

Центральноукраїнський національний технічний університет

Міністерство освіти і науки України

Агротехнічний факультет

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

«___» _____ 2021 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за ступенем вищої освіти «Магістр»

на тему:

**«Механізація вирощування соняшника з обґрунтуванням
параметрів пневматичного сепаратора зерна»**

Виконав студент II курсу групи АІ-20(МЗ)
спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Вадим СИДОРЕНКО

«___» _____ 2021 р.

Керівник проекту

професор, кандидат технічних наук

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«___» _____ 2021 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

_____ Микола СВІРЕНЬ

«__» _____ 2021 року

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

Сидоренко Вадим Валентинович

1. Тема роботи: **«Механізація вирощування соняшника з обґрунтуванням параметрів пневматичного сепаратора зерна»**
2. Керівник роботи: Васильковський О.М., канд. техн. наук, професор
3. Строк подання студентом роботи до захисту: 10.12.2021 року
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: удосконалити технологію вирощування соняшника та підвищити ефективність роботи пневматичного сепаратора зерна

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	01.12.2021	
2	Ілюстративна частина	10.12.2021	
3	Перевірка роботи на доброчесність	10.12.2021	
4	Захист роботи	10-25.12.2021	

Дата видачі завдання

«10» вересня 2021 р.

Підпис керівника _____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

Завдання прийнято до виконання

«10» вересня 2021 р.

Підпис здобувача _____ Вадим СИДОРЕНКО

[illegible]

ЗМІСТ

1. Вступ	6
2. Технологічна частина	7
3. Науково-дослідна частина	19
4. Охорона праці	39
5. Економічна частина	41
6. Висновки	43
Список використаних джерел	44
Додатки	46

					МП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

1. ВСТУП

Україна займає чільне місце у світі з виробництва соняшнику. Це цінна технічна культура, відмінний медонос, а продукти його переробки, що не вживаються в їжу є сировиною для створення висококалорійних паливних брикетів, пелетів тощо.

Як і більшість просапних культур, соняшник сприяє очищенню від бур'янистої рослинності полів.

Отримання відмінного врожаю соняшника можливе при використанні прогресивних науково-обґрунтованих технологій вирощування, а висока рентабельність – при застосуванні високоефективних і, одночасно, енергоощадних та ґрунтозахисних сільськогосподарських машин і знарядь.

Важливим етапом у технології вирощування соняшнику є очистка зібраного врожаю від сторонніх домішок – незернових часток соняшнику та інших культур, насіння бур'янів тощо. Вченими давно доведено, що своєчасне і якісне очищення дозволяє не тільки отримати якісний продукт, а й убезпечити зерно від псування в процесі зберігання.

В магістерській роботі ми вдосконалили технологію вирощування соняшника шляхом застосування на операції очищення, високоефективного повітряного сепаратора, параметри і режими роботи якого обґрунтовані під час проведення експериментальних наукових досліджень.

					МР 00. 000 ПЗ			
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб	Сидоренко				Механізація вирощування соняшника з обґрунтуванням параметрів пневматичного сепаратора зерна		Літ.	Арк.вш
Перевір.	Васильковський							6
Н.контр.	Мачок						ЦНТУ, гр. АІ-20(МЗ)	
Затв.	Свірень							

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Особливості вирощування соняшнику

Місце соняшнику, як грубостеблової олійної культури у сівозміні визначається вимогами щодо біологічної можливості його вирощування попередньому місці без нанесення шкоди ґрунту (за рахунок сильного виснажування) та самій культурі (за рахунок можливих хвороб). Не задовільні зазначених вимог ймовірність отримання стабільно високих врожаїв суттєво знижується.

В сівозміні соняшник безпечно повертати на старе місце не раніше ніж через 8 років. В іншому випадку активізується його зараження накопиченими в ґрунті хворобами, такими як помилкова борошниста роса, заразиха, різного роду гнилизна та шкідники. Останнім часом, коли набули суттєвого розвитку засоби захисту рослин, частота появи соняшнику на старому місці може бути збільшеною, однак витрати на боротьбу зі шкідниками також зростають, знижуючи ефективність вирощування цієї культури.

Погарими попередниками для соняшнику є наступні культури: соя, квасоля, ріпак і горох, внаслідок наявності спільних хвороб. Також не варто розміщувати соняшник після цукрових буряків, люцерни, суданської трави та інших сільськогосподарських культур, що мають розвинену кореневу систему, проникаючу вглибину ґрунту.

Кращими попередниками соняшнику є озимі зернові колосові культури, а також кукурудза, що вирощується на силос.

2.2. Технологія вирощування соняшнику

Лущення проводиться вслід за збиранням попередніх культур, оскільки на незлущеному полі випаровування вологи відбувається у кілька разів швидше., ніж після обробки. Допустимий діапазон чаму між збиранням і лущенням – не більше доби. Лущення виконують широкозахватними дисковими бородами у два сліди, або лущильниками ЛДГ-15, ЛДГ-20, які агрегатують з тракторами класу 3 і 5 т відповідно (наприклад Т-150К і К-701).

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Допустимі відхилення при луценні: огріхи і необроблені смуги не допускаються; підрізання бур'янів – 100 %; допустима кількість незаробленої стерні – 4 %; відхилення глибини – у середньому не більше $\pm 1,5$ см; висота гребенів – не більше 4 см; перекриття суміжних проходів – 10-15 см; розвальна борозна в стику двох середніх батарей і завальний гребінь від крайніх дисків не більш ніж глибина обробітку; після проходу дискових лушильних агрегатів на поверхні має залишитися не менше 55 % стерні; лушильники повинні рухатися вздовж поля. На схилах, не залежно від розмірів поля, обробку здійснюють поперек схилу.

Луцення стерні необхідно закінчити протягом 5 днів (не більше). Глибина обробітку – 6–8 см.

Внесення добрив. Важливою умовою отримання добрих врожаїв соняшнику є удобрення органікою і мінералами.

Удобрення органічними добривами здійснюють причепами-розкидачами органічних добрив ПРТ-10, які агрегують з тракторами потужністю не менше 100-120 к.с. Для внесення мінеральних добрив використовують розкидач МВУ-8Б, або МВУ-12 в агрегаті з трактором Т-150/150К, що мають ВВП з частотою обертів 540 об/хв.

Вологість мінеральних добрив повинна відповідати стандарту; розриви між суміжними проходами агрегату не допускаються; нерівномірність висіву ± 25 %; відхилення дози ± 10 %; перекриття в стикових міжряддях до 5% від ширини захвата розкидаючого агрегата; необроблені поворотні смуги не допускаються.

Основний обробіток ґрунту. Для основного обробітку ґрунту застосовуватимемо агрегат у складі трактора Т-150К і класичного п'ятикорпусного плуга ПЛН-5-35. Оогріхи і незорані клини не допускаються.

Під час оранки під соняшник глибину обробітку встановимо 28 см, відхилення середньої глибини обробки від заданої не повинно бути більше 1-2 см; робоча швидкість залежить від типу і стану ґрунту і, в середньому

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

становить 7...8 км/год. Після обробки ґрунт повинен бути обернутий, розкришений на мілкі частинки і укладений без створення пустот; поверхня зораного поля не повинна мати глибоких розвальних борізд і високих звальних гребенів. Розриви між суміжними проходами плуга не допускається; висота гребня не більше 3-5 см; внесені добрива, бур'яни і пожнивні рештки повинні бути повністю заорані. Мінімізацію кількості розвальних борізд і звальних гребенів досягають розбивкою поля на загінки і забезпеченням загінкового способу руху.

