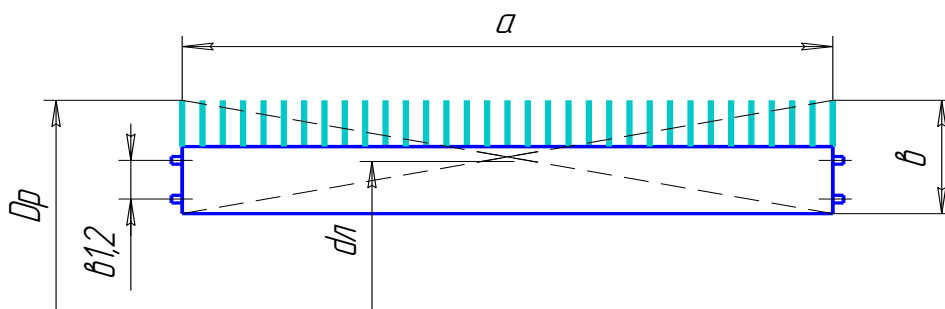


Рис. 3.11. Щітка ротора.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення довжини щітки ротора приймаємо відповідно до довжини ротора:

$$a = L = 480 \text{ мм} = 0,48 \text{ м}$$

Ширина приймається з конструктивних міркувань та з урахуванням розмірів стандартних щіток, що використовуються в барабані:

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

Площа планки ротора:

$$S_{пл} = 0,48 \cdot 0,08 = 0,038 \text{ м}^2$$

Для забезпечення задовільного технологічного процесу пересування насіння соняшника по решету, кількість планок становить $i = 24$.

Для забезпечення лінійної швидкості центру лобової площини використовуємо рівняння:

$$V_{л} = \omega_p \cdot r_{л} \quad (3.19)$$

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

$$\omega_p = \frac{\pi \cdot n_p}{30} = \frac{3,14 \cdot 1400}{30} = 146,5 \text{ рад/с}$$

$r_{л}$ - радіус лобової площини щітки ротора, м (рис. 3.11.);

$$r_{л} = \frac{d_{л}}{2} = \frac{1}{2} \cdot \left(D_p - \frac{e}{2} \right) = \frac{1}{2} \cdot \left(240 - \frac{80}{2} \right) = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м}$$

Відповідно:

$$V_{л} = 146,5 \cdot 0,1 = 14,65 \text{ м/с}$$

Маса повітря, яку забезпечує ротор (3.11.):

$$m_{л} = \frac{1,2 \cdot 0,038 \cdot 24 \cdot 14,65}{9,81} = 16,3 \text{ кг}$$

Розраховуємо показник кінематичного режиму ротора сепаратора:

$$k = \frac{\omega^2 \cdot R_p}{g} = \frac{146,5^2 \cdot 0,12}{9,81} = 262,5$$

де R_p - радіус ротора, $R_p = \frac{D_p}{2} = \frac{240}{2} = 120 \text{ мм} = 0,12 \text{ м}$.

Витісненому повітрю, ротор задає швидкість $V_{нов}$, що пропорційна швидкості центру лобової площини $V_{л}$:

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{нов} = \varepsilon \cdot V_{л}$$

де ε - коефіцієнт пропорційності, який залежить від показника кінематичного режиму ротора сепаратора, та кількості лопатей. Експериментально визначено, що для $i = 24$ та $k = 262,5$: $\varepsilon = 0,58$

Відповідно, швидкість повітря:

$$V_{нов} = 0,58 \cdot 14,65 = 8,5 \text{ м/с}$$

3.6.3. Визначення витрат повітря в пневмосепараційних каналах.

Витрата повітря на виході із ротора (рис. 3.12.):

$$W = S_1 \cdot V_{нов}$$

де S_1 - поперечна площа перерізу вертикального пневмосепараційного каналу

$$S_1 = B_1 \cdot C_1 = 0,48 \cdot 0,13 = 0,0624 \text{ м}^2$$

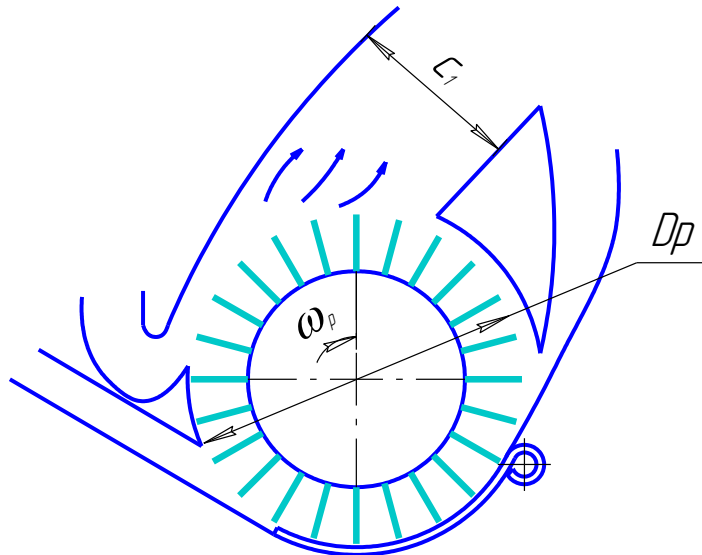


Рис. 3.12. Схема ротора при нагнітанні повітря.

Відповідно $W_1 = 0,06 \cdot 8,5 = 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$

Оскільки сепаратор побудований за принципом замкненої циркуляції повітря, чому відповідає рівняння нерозривності потоку:

$$W_1 = W_2 = W = \text{const} \text{ або}$$

$$S_1 \cdot V_1 = S_2 \cdot V_2 = S \cdot V = \text{const}$$

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6.4. Визначення потужності, яка необхідна для приводу ротора.

Потужність, що необхідна для приводу ротора визначаємо за формулою:

$$N = N_1 + N_2$$

де N_1 - потужність, що витрачається на створення повітряного потоку та на подолання всіх опорів;

N_2 - потужність на пересування насіння по решету;

$$N_1 = A \cdot \omega + B \cdot \omega^3 \quad (3.31)$$

Визначаємо значення коефіцієнта A :

$$A = R \cdot \psi \cdot \rho \quad (3.32.)$$

де R - сума реакцій в опорах, Н;

ψ - коефіцієнт тертя;

ρ - радіус цапфи ротора, м

Для опор з підшипниками можна прийняти [12, 28], $\rho \cdot \psi = 0,00015$ м., а R - в першому приближенні $R = 400$ Н.

$$A = 0,00015 \cdot 400 = 0,06 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Значення коефіцієнта B можемо визначити за формулою:

$$B = \frac{\gamma_{\Pi} \cdot F \cdot i \cdot \varepsilon^2 \cdot r_{\text{л}}^3}{2g} = \frac{1,2 \cdot 0,055 \cdot 24 \cdot 0,58^2 \cdot 0,1^3}{2 \cdot 9,81} = 2,7 \cdot 10^{-5} \quad (3.33.)$$

$$\text{Тоді } N = 0,06 \cdot 157 + 2,7 \cdot 10^{-5} \cdot 157^3 = 114 \text{ Вт}$$

Потужність N_2 , що необхідна для пересування насіння по решету визначалась експериментально, оскільки для каналу у якого $L' = 100$ мм, при

$$q = 1,5 \text{ т/дм} \cdot \text{год} = 4,4 \text{ кг/м} \cdot \text{с та при } k = 314 \quad N_2' = 430 \text{ Вт.}$$

Оскільки у машині $L = 480$ мм., тобто $\frac{L}{L'} = \frac{480}{100} = 4,8$, то потужність, яка потрібна для пересування насіння збільшуємо у 4,8 рази:

$$N_2 = N_2' \cdot 4,8 = 430 \cdot 4,8 = 2064 \text{ Вт}$$

Визначаємо сумарну потужність приводу ротора:

$$N = N_1 + N_2 = 2064 + 114 = 2178 \text{ Вт} = 2,178 \text{ кВт}$$

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У схемі приводу ротора обертовий момент від електродвигуна до валу ротора передається шляхом клинопасової передачі, яка у порівнянні з плоско-пасовою передачею може передавати більші потужності при менших габаритах машини.

Визначаємо потрібну потужність електродвигуна:

$$N_H = \frac{N}{\eta_{\text{КП}}} = \frac{2,178}{0,97} = 2,2 \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{КП}}$ - ККД клинопасової передачі.