Ранньовесняне боронування має за мету розпушення ґрунту та створення на поверхні оранки рівного суцільного шар ґрунту, який запобігає втратам вологи. Крім того боронування дозволяє знищити бур'яни і покращити умови для дозрівання ґрунту для створення кращих умов сівби насіння соняшнику.

Операцію боронування, при відносно рівній поверхні полів, найчастіше виконують боронувальним агрегатом у складі гусеничного трактора ДТ-75М, та широкозахватної зчепки, складеної з 3 борін ЗБЗСС-1,0. Глибина обробітку – 2-3 см, при цьому повинне бути забезпеченим максимальне кришіння ґрунту і вичісування (знищення) бур'янів. Борони повинні рівномірно розпушувати поверхню поля на задану глибину і руйнувати великі глиби, або грудки; розмір грудок після проходу борін при нормальній вологості ґрунту – 1-5 см; висота гребенців після проходу борін не більше 2 см.

Передпосівна культивування. Залежно від погоди під час передпосівного періоду, вибирають те чи інше знаряддя і спосіб обробки ґрунту. Якщо у ґрунті достатньо вологи, посівний горизонт ущільнений, а поля забруднені сходами бур'янів і торічними пожнивними рослинними рештками, то доцільним є використання культиватора КПС-4, оснащеними універсальними стрілочастими лапами, коточками і сітчастими посівними боронами. Агрегатують КПС-4 з тракторами тягового класу 1,4-2 т (ЮМЗ-6, МТЗ-80/82).

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Глибина культивації забезпечується такою, на яку потім буде виконана сівба насіння. Це забезпечить максимально розпушений верхній шар, що запобігає зайвому випаровуванню вологи і відносно ущільнену підшву – дно борозни, до дозволить насінню активно підтягувати вологу. Відхилення середньої глибини обробки від заданої ± 1 см; висота гребенів і глибина борозен 2см. Культивують рівномірно зі створенням дрібноокомкуватої структури ґрунту на швидкостях до 12 м/с.

Сівбу насіння соняшнику з внесенням стартової дози гранульованих мінеральних добрив проводять просапними сівалками точного висіву з шириною міжрядь 70 см – VENZA-8, Весна-12 у агрегаті з тракторами 110 к.с. і вище (МТЗ-1221) при робочій швидкості 3,6-9 км/год.

Норма висіву залежить від попередника, гібриду або сорту насіння, типу ґрунту і вологості під час сівби. Сівбу здійснюють на глибину 4 см для швидкої появи сходів і формування вторинної кореневої системи на одному рівні з первинною і максимальному забезпеченню рослин поживними речовинами з ґрунту.

Насіння соняшника, що призначене для сівби повинно мати чистоту не менше 98 % при схожості не нижче 90 % . Відхилення норми сівби насіння соняшнику від заданої ± 4 %; відхилення від заданої норми внесення туків ± 10 %; відхилення від середньої глибини заробки насіння ± 1 см; наявність на поверхні поля незаробленого насіння не допускається; відхилення ширини стикових міжрядь ± 2 см; пересіви та наявність огріхів не допускаються.

Досходове боронування здійснюють з для покращення проростання насіння, насичення горизонту киснем, а також руйнації поверхневої кірки. Дану операцію виконують агрегатом у складі трактора ДТ-75 та борін ЗБЗСС-1,0 через 5-6 днів після здійснення сівби, коли проростки соняшнику знаходяться на достатній глибині якій зубці борін їх не можуть пошкодити. При цьому бур'яни знаходяться у фазі «білої нитки» і можуть

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

бути вичесаними зубцями борін. Вимоги до досходового боронування аналогічні вимогам до досходового, що описано вище.

Боронування сходів виконують для насичення повітрям шару ґрунту, зменшення випаровування вологи, а також знищення бур'янів. Операцію виконують агрегатом у складі трактора МТЗ-80 та борін ЗБЗСС–1,0 проводять у фазі 2-3 пар справжніх листків.

Міжрядні обробки сходів проводять з метою розрушення ґрунту і знищення бур'янів. Міжрядні обробки проводять просапними культиваторами КРН-5,6.

Кількість обробок може бути від одної до трьох і залежить від стану забур'яненості полів та ступеню ущільнення ґрунту. Глибина першої культивації – до 12 см. Надалі глибину можна зменшувати до 8 см.

Міри захисту рослин сояшника від хвороб та шкідників передбачають обробку сходів дрібнодисперсним розчинном рекомендованих препаратів, що запобігають розвитку хвороб і знищують шкідників. Перший обробіток проводять причіпними штанговими обприскувачами ОП-2000, агрегатувавши з тракторами МТЗ-80/82. Подальший обробіток доцільно проводити самохідними обприскувачами з високим транспортним просвітом для уникання механічного пошкодження рослин.

Обкошування, прокошування проводять для надання можливості під'їзду транспортних засобів до комбайна під час здійснення збиральної операції. Збирання сояшнику здійснюють самохідними зернозбиральними комбайнами Славутич, оснащеними приставками-пристроями для збирання сояшнику ПС–8. За кілька днів (1-3) до збирання поле сояшнику обкошують і шляхом прокошування розбивають на загінки. Прокладають транспортні магістралі.

Збирання урожаю здійснюють у фазі господарської стиглості – коли кількість рослин з жовто-бурими або жовтими кошиками на полі становить 12-16 %, при цьому кількість бурих і сухих – до 85 %. Збирання сояшнику

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		11

слід починати при вологості насіння у кошиках 12 - 14 %. Збирання виконують самохідними зернозбиральними комбайнами Славутич, оснащеними приставками-пристроями для збирання сояшнику ПС–8..

Для якісної роботи жатку комбайна встановлюють щоб кінці стебlopідмачів розміщувались на 10-15 см нижче полеглих корзинок, при цьому частоту молотильного барабану знижують до рівня 450-550 об/хв.

Попередня та первина очистка вороху на токах господарств здійснюється очисниками вороху пересувними ОВМ-25, який здійснює вітрорешітне очищення насіння сояшнику з продуктивністю близько 8-15 т/год, залежно від засміченності.

Кількість домішок після попереднього очищення повинна зменшитись не менше ніж на 50%. Продовольче насіння очищають від домішок, а насіннєве, крім того, сортують за розмірами та об'ємною масою. Вологість продовольчого насіння не повинна перевищувати 16-19%, вміст домішок насіння бур'янів для сояшника – не більше як 8 %, вміст домішок насіння інших культур – не більш як 15%.

Вторинне очищення проводять для доведення насіннєвого матеріалу до посівних кондицій.

Вторинне очищення насіння сояшнику виконується для доведення чистоти насіннєвого матеріалу до 99,5 %.

Для виконання операції вторинної очистки вороху в господарстві застосовують пневмосепаруючу машину ОПС-2, продуктивність якої при очищенні насіння сояшнику складає 1,6...1,8 т/год.

Пропонуємо замінити існуючу в господарстві застарілу пневмосепаруючу машину ОПС-2 на дослідний пневмосепаратор збільшеної до 3 т/год. продуктивності, для чого проведемо у відповідних розділах обґрунтування його параметрів і режимів роботи.

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		12

2.3. Розробка операційно-технологічної карти вторинної очистки насіння соняшника

Розрахунок кількості працівників, які необхідні для обслуговування сепаратора.