Для приводу ротору вибираємо трьохфазний асинхронний двигун закритого об серії 4А ГОСТ 19523-81, потужність якого:

$$N_{\text{ДВ}} \geq N_H$$

Відповідно, приймаємо двигун 4А80ВУ3 [12], потужністю $N_{\text{ДВ}} = 2,2 \text{ кВт}$ із асинхронною частотою обертання $n_c = 3000 \text{ об/хв.}$ З урахуванням ковзання $S = 3\%$, номінальна частота обертання двигуна $n_H = 2850 \text{ об/хв.}$

Тому, сумарна встановлена потужність сепаратора МЗП-10:

$$N_{\text{ДВзм}} + N_{\text{ДВпр}}$$

де $N_{\text{ДВзм}}$ - потужність електродвигуна завантажувача, кВт;

$N_{\text{ДВпр}}$ - потужність електродвигуна повітряно-решітного модуля сепаратора.

$$N = 1,5 + 2,2 = 3,7 \text{ кВт}$$

В результаті виконаних технологічних розрахунків визначено основні параметри повітряної системи сепаратора.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Заходи по забезпеченню безпечних умов праці при роботі сепаратора

Відповідно до рекомендацій [32] майданчик для зерноочисного комплексу необхідно встановлювати на відстані близько 150 м від споруд, сховищ, складів, лісів та не менше 20 м від доріг. В обов'язковому порядку поблизу майданчика повинно знаходитись або водосховище, або будь-яке джерело води.

Навколо зерноочисних комплексів необхідно передбачати регулярне прибирання території від будь-якого сміття та сухої трави. Заборонено утворення розривів між спорудами зерноочисного комплексу.

Категорично забороняється влаштовувати на зерноочисних комплексах пічне опалення або наявність будь-якого відкритого вогню. Вимогами охорони праці передбачається тільки електричне освітлення, при цьому дроти потрібно прокладати роздільно, обов'язково з ізоляторами, відстань між фазними дротами повинна бути не менше 50 мм.

Світильники повинні мати тільки закриту пилонепроникну арматуру, а вимикачі та запобіжники розміщуються ззовні приміщення комплексу.

Вимогами охорони праці регламентовано відкривання дверей назовні та обов'язкова наявність аварійних виходів, проходи не мають бути закладеними.

Приміщення комплексу та прилегла територія оснащуються табличками про заборону паління.

Крім водозабору, приміщення зерноочисного комплексу повинно бути оснащено засобами пожежогасіння (щитами з вогнегасниками та іншим інвентарем). Обов'язково повинна бути передбачена наявність засобів сповіщення про пожежу і автоматичного гасіння пожежі.

При роботі з зерноочисною машиною МЗП-10 на зерноочисному комплексі необхідно систематично проводити огляд та перевірку всіх робочих органів на наявність будь-яких пошкоджень. Робоча зона, там де працює машина, повинна бути огорожена.

Під час роботи машини виділяється значна кількість пилу. Тому необхідною умовою для експлуатації зерноочисної машини є наявність системи пилозбирання та фільтрування. Наявність пилу та бруду в робочій зоні може призвести до

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

важких хронічних захворювань горла, бронхів, зору та уражень шкіри [23]. Тому повинно бути передбачене регулярне очищення пилозбірників і фільтрів (при необхідності їх заміна). При цьому очищення потрібно проводити лише після повної зупинки сепаратора, оскільки в будь-якому іншому випадку це може призвести до збільшення запиленості робочої зони.

Для усунення можливості ураження оператора, механіків рембригади та ін. електричним струмом сепаратор повинен бути заземлений, не допускається наявність місць з оголеними струмоведучими частинами дроту – такі місця повинні бути надійними і ізольовані. Експлуатація сепаратора з пошкодженими кабелями живлення не допускається.

«При виконанні операції вторинного очищення необхідно дотримуватися таких вимог [33]:

1. Використовувати щітки з довгою ручкою для прибирання зерна і відходів з-під сепаратора;

2. При експлуатації технологічного обладнання забороняється відкривати люки, кожухи та ін. елементи;

3. Заборонено залишати без нагляду працюючі механізми;

4. Технічне обслуговування, ремонт, технологічне налагодження можна виконувати лише при вимкненому електропостачанні двигуна та лише після повної зупинки робочих органів;

5. Обов'язкове дотримання правил пожежної безпеки.

6. До роботи з машиною, проведення ТО і ремонтів допускається лише персонал, який пройшов інструктаж з ОП та ознайомлений з правилами експлуатації машини».