Визначаємо час циклу обробітку однієї порції матеріалу:

$$t_{\text{ц}} = \frac{P_{\text{м}}}{Q},$$

де $P_{\text{м}}$ – маса однієї порції матеріалу ($P_{\text{м}} = 30$ кг – маса 1 мішка вороху соняшнику);

Q – продуктивність сепаратора, кг/с;

Отже час циклу обробітку однієї порції матеріалу становить:

- для базового сепаратора

$$t_{\text{ц}} = \frac{30}{0,50} = 60 \text{ с};$$

- для модернізованого сепаратора

$$t_{\text{ц}} = \frac{30}{0,55} = 54 \text{ с.}$$

Час, який витрачається на обслуговування сепаратора становить:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{зав}} + t_{\text{л.д.}} + t_{\text{ч.н.}},$$

де $t_{\text{зав}}$ – час, який витрачається на завантаження сепаратора, с;

$t_{л.д.}$ – час, що витрачається на вивантаження і складування легких домішок, с;

$t_{ч.н.}$ – час, який витрачається на вивантаження і складування очищеного насіння, с.

За нормативними даними господарства час на обслуговування сепаратора становить:

$$t_{обс} = 7 + 10 + 12 = 29 \text{ с.}$$

Знаходимо кількість працівників, які потрібні для обслуговування сепаратора:

$$K_{np} = \frac{t_{обс}}{t_{ц}};$$

Для базового сепаратора:

$$K_{np} = \frac{29}{60} = 0,48.$$

Приймаємо 1 працівника;

Для модернізованого сепаратора:

$$K_{np} = \frac{29}{54} = 0,54.$$

Приймаємо 1 працівника.

Визначаємо витрати праці на проведення операції вторинної очистки:

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$T_n = \frac{B}{H_6} \cdot t_{зм} \cdot K_{np},$$

де B – обсяг робіт, т;

H_6 – норма виробітку за зміну, т/зм;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.;

Для базової машини

$$T_n = \frac{2}{12,6} \cdot 7 \cdot 1 = 1,11 \text{ люд} \cdot \text{год.};$$

Для проектної машини

$$T_n = \frac{2}{14} \cdot 7 \cdot 1 = 1,0 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

Визначення витрат електроенергії

Витрати електроенергії на виконання всього обсягу робіт по вторинній очистці вороху становлять:

$$B_{заг} = B_m \cdot W_p,$$

де B_m – витрати електроенергії на очищення 1 т вороху, кВт:

$$B_m = \frac{N}{Q},$$

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

N – витрати електроенергії зерноочисною машиною за 1 год. експлуатаційного часу, кВт/год. ($N_{баз} = 4,5$ кВт, $N_{нов} = 1,9$ кВт);

Q – продуктивність зерноочисної машини, т/год.;

W_p – обсяг робіт, т.

Визначаємо витрати електроенергії на очищення 1 т вороху:

Для базової машини:

$$B_m = \frac{4,5}{1,8} = 2,66 \text{ кВт/т};$$

Для проектної машини:

$$B_m = \frac{1,9}{2} = 0,95 \text{ кВт/т}$$

Визначаємо витрати електроенергії на виконання всього обсягу робіт по вторинній очистці вороху. При підготовці посівного матеріалу в об'ємі 2 т витрати становитимуть:

Для базової машини:

$$B_{заг} = 2,66 \cdot 2 = 5,32 \text{ кВт};$$

Для проектної машини:

$$B_{заг} = 0,95 \cdot 2 = 1,9 \text{ кВт}$$

Економія електроенергії при використанні модернізованої машини становить:

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$E = B_{заг}^{\delta} - B_{заг}^{\mathcal{M}},$$

$$E = 5,32 - 1,91 = 3,41 \text{ кВт.}$$

2.4. Підготовка машини та робочого місця до роботи

Пневмосепаратор є стаціонарною зерноочисною машиною і складається з завантажувального транспортера, бункера, дозатора, вертикального замкненого аспіраційного каналу, вентилятора, осадової камери і механізму передач.

Перед початком роботи необхідно провести підготовку робочого місця:

- перевірити наявність і придатність до роботи пристроїв і інструментів, які використовуються на робочому місці;
- прибрати наявні перешкоди, які заважають виконанню процесу;
- перевірити технічний стан зерноочисної машини;
- провести щозмінне технічне обслуговування.

Для забезпечення безпечних умов праці перевіряється

- заземлення струмоведучих частин сепаратора;
- наявність пошкодження електричних дротів;
- технічний стан механізму приводу (кріплення шківів, стан пасів);
- наявність захисних кожухів і огорожуючи пристроїв;
- наявність протипожежних засобів.

Провести пробне очищення вороху, контролюючи при цьому роботу сепаратора, і, якщо потрібно, провести відповідні регулювання.

Занесемо результати розрахунків до операційно-технологічної карти (табл. 2.1)

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Операційно-технологічна карта на вторинну очистку насіння соняшнику

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Пневморешітний стаціонарний сепаратор: довжина сепаратора – 1,2 м; висота сепаратора – 1,5 м. Підготовка сепаратора до роботи: 1. Провести щозмінний ТО сепаратора; 2. Перевірити натяг пасів; 3. Перевірити справність заземлення та надійність кріплення вузлів сепаратора	
Агротехнічні вимоги	1. Соняшник повинен відповідати ГОСТ 10467-76. 2. Вологість повинна становити 11-14 %. 3. Вміст легких дмишок у вороху не повинен перевищувати 2,5 % 4. Вміст подноціного зерна у відходах не повинен перевищувати 0,2 %	
План робочого місця	<u>Показники організації процесу:</u> 1. Продуктивність за цикл – 2 т 2. Тривалість циклу – 0,9 хв. 3. Змінна продуктивність агрегату – 14 т. 4. Кількість циклів за зміну – 373. 5. Витрати електроенергії – 1,9 кВт. 6. Витрати електроенергії за зміну – 13,3 кВт. 7. Обслуговуючий персонал – 1 чол. 8. Час на завантаження сепаратора $t_z = 7$ с.; 9. Час на складування чистого насіння $t_{чн} = 9$ с.; 10. Час на складування легких дмишок $t_{лд} = 12$ с.	<u>Схема робочого місця</u> 1 – майданчик для складування вороху; 2 – пневморешітний сепаратор; 3 – майданчик для складування чистого насіння; 4 – майданчик для складування легких дмишок.
Контроль за якістю	Перевірку якості сепарації проводити на парусному класифікаторі. Показники якості: 1. Чистота насіння 99,5 %; 2. Чіткість сепарації 0,2 %; 3. Обдуреного насіння не допускається.	<u>Схема парусного класифікатора</u>

3.5. Контроль якості виконання операції

Показниками якості виконання технологічного процесу очищення є чистота насіння, чіткість сепарації і травмування зерна в процесі сепарації.

Чистота насіння після вторинного очищення повинна становити не менше 99,5 %. Для перевірки чистоти насіння використовують парусний класифікатор.

Методика проведення контролю чистоти насіння полягає в наступному:

- з очищеного матеріалу відбирається вибірка, яку зважують на вагах;
- виконується розділення вибірки на фракції за допомогою парусного класифікатора;
- визначається вага розділених фракцій і проводиться розрахунок вмісту домішок в очищеному матеріалі.

Перевірку чіткості сепарації також проводять за допомогою парусного класифікатора. Вміст чистого зерна у легких та важких домішках не повинен перевищувати 0,2 %.

Травмування (наявність обрушення) насіння соняшнику перевіряється візуально. Наявність травмувань не допускається.

Якщо якийсь з показників якості виконання процесу очистки не відповідає вимогам, потрібно знайти причину цього і усунути її.

3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1. Опис об'єкта конструкторської розробки

На кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету розроблена конструкція пневматичного сепаратора, що представлено на рис. 3.1.

Повітряний сепаратор складається з аспірації 1, напрямника 2, вентилятора 3, камери осаду легких фракцій 4, приймальника очищеного зерна 5, клапана 6 і повітропроводів 7.

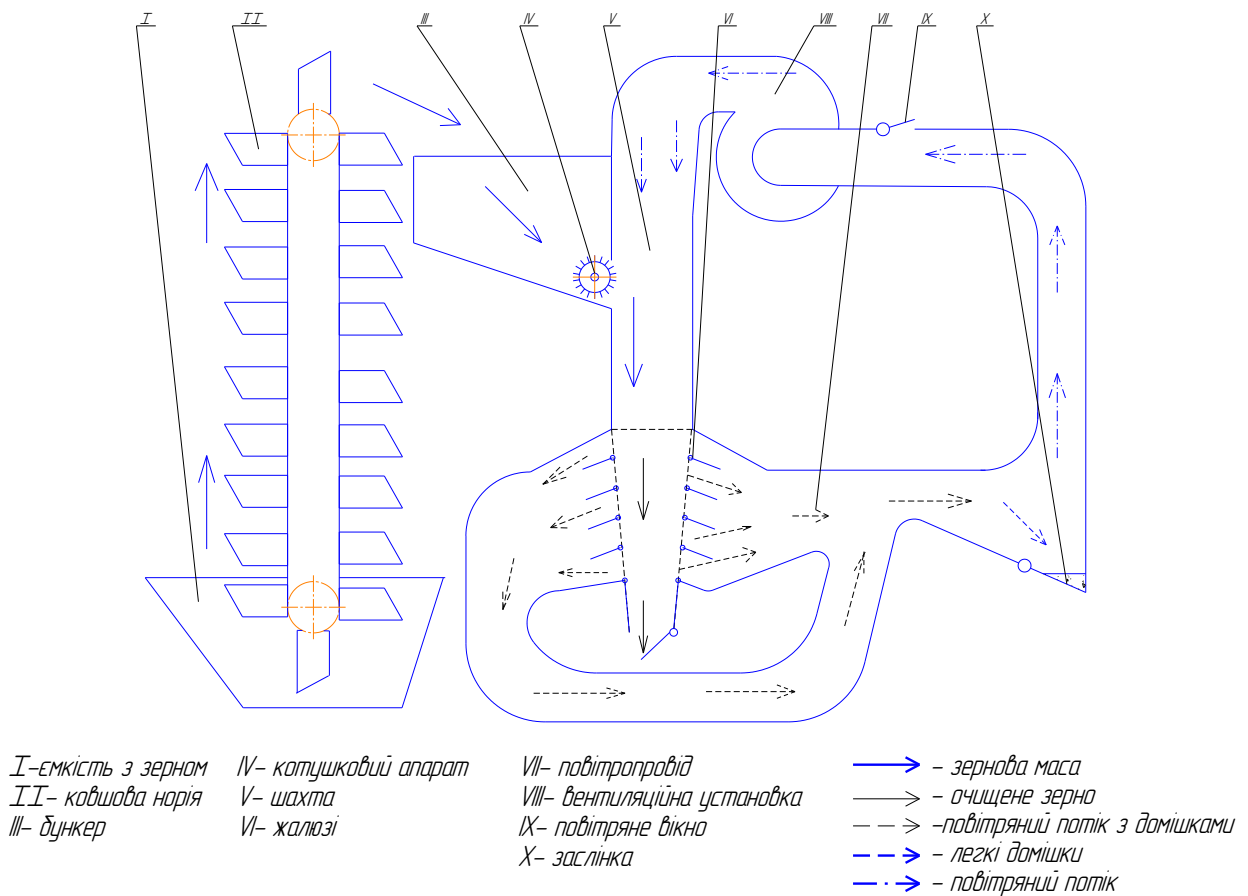


Рис. 3.1. Комбінована схема дослідного пневматичного сепаратора.

Під час роботи машини, повітря рухається в супутньому напрямку з зерновою масою, прискорюючи частки і збільшуючи відстань між ними в об'ємі. В кінці повітряного каналу, за допомогою жалюзійного апарату, який має керований кут розташування жалюзі, легкі домішки відділяються від загальної маси і виводяться назовні у осадові пристрої, а очищене зерно рухається донизу і, крізь клапан вивантажується.

З метою зниження енергетичних показників роботи та зменшення запиленості навколишнього середовища, повітряна система зроблена замкненою.

Метою наших досліджень є обґрунтування основних параметрів дослідного пневматичного сепаратора.

Основною задачею досліджень є встановлення залежності повноти розділення вороху соняшника від основних впливових факторів.

Вирішення поставленої задачі будемо здійснювати шляхом проведення повного факторного експерименту у лабораторних умовах.

3.2. Методика планування трифакторного експерименту.

Досліди проводили на лабораторній установці (рис.3.2, 3.3). Для проведення дослідів було обрано три основні впливові параметри, які ми будемо змінювати: подачу матеріалу, кут нахилу жалюзі і тиск у аспіраційному каналі.

При зміні кожного параметру, кількість повторностей дослідів дорівнювала трьом. Параметри сепаратора у кожному досліді були сталими.



Рис. 3.2. Загальний вигляд експериментальної установки.

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



Рис. 3.3. Загальний вигляд жалюзійної камери дослідної установки.

Після проведення кожного досліду проводився підрахунок маси виділених фракцій і результати розрахунків заносились до таблиці.

Подачу матеріалу змінювали за допомогою заслінки, яка розміщена у вихідного вікна бункера.

Кут нахилу жалюзі регулювали відповідними важелями (рис. 3.3).

Тиск у системі змінювали за допомогою заслінки, яка розміщена у вихідного вікна вентилятора.

Вимірювання тиску здійснювали за допомогою диференційного мікроманометру.

Дослідний процес можна представити у вигляді «чорної скриньки» Віннера (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Умовна схема технологічного процесу

де X_1 – подача (Q); X_2 – кут нахилу жалюзі (α); X_3 – тиск у системі (P);

Y – повнота розділення матеріалу (ϵ).

Планування багатофакторного експерименту проводили у послідовності і за методикою [7].

Для проведення експерименту нами було здійснено переведення натуральних значень факторів у безрозмірні – кодові. Результати кодування наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Результати кодування факторів

Фактор	Натуральне позначення	Кодове позначення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання					
				натуральні			кодові		
				верхні	нульові	нижні	верхній	нульові	нижні
Подача, т/год.	Q	x_1	1	3	2	1	+1	0	-1
Кут нахилу жалюзі	α	x_2	30	150	120	90	+1	0	-1
Тиск мм.вод.ст.	P	x_3	5	16	11	6	+1	0	-1

Після кодування факторів складемо план-матрицю експерименту (табл.3.2).

Таблиця 3.2

План-матриця проведення ПФЕ 2³

Номер досліду	Кодовані значення факторів			Взаємна дія кодованих факторів			
	x_1	x_2	x_3	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	$x_1 x_2 x_3$
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
4	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1
5	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1
7	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

3.3. Результати і обробка дослідних даних

Згідно складеної робочої матриці (з врахуванням рандомізації дослідів) проводимо експерименти з трьохкратною повторністю. Значення параметра оптимізації (ε – повнота виділення) отриманого в кожному досліді записуємо в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4

Результати проведення дослідів

Точка плану і номер дослідів	Значення кодових факторів			Вихідний параметр y, z			Середньо- арифме- тичне зна- чення $y, \bar{Y}_n,$ z
				Повторюваність			
	x_1	x_2	x_3	перша, Y_{u1}	друга, Y_{u2}	третя, Y_{u3}	
1	-1	-1	-1	324	344	332	333
2	+1	-1	-1	311	318	327	319
3	-1	+1	-1	305	287	306	299
4	+1	+1	-1	241	250	258	250
5	-1	-1	+1	414	397	403	405
6	+1	-1	+1	340	353	338	344
7	-1	+1	+1	360	379	376	372
8	+1	+1	+1	322	338	341	334

Перевірку відтворюваності дослідів робили за критерієм Кохрена:

$$G = \frac{S_{u \max}^2}{\sum_{u=1}^n S_u^2} \leq G(0,05; n; f_u),$$

де $G(0,05; n; f_u)$ – табличне значення критерію Кохрена; $S_{u \max}^2$ – найбільша із дисперсій; 0,05 – означає 5% - й рівень значущості; n – число незалежних оцінок дисперсій (кількість дослідів); $f_u = m_0 - 1$ – число ступенів вільності; m_0 – число повторностей, S_u^2 – дисперсія, що характеризує розсіювання результатів в u -му досліді; i – номер повторюваності; Y_{ui} – вихідний параметр при i -й повторюваності.