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

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Економічна частина

В процесі модернізації зерноочисного комплексу ЗАВ-20.000 було замінено базові зерноочисні машини ЗАВ-20 на два повітряно-сепаруючих модуля МЗП-10. В конструкцію сепаратора були внесені зміни: використано чотирьохрівневе введення насіння, що підвищує продуктивність та суттєво зменшує енергетичні витрати на подолання опору повітряного потоку. Ці зміни дозволяють зменшити витрати часу для регулювання сепаратора на 15 хвилин у робочу зміну. Зміни, внесені в параметри пневмосистеми дозволяють зменшити енергоємність процесу, та потужність електродвигуна.

Техніко-економічні показники порівнюваних машин

№ з/п	Показники	Один. вимір.	Умовні позн.	Машина	
				базова	модерніз.
1	Тип машини			стаціонарна	
2	Маса машини	кг	M	2040	626
3	Маса покупних виробів	кг	M_n	711	680
4	Продуктивність машини за 1 годину чистого часу	т/год	$P_{\text{ч}}$	12	14
5	Потужність електродвигуна	кВт	$P_{\text{д}}$	4,6	3,4
6	Коефіцієнти викор. часу зміни: - робочого - експлуатаційного		$K_{\text{вр}}$ $K_{\text{ек}}$	0,82 0,76	
7	Нормативне річне завант. сепаратора	год.	$P_{\text{зм}}$	120	120
8	Кількість деталей в машині	шт.	H_z	1210	1105
9	Кількість найменувань деталей в машині всього, в т.ч.: - оригінальних - стандартних	шт.	D_z $D_{\text{ор}}$ $D_{\text{ст}}$	419 132 107	366 116 86
10	Кількість найменувань деталей, які розроблені в процесі модернізації	т.	$H_{\text{ор}}$	-	12

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи проведений аналіз базової технології виробництва соняшника в господарстві на обґрунтовані напрямки підвищення врожайності та його післязбирального очищення.

На основі аналізу, в технологічній частині виконаний розрахунок технологічного процесу операцій післязбиральної обробки та обґрунтування засобів механізації, які використовуються при вирощуванні та очищенні соняшнику. Запропоновано замінити базову зерноочисну машину ЗАВ-20 на два повітряно-решітні модулі МЗП-10. В результаті чого значно зменшена енергоємність та підвищена продуктивність очищення соняшника.

На основі огляду результатів досліджень пневмосепарації визначено, що технічні засоби, які використовуються для вирівнювання опору повітряному потоку в пневмосканалі створюють достаньо металоємні та енергоємні.

Перспективним напрямом зменшення енергоємності роботи пневмосепараційного каналу є застосування розширеного введення зернового матеріалу, наприклад багаторівневого введення.

Для оцінки енергоємності роботи каналу при багаторівневому введенні була використана фізична модель процесу, що складається з набору металевих стержнів, підібраних згідно діаметру зерна.

Експериментально визначено, що для забезпечення раціонального зниження опору для щільного однорядного насіннєвого шару потрібно здійснити його розшарування. При цьому, відстань між сусідніми частками в вертикальному пневмо каналі та горизонтальній площині буде більшою $h \geq 3...4$ мм., тобто приблизно рівною розміру насіння, при їх взаємному розташуванню в сусідніх рядах в «шаховому порядку».

В розділі «Охорона праці» розглянуто вплив шкідливих та небезпечних факторів, що можуть виникнути при роботі сепаратора на току господарства та виконані відповідні заходи по їх усунення.

Економічний розрахунок показує, що запропоновані зміни в сепараторі по відношенню до базової машини є рентабельними і забезпечують річний позитивний економічний ефект для споживача.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гуржій Н. М. Світовий ринок зернових: тенденції та перспективи / Н. М. Гуржій, А. С. Сверчкова // Сталий розвиток економіки. 2013. № 4. С. 303-307.
2. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. - К.: Аграрна освіта, 2001. - 591 с.
3. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
4. Бондаренко М.Г. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві / Бондаренко М.Г., Демешук В.А. – К.: Вища школа, 1995. – 237 с.
5. Механізація технологічних процесів в землеробстві: Навчально-методичний комплекс: навч. посіб. / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, Т.Д. Іщенко та ін.. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 352 с.
6. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук та ін.. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с.
7. ГОСТ 5888-74. Машины зерноочисні загального призначення. Типи та основні параметри. М., 1975.
8. Малис А.Я., Демидов А.Р. Машины для очистки зерна воздушным потоком. М.: Машгиз, 1962. 176 с.
9. Бурков А.И., Сычугов Н.П. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание., Киров: НИИСХ Семеро-Востока, 2000. – 261 с.
10. Гладков Н.Г. Зерноочистительные машины. - М.: Машгиз, 1961. - 367 с.
11. Демский А.Д., Борискин М.А., Лесик Ю.А. Исследование пневмосепарирующих устройств зерновых сепараторов // Тр. ВНИЭКИ продмаш. 1970. №21. С. 49-54.
12. Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины. Конструкция, расчет и проектирование. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1974. - 200 с.
13. Комаристов В.Ю., Петренко М.М. Довідник з механізації