Дисперсію кожного дослідів визначали за формулою

					MP 00. 000 ПЗ		Арк.
							24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			

$$S_u^2 = \frac{1}{m_0 - 1} \cdot \sum_{i=1}^{m_0} (Y_{ui} - Y_{u.cp})^2,$$

$$S_{u1}^2 = \frac{1}{3-1} \cdot (324 - 333)^2 + (344 - 333)^2 + (332 - 333)^2 = 101,$$

$$S_{u2}^2 = \frac{1}{3-1} \cdot (311 - 319)^2 + (218 - 319)^2 + (327 - 319)^2 = 64,$$

$$S_{u3}^2 = \frac{1}{3-1} \cdot (305 - 299)^2 + (287 - 299)^2 + (306 - 299)^2 = 114,$$

$$S_{u4}^2 = \frac{1}{3-1} \cdot (241 - 250)^2 + (250 - 250)^2 + (258 - 250)^2 = 72,$$

$$S_{u5}^2 = \frac{1}{3-1} \cdot (414 - 405)^2 + (397 - 405)^2 + (403 - 405)^2 = 74,$$

$$S_{u6}^2 = \frac{1}{3-1} \cdot (340 - 344)^2 + (353 - 344)^2 + (338 - 344)^2 = 66,$$

$$S_{u7}^2 = \frac{1}{3-1} \cdot (360 - 372)^2 + (379 - 372)^2 + (376 - 372)^2 = 104,$$

$$S_{u8}^2 = \frac{1}{3-1} \cdot (322 - 334)^2 + (338 - 334)^2 + (341 - 334)^2 = 104,$$

Розрахункове значення коефіцієнту Кохрена:

$$G = \frac{114}{101 + 64 + 114 + 72 + 74 + 66 + 104} = 0,163.$$

Табличне значення коефіцієнту Кохрена при $n=8$ і $f_u=2$, згідно [7] дорівнює 0,516. Число 0,516 більше від 0,163, тому приходимо до висновку, що процес відтворюється.

Помилка дослідів визначається за формулою:

$$S_y^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{u=1}^n S_u^2$$

$$S_y^2 = \frac{1}{8} \cdot (101 + 64 + 114 + 72 + 74 + 66 + 104) = 87,7.$$

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Коефіцієнти математичної моделі визначаємо за формулами:

$$b_0 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{u=1}^n y_{u.cp},$$

$$b_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{u=1}^n x_{iu} \cdot y_{u.cp},$$

$$b_{ij} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{u=1}^n x_{iu} \cdot x_{ju} \cdot y_{u.cp},$$

де x_{iu} – значення i -го кодового фактора в рядку матриці в u -му досліді;
 x_{ju} – значення j -го кодового фактора в рядку матриці в u -му досліді.

Розрахункові значення коефіцієнтів рівняння регресії становлять:

$$b_0 = \frac{1}{8} \cdot (333 + 319 + 299 + 250 + 405 + 344 + 372 + 334) = 332,8.$$

$$b_1 = \frac{1}{8} \cdot (-333 + 319 - 299 + 250 - 405 + 344 - 372 + 334) = -20,4.$$

$$b_2 = \frac{1}{8} \cdot (-333 - 319 + 299 + 250 - 405 - 344 + 372 + 334) = -18,2.$$

$$b_3 = \frac{1}{8} \cdot (-333 - 319 - 299 - 250 + 405 + 344 + 372 + 334) = 31,6.$$

$$b_{12} = \frac{1}{8} \cdot (333 - 319 - 299 + 250 + 405 - 344 - 372 + 334) = -1,5.$$

$$b_{13} = \frac{1}{8} \cdot (333 - 319 + 299 - 250 - 405 + 344 - 372 + 334) = -4,3.$$

$$b_{23} = \frac{1}{8} \cdot (333 + 319 - 299 - 250 - 405 - 344 + 372 + 334) = 7,5.$$

$$b_{123} = \frac{1}{8} \cdot (-333 + 319 + 299 - 250 + 405 - 344 - 372 + 334) = -1,5.$$

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		26

Тож рівняння регресії буде мати вигляд:

$$y = 332,2 - 20,4 \cdot x_1 - 18,2 \cdot x_2 + 31,6 \cdot x_3 - 1,5 \cdot x_1 \cdot x_2 - 4,3 \cdot x_1 \cdot x_3 + 7,5 \cdot x_2 \cdot x_3 - 1,5 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Перевірку адекватності одержаного рівняння регресії проводили за критерієм Фішера [7].

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} < F(0,05; f_{ad}; f_y),$$

де S_{ad}^2 – дисперсія адекватності; $F(0,05; f_{ad}; f_y)$ – критерій Фішера на 5% - му рівні значущості; f_{ad} – число ступенів вільності дисперсії адекватності:

$$f_{ad} = n - k - 1,$$

$$f_{ad} = 8 - 3 - 1 = 4.$$

де k – число факторів; f_y – число ступенів вільності дисперсії відтворення:

$$f_y = n \cdot (m_0 - 1)$$

$$f_y = 8 \cdot (3 - 1) = 16.$$

Дисперсія S_{ad}^2 обчислюється по формулі:

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{n - k - 1} \cdot \sum_{u=1}^n (Y_u - Y_{u.cp})^2,$$

де Y_u – розрахункове значення відгуку у відповідному досліді

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		27

$$Y_u^{(1)} = 338,9; \quad Y_u^{(3)} = 302,4; \quad Y_u^{(5)} = 402,1; \quad Y_u^{(7)} = 365,6;$$

$$Y_u^{(2)} = 298,1; \quad Y_u^{(4)} = 261,6; \quad Y_u^{(6)} = 361,2; \quad Y_u^{(8)} = 324,7.$$

Дисперсія адекватності, з урахуванням знайдених величин:

$$S_{ad}^2 = 259,7.$$

Перевірка рівняння регресії за критерієм Фішера:

$$F = \frac{259,7}{87,7} = 2,96 < F(0,05; 4; 16) = 3,172$$

доводить, що модель адекватна.

Визначення значущості коефіцієнтів моделі проводили за критерієм Стюдента. Коефіцієнт є значущим при виконанні умови:

$$|b_a| \geq \Delta b_a = t(0,05; f_y) \cdot \frac{S_y}{\sqrt{n}},$$

де b_a – коефіцієнти $b_0, b_1, b_2, b_{1,2}$; Δb_a – довірча границя; $t(0,05; f_y)$ – критерій Стюдента при 5% - му рівні значущості та числі ступенів вільності дисперсії відтворюваності f_y .

Оскільки при 5% - му рівні значущості $\alpha = 0,95$, а $f_y = 16$, то $t = 2,1$.

$$\Delta b_a = 2,1 \cdot \frac{\sqrt{87,7}}{\sqrt{8}} = 6,95.$$

Коефіцієнти b_{12} b_{13} і b_{123} менші за $\Delta b_a = 6,95$, значить сумісна дія вказаних факторів несуттєва і даними складовими рівняння регресії можна знехтувати.

Поверхні відгуку за отриманою моделлю наведені на рис. 3.5.

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

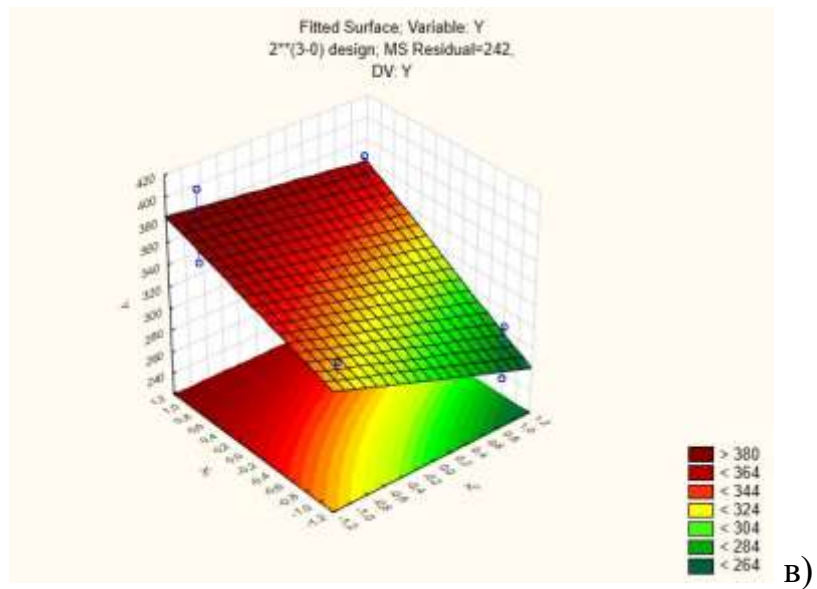
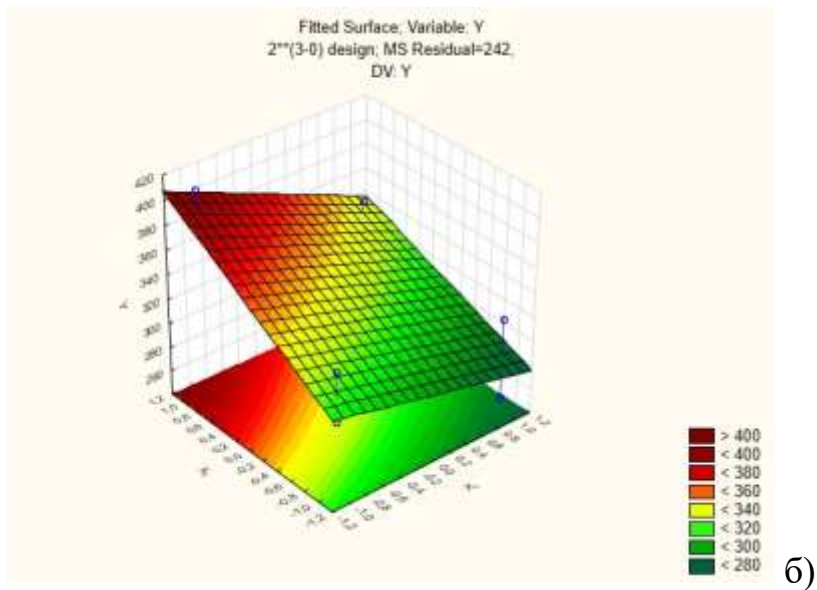
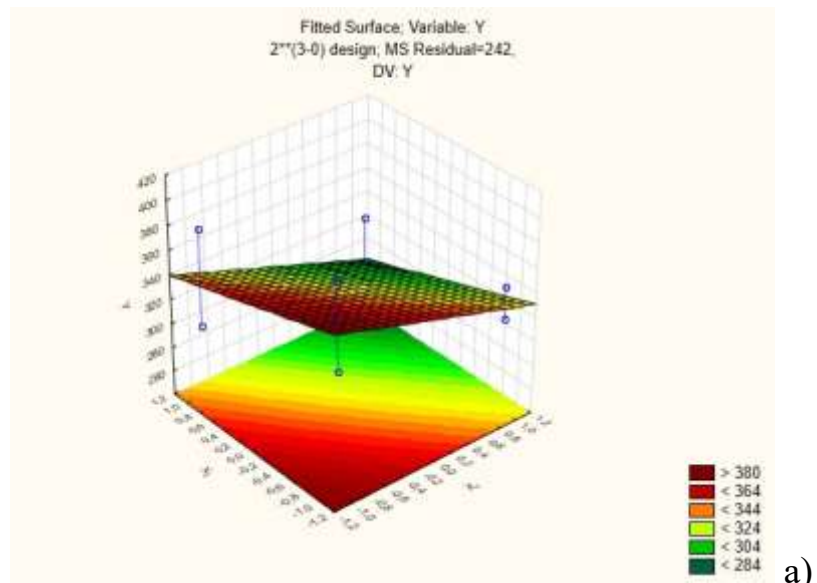


Рис. 3.5. Поверхні відгуку повноти розділення суміші від факторів:
а- подачі x_1 і кута нахилу жалюзі x_2 ; б- подачі x_1 і тиску в системі x_3 ;
в- кута нахилу жалюзі x_2 і тиску в системі x_3

Побудовані поверхні дають можливість судити про процес очищення зернової суміші у аспіраційному каналі при однонаправленому русі зерна та повітря.

З графіків видно, що збільшення тиску в системі призводить до суттєвого зростання якості виділення домішок, особливо за умови зменшення подачі. При цьому зростання подачі і збільшення кута нахилу жалюзі зменшують якість очищення.

Встановлено, що збільшення тиску в аспірації до 16 мм. вод. ст., за умови зменшення подачі до 1т/год., призводить до суттєвого зростання якості вилучення легких домішок - 410 г (повнота виділення 85%), що відповідає вимогам до машин для вторинного очищення зерна.

3.4. Технологічні розрахунки пневмосепаратора.

Розрахунок ковшового транспортера.

Для визначення швидкості руху ковшів необхідно враховувати показник кінематичного режиму в зоні їх завантаження, який показує, яке відношення між відцентровою силою і силою тяжіння, [8], с.98:

$$k = \frac{\omega^2 \cdot R}{g} \leq 1$$

де ω - кутова швидкість приводної зірочки транспортера, с^{-1} ;

R - максимально віддалена точка ковша (прийнята конструктивно), м;

g - прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Якщо виконується рівність, то зерно не буде відкидатися за рахунок відцентрових сил з ковша при його захопленні.

Розв'яжемо рівняння:

$$\frac{\omega^2 \cdot R}{g} = 1$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{R}} = \sqrt{\frac{9,81}{0,1}} = 9,9 \text{ с}^{-1}$$

Швидкість ковша знайдемо за формулою:

$$V_K = \omega \cdot R = 9,9 \cdot 0,1 = 0,99 \text{ м/с}$$

Швидкість стрічки розраховується аналогічно:

$$V_{II} = \omega \cdot r = 9,9 \cdot 0,05 = 0,5 \text{ м/с}$$

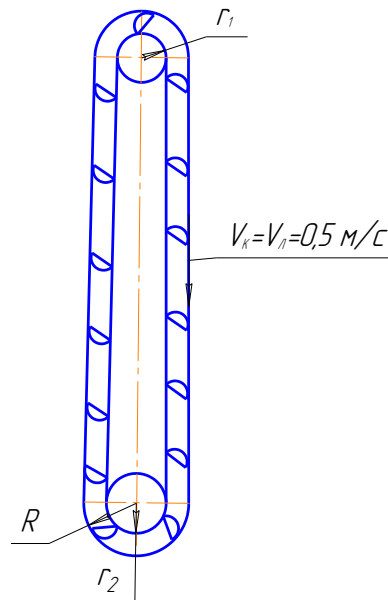


Рис. 3.6. Схема ковшового транспортера

Знайдемо частоту обертання ведучого n_1 та веденого n_2 валів.