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- післязбиральної обробки зерна. - К.: Урожай. 1990. - 1 84 с.
14. Машины для послеуборочной поточной обработки семян. Теория и расчет машин, технология и автоматизация процессов. / З.Л. Тиц, В.И. Анискин, Г.А. Баснакьян и др.; под. ред. З.Л. Тица. - М.: Машиностроение, 1967. - 447 с.
 15. Бабченко В.Д. Высокопроизводительные машины для очистки зерна / В.Д. Бабченко, А.М. Корн, А.С. Матвеев. М.: ВНИИТЭИСХ, 1982. 50 с.
 16. Шкляр С.С. Сопротивление аспирационного канала воздушному потоку. // Тракторы и сельхозмашины. № 2. 1970. С. 35 – 37.
 17. Вдосконалення технологічного процесу очищення зерна зерноочисними машинами загального призначення / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, С.М. Мороз [та ін.] //Вісник ЛДАУ.: Агроінженерні дослідження. – 1999, №3. – С. 102–107.
 18. Аэров О.М., Тодес М.Э. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов. 1968, стр.105
 19. Васильковський М.І. Дослідження роботи пневмосепаруючого каналу на фізичній моделі / М.І. Васильковський О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, О.В. Нестеренко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: Зб. наук. пр. Кіровоградського нац. техн. ун-ту. Кіровоград, 2006. Вип.17. С. 44–48.
 20. Механизация подготовки и хранения семян. Сборник переводов и обзоров зарубежной литературы. / Под. ред. Н.Н. Ульриха. - М.: Сельхозиздат, 1962.-470 с.
 21. Нестеренко, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, Д.В. Богатирьов. Перспективний напрямок інтенсифікації повітряної сепарації зерна. О.В. // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. (Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація). Випуск 25. ч.1– Кіровоград: КНТУ, 2012. – С.49-53.
 22. Основы проектирования і дослідження сільськогосподарських машин: Навчальний посібник / Г.А. Хайліс, Д.М. Коновалюк. - К.: НМКВО, 1992. - 320с.
 23. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / [уклад. : В. М. Сало, Д. І. Петренко, С. М. Лещенко, О. М. Васильковський] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 58 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9197>.
24. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. - К.: Вища школа, 1993. - 556 с.
 25. Исследование пневмосепарирующих устройств зерновых сепараторов /А.Б. Демский, М.А. Борискин, Ю.А. Лесиш // Труды ВНИЭКИ-продмаш. -М.,1970. - Вып. 21. - с.49-54.
 26. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини/ Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 1. Машини для рільництва// За ред. М.І. Черновола. - К.: Урожай, 2001. - 382 с.
 27. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Под ред. Е.С. Босого. - М.: Машиностроение, 1978. - 568 с.
 28. Методичні вказівки до виконання магістерських кваліфікаційних робіт для студентів спеціальності «Агроінженерія» / Укл. Васильковський О.М., Петренко Д.І., Васильковська К.В., Лещенко С.М., Мороз С.М. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 41 с.
 29. Киркач Н.Ф. Расчет и проектирование деталей машин, ч. 1 – 2-е изд., перераб. и доп. / Н.Ф. Киркач, Р.А. Баласанян. – Х.: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987. – 136 с.
 30. Єрмаков О.Ю., Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.
 31. О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Кіровоград: 2016.- 204 с.
 32. Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір: ДСТУ ISO 6309:2007. [Чинний від 2007-10-01].- К.: Держстандарт України, 2007.- 80 с.
 33. Охорона праці у сільському господарстві. – ТОВ «ТЕХ МЕДІА ГРУП», 2019 р.

					МВСДМЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

Презентація кваліфікаційної роботи
за (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

«Механізація вирощування соняшника з дослідженням
та модернізацією зерноочисної машини МЗП-10»

Виконав здобувач вищої освіти ІІ курсу,
групи АІ-20М(1,4)-2

Притуленко Віталій Петрович

Керівник роботи

Олександр Нестеренко

Назва технологічних операцій	Об'єм робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал	Зміна норма виробітку	Витрати праці над год
		трактор, комбайн	с-2, машини, завантажувачі			
Лущення стерні (автоматичне)	100 га	Т-150	ЛПГ-10	1	66	16
Осіння	100га	Т-150К	ПМЗ-5-35 БДП-1	1	64	25
	100га	Т-150	СТ-21, БЗСС-1	2	76,4	10,5
	400га	Т-150	2МПС-4	2	30,2	106
	100га	Т-150	2МПС-4	1	30,2	26,5
	Протруєння насіння	20 т	ПС-10	-	1	8
Наблизження насіння	20 т	ЗП-60	-	1	5	19
Транспортування насіння	20т	ГАЗ-53	-	1	погод	611
Сілка	100га	ММЗ-6	СЗ-3,6	2	3,1	11
	100га	МТЗ-80	ЗКЖШ-80	1	50	16
Боронівання насіння	100га	Т-150	СТ-21, БЗСС-1	1	5	7,8
Транспортування мінеральних добрив	20т	ГАЗ-53	-	2	погод	11
Підбилення мінеральної сітки	100га	ММЗ-6	СЗ-3,6	1	3,1	11
Збирання брукви	100га	ДОН-1500	-	2	5,5	103,2
	220т	ГАЗ-53	-	2	погод	103,2
Транспортування зерна	220т	-	МЗП-10	1	4	35,7
Попередня очистка зерна	200т	-	МЗП-10	1	4	35,7
Повинна очистка зерна	200т	-	ОБВ-100	6	4	98,6
Активне вентильовання зерна	180т	-	ГМ-4	1	14	335,7
Транспортування зерна та добрив до складу	180т	-	ГАЗ-53	1	14	103,2

Експериментальна установка

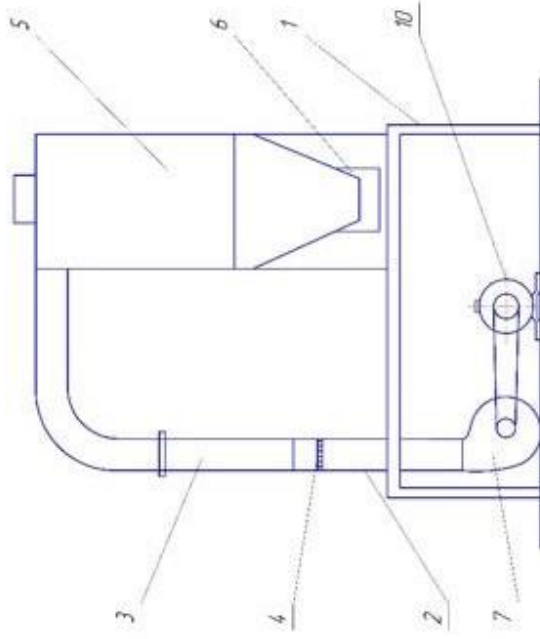
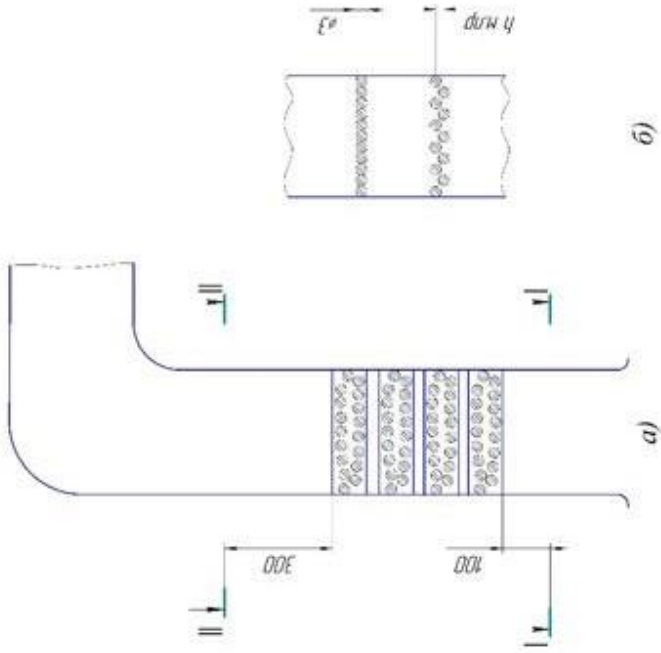


Схема дослідного пневмо каналу
 а) - розташування пруткових решіток в ПСК;
 б) - розташування стержнів в каналі.