Відомо, що:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

Звідки n_1 :

$$n_1 = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 9,9}{3,14} = 94,5 \text{ об/хв.}$$

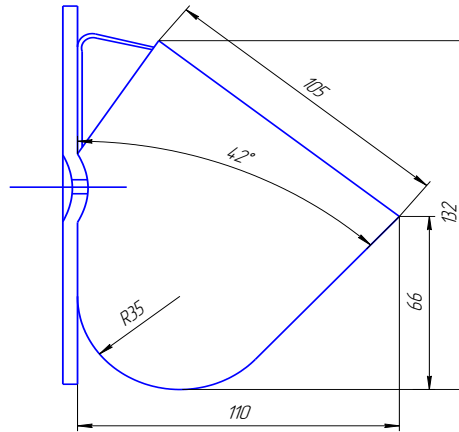


Рис. 3.7. Схема ковша

Поряд з тим:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

Отже

$$n_2 = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot d_2} = \frac{30 \cdot V}{\pi \cdot r_2} = \frac{30 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 0,0735} = 65 \text{ об/хв.}$$

Кутова швидкість на нижньому валі транспортера:

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 65}{30} = 6,8 \text{ рад/с}$$

Для використання вибираємо ківш ОСТ 4592-94 з параметрами (рис. 3.7).

Відстань між ковшами визначиться як

$$L = \frac{3,6 \cdot V \cdot \psi \cdot v \cdot \gamma}{Q} = \frac{3,6 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,55 \cdot 0,45}{2} = 0,155 \text{ м}$$

Розрахунок катушкового дозатора

Численні дослідження катушок з різноманітними робочими поверхнями свідчать про те, що дозування ними здійснюється за рахунок винесення з апарата матеріалу робочими об'єктами, що утворюється лопатями, жолобками або іншими виступаючими елементами, та за рахунок

захоплення пошаровим тертям у обертальній рух разом з катушкою додаткового матеріалу, який називається шаром.

$$q_0 = q_a + q_m,$$

де q_a та q_m – маса матеріалу, винесеного з апарата відповідно за один оберт катушки за рахунок активного шару та за рахунок робочого об'єму катушки.

$$q_0 = L \cdot \gamma \cdot d_k \cdot \pi \cdot C_3 + L \cdot \gamma \cdot S \cdot z \cdot \mu,$$

де C_3 – приведена товщина активного шару; L – робоча довжина катушки, $L=0,08$ м; γ – об'ємна маса матеріалу, $\gamma=450$ кг/м³; d_k – зовнішній діаметр катушки, $d_k=0,08$ м; S – площа поперечного перерізу жолобка катушки; z – кількість жолобків катушки, $z=12$; μ – коефіцієнт заповнення жолобків, $\mu=0,75$.

Приведена товщина активного шару дорівнює:

$$C_3 = \frac{(1 - e^{-b_0 c_1})}{b_0},$$

де b_0 – коефіцієнт пропорційності;

C_1 – зазор на виході між катушкою та денцем, $C_1=0,03$ м.

Кількість суміші яка виноситься катушкою за один оберт розраховується за формулою:

$$q_0 = \frac{Q}{n},$$

де: Q – продуктивність, $Q=2000$ кг/год=33,3 кг/хв; $n=500$ об/хв.

Тоді:

$$q_0 = \frac{2000}{3200} = 0,067 \text{ кг/об.}$$

Визначаємо площу поперечного жолобка котушки:

$$S = \frac{0,067 - 0,1 \cdot 450 \cdot 0,08 \cdot 3,14 \cdot \frac{(1 - 2,17^{-0,32 \cdot 0,03})}{0,32}}{0,1 \cdot 750 \cdot 12 \cdot 0,75} = 0,00023 \text{ м}$$

Площа поперечного жолобка котушки складається з двох частин S_1 та S_2 . Розрахуємо розміри для жолобків котушки:

$$S = S_1 + S_2,$$

$$S_1 = 0,5 \cdot r^2 \cdot (\pi - \sin(180 - \alpha_1)),$$

$$\alpha_1 = 2 \cdot (0,5 \cdot \alpha + \beta)$$

$$S_2 = 0,125 \cdot d_k^2 \cdot \sin \alpha,$$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{b_{жк}}{d_k}\right),$$

Приймаємо: $r_1=1,21$ см, $b_{жк}=0,017$ м, $d_k=0,08$ м, $\beta=6^\circ$.

Тоді:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{0,027}{0,08}\right) = 25^\circ$$

$$S_2 = 0,125 \cdot 8^2 \cdot \sin 25^\circ = 0,125 \cdot 8^2 \cdot 0,425 = 0,45 \text{ см}^2$$

$$\alpha_1 = 2 \cdot (0,5 \cdot 25^\circ + 6^\circ) = 37^\circ$$

$$S_1 = 0,5 \cdot 1,21^2 \cdot (3,14 - \sin(180 - 37)) = 1,85 \text{ см}^2$$

Тоді:

$$S = 1,85 + 0,45 = 2,3 \text{ см}^2$$

Розрахована нами котушка зображена на рис.3.4.

					МП 00. 000 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

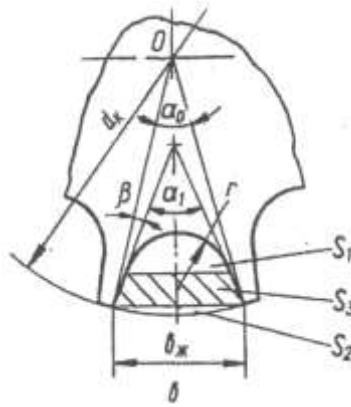


Рис. 3.8. Схема котушкового дозатора

Розрахунок аспірації

Вихідними даними для визначення параметрів аспіраційних каналів є витрати повітря і втрати повного тиску, які складаються з суми втрат у каналах та у пилевідокремлювачі.

Суму втрат визначиться як:

$$P_C = P + P_{II} = 46,9 + 48,9 = 95,8 \text{ кг/м}^2$$

Згідно проведених розрахунків і отриманих значеннях витрат повітря і втрат повного тиску за номограмою [8, с. 79] приймаємо вентилятор з діаметром крильчатки $D=480$ мм. За графіком [8 с. 76] приймаємо частоту обертання крильчатки $n=1000$ об/хв при об'ємному коефіцієнті корисної дії $\eta \approx 65\%$.

Оскільки стандартних вентиляторів з діаметром крильчатки $D=480$ мм не існує, а найближчий стандартний вентилятор ВРН №5 має діаметр крильчатки $D=500$ мм, споживана потужність становить 1,9 кВт/год.

Проектні розрахунки вентилятора виконуємо згідно рекомендацій наведених у [8, рис. 53].