а) - схема парусного класифікатора; б) - загальний вигляд класифікатора:
 1 - Пневмоканал; 2- касета; 3 - циклон; 4 - приймальник; 5 - стакан; 5 - вентилятор; 6 - електродвигун;



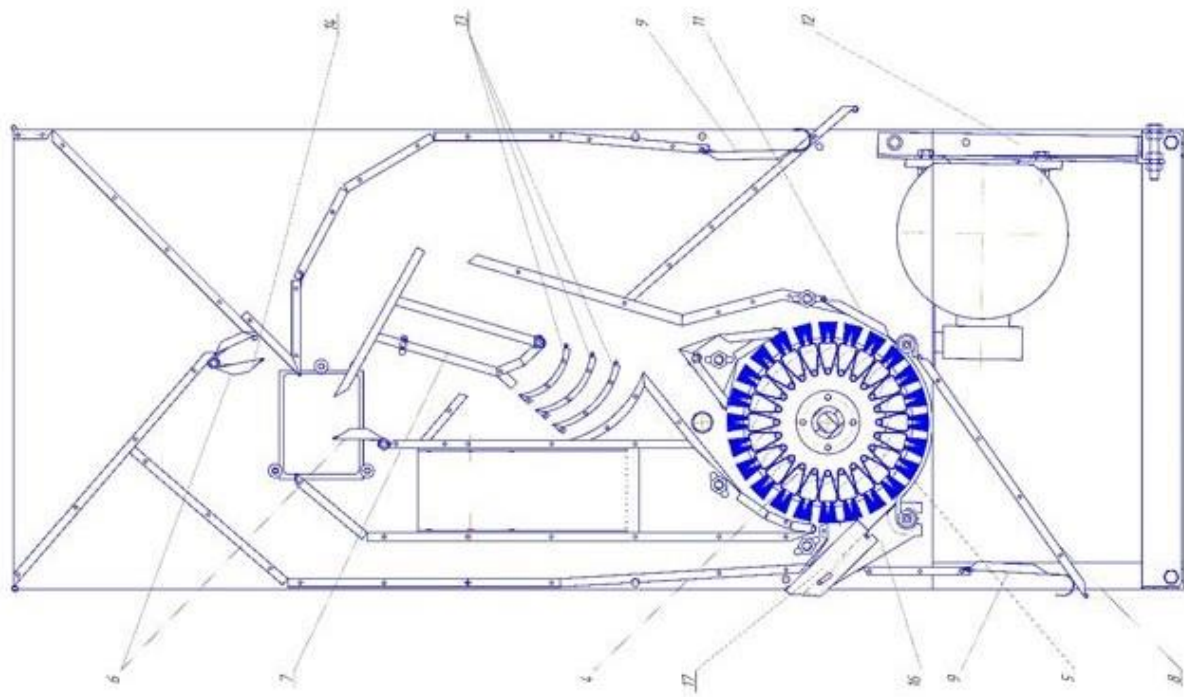
Загальний вигляд мікрометра ММН-1



Електронні ваги ВЛК 500

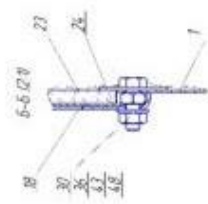
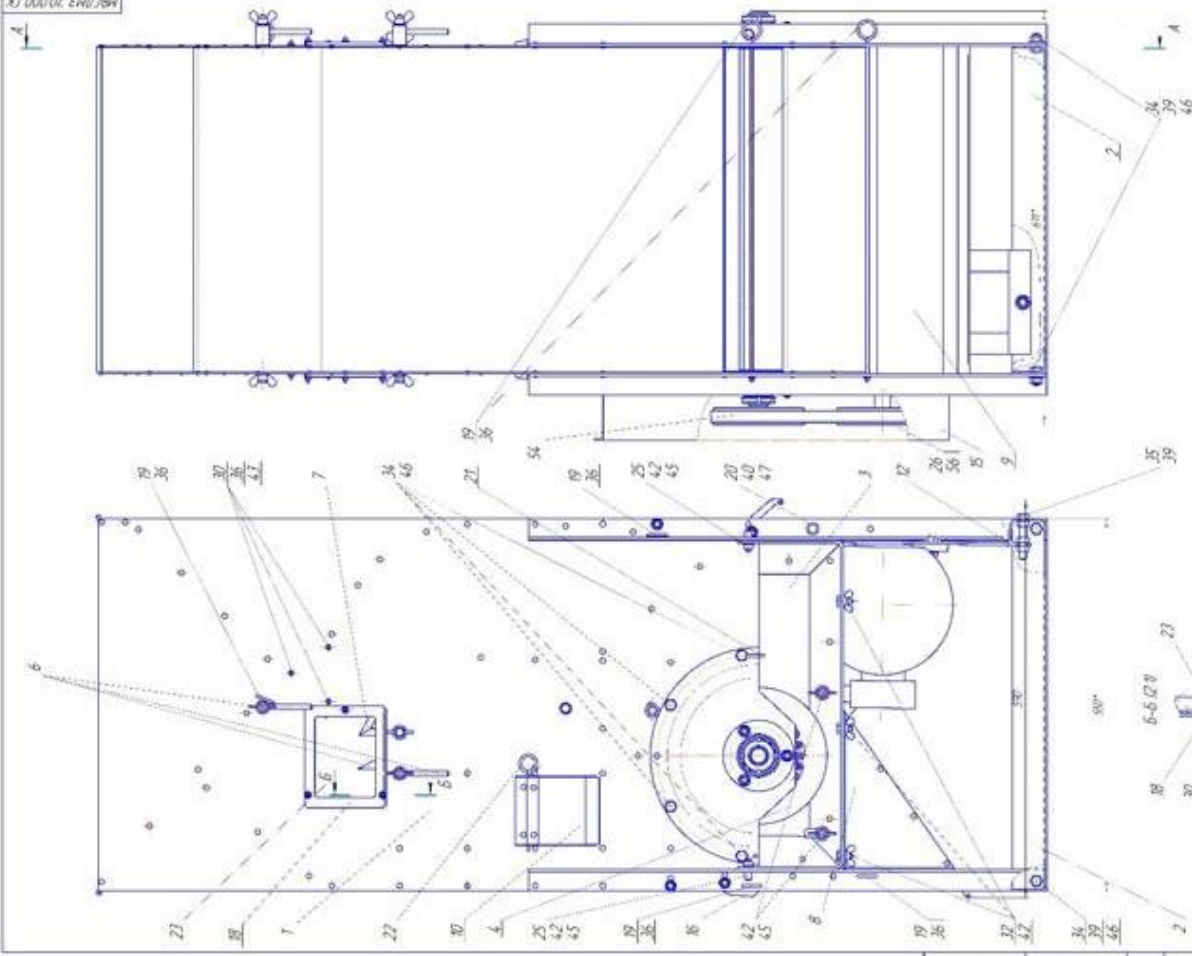
МВС ДМЗ 00.002 ННЧ		Дата	Вісник	Місяць	Рік
Експериментальна установка		Відомо	Відомо	Відомо	Відомо
УНТЗ ар. АЗД Н (М-2)		Відомо	Відомо	Відомо	Відомо

A-A (1:2)



1. Сборка для сборки
2. Сборка для сборки
3. Сборка для сборки

МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05
МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05
МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05
МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05	МБС.013 20.000.05



Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						Документация		
					МВСДМЗ 20.000 СБ	Складальные кресления. Сборочный чертеж	1	
						Сборочные единицы		
			1	МВСДМЗ 20.010	Корпус	1		
			2	МВСДМЗ 20.020	Рамка	1		
			3	МВСДМЗ 20.030	Люк	1		
			4	МВСДМЗ 20.040	Барабан	1		
			5	МВСДМЗ 20.050	Решетка	1		
			6	МВСДМЗ 20.060	Заслінка	2		
Подп. и дата		7	МВСДМЗ 20.070	Сектор	1			
		8	МВСДМЗ 20.080	Лоток	1			
		9	МВСДМЗ 20.090	Клапан	2			
		10	МВСДМЗ 20.100	Клапан	2			
Взам. инв. №								
Инв. № подл.								

					МВСДМЗ 20.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Притуленко					
Пров.		Нестеренко					
Н.контр.		Мачок					
Утв.		Свірень					

Блок сепаруючий			Лит.	Лист	Листов
				1	4
			ЦНТУ		
			гр. АІ-20 М (1,4)-2		

[illegible]

[illegible]