Ширина горловини:

$$B_r = D \cdot 0,7 = 500 \cdot 0,7 = 350 \text{ мм.}$$

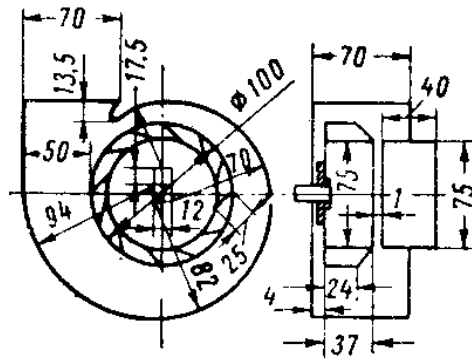


Рис. 3.9. Схема побудови вентилятора (розміри в % від діаметра крильчатки).

Висота горловини:

$$H_r = D \cdot 0,135 = 500 \cdot 0,135 = 67,5 \text{ мм};$$

Ширина кожуха:

$$B_k = D \cdot 0,7 = 500 \cdot 0,7 = 350 \text{ мм.}$$

Діаметр основи крильчатки:

$$D_0 = D \cdot 0,75 = 500 \cdot 0,75 = 375 \text{ мм.}$$

Діаметр вікна:

$$D_b = D \cdot 0,75 = 500 \cdot 0,75 = 375 \text{ мм.}$$

Довжина вікна:

$$B_b = D \cdot 0,4 = 500 \cdot 0,4 = 200 \text{ мм.}$$

Ширина основи крильчатки:

$$B_{ок} = D \cdot 0,24 = 500 \cdot 0,24 = 120 \text{ мм.}$$

Загальна ширина крильчатки:

$$B_{\text{кр}} = D \cdot 0,37 = 500 \cdot 0,37 = 185 \text{ мм.}$$

Зазор між крильчатки і кожухом:

$$\Delta_1 = D \cdot 0,04 = 500 \cdot 0,04 = 20 \text{ мм.}$$

Зазор між лопатками і вікном:

$$\Delta_2 = D \cdot 0,01 = 500 \cdot 0,01 = 5 \text{ мм.}$$

Розмір сторони квадрата основи побудови спіралі кожуха:

$$B_{\text{ц}} = D \cdot 0,12 = 500 \cdot 0,12 = 60 \text{ мм.}$$

Довжина лопатки:

$$L = D \cdot 0,25 = 500 \cdot 0,25 = 125 \text{ мм.}$$

Радіус спіралі:

$$R_1 = D \cdot 0,7 = 500 \cdot 0,7 = 350 \text{ мм.}$$

$$R_2 = D \cdot 0,82 = 500 \cdot 0,82 = 410 \text{ мм.}$$

$$R_3 = D \cdot 0,94 = 500 \cdot 0,94 = 470 \text{ мм.}$$

Відстань від колеса до кінцевого розміру спіралі:

$$B_{\text{с}} = D \cdot 0,5 = 500 \cdot 0,5 = 250 \text{ мм.}$$

На основі проведених розрахунків виконаємо креслення вентилятора.

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час роботи на повітряному сепараторові.

При експлуатації позробленого повітряного сепаратора проявляється дія таких небезпечних та шкідливих факторів:

- рухомі частини ковшового транспортера, живилтника і вентилятора;
- підвищений рівень шуму на робочому місці оператора (джерело шуму: механізм приводу;
- підвищена вологість і запиленість повітря в робочій зоні оператора;
- можливість враження струмом (380 В) у результаті доторкання до струмоведучих частин, а також до металевих частин машини в результаті пробою ізоляторів проводів;
- небезпека від створення пожежі може виникнути в результаті короткого замикання, або інших порушень правил пожежної безпеки;
- шкідливі речовини (мастильні матеріали, які використовуються під час проведення технічного обслуговування пневматичного сепаратора.

4.2. Розробка заходів по покращанню умов праці.

Компоновка пневмосепаруючої машини в цілому, а також приводних пристроїв та складальних одиниць за зручністю, доступом, безпекою при монтажі, технічному обслуговуванню і ремонту та експлуатації, відповідають основним положенням правил охорони праці.

Робочі органи, які в процесі роботи можуть забиватися ворохом, зерном або легкими домішками легкодоступні для очищення.

Розташування точок змащення забезпечує безпечний доступ. В важкодоступних місцях використане одноразове змащення.

Машина обладнана передпусковою сигналізацією.

Електробезпека при роботі машини відповідає вимогам.

Електропривід та електричне обладнання відповідає «Правилам електроустановок» і «Правилам технічної експлуатації електроустановок споживачів».

В електричній схемі пневмоочисної машини передбачено захист від короткого замикання і перевантаження, при спрацюванні яких напруга автоматично вимикається.

Попереджувальна сигналізація увімкнена у систему пуску сепаратора так, що довжина акустичного сигналу складає 3 с., після чого сигналізація вимикається автоматично.

Огородження рухомих механізмів має надійну фіксацію у відкритому положенні. Зусилля для ручного відкриття не більше 40 Н. Огородження рухомих робочих органів зерноочисної машини має блокування, що робить неможливою роботу при відкритих робочих органах.

В разі використання засобів екстреної зупинки повторне вмикання в роботу можливе лише після приведення даної екстреної зупинки в початкове положення.

5. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ

Економічний ефект від запроваджених змін у технологію виробництва соняшнику досягається за рахунок збільшення продуктивності вторинного очищення насіння з 2 т/год у базової машини до 3 т/год у модернізованої.

Збільшення продуктивності дозволяє зменшити час підготовки насіннєвого матеріалу.

Крім того, згідно проведених розрахунків, запропонована машина споживає суттєво менше електроенергії: 1,9 кВт, проти 4,5 кВт у базової. Вказаного ефекту вдалося досягти за рахунок однонаправленості руху повітря і зерна у аспірації нової пневматичної машини.

ВИСНОВКИ

В технологічній частині магістерської роботи нами удосконалено технологію вирощування соняшника – замінено пневматичну колонку ОПС-2, на розроблений пневматичний сепаратор, продуктивністю 3 т/год., що дозволило збільшити продуктивність на 1 т/год, зменшити час на вторинне очищення насіння і зменшити енергетичні витрати, оскільки запропонований сепаратор споживає менше електроенергії. Нами проведені розрахунки основних показників організації робіт під час пневмосепарації, в результаті чого розроблено операційно-технологічну карту на вторинне очищення насіння соняшника.

У науково-дослідній частині роботи нами реалізовано програму проведення повного трифакторного експерименту, в результаті чого обґрунтовані основні конструктивні і технологічні параметри сепаратора.

Отримане неповне квадратичне рівняння регресії, як показали розрахунки, адекватно описує процес повітряної сепарації.

Найбільш впливовим фактором на процес пневмосепарації (з рівнем впливовості понад 31) виявився тиск у системі, зі збільшенням якого якість очищення підвищується. Подача і кут нахилу жалюзі мають майже однаковий вплив на процес (ступені впливовості, відповідно: -22 і -19), зі збільшенням яких якість погіршується за рахунок збільшення завантаженості каналу і перешкодженню вивіювання легких часток повернутими ланками жалюзі.

Нами встановлено, що збільшення тиску в аспірації до 16 мм. вод. ст., за умови зменшення подачі, приводить до якості вилучення легких домішок - 410 г (повнота виділення 85%), що відповідає вимогам до машин для вторинного очищення зерна.

У розділі «Охорона праці» проаналізовано дію небезпечних та шкідливих факторів на працівників та розроблені заходи щодо покращення умов праці.

У економічному розділі описані заходи, завдяки яким планується отримання економічного ефекту.

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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.
2. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19400-intensyvna-tekhnohiiia-vyroshchuvannia-soniashnyku.html>
3. <https://farming.org.ua/Технологія%20вирощування%20соняшнику%20Агроконсалтинг.html>
4. <http://www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-sonjashniku-430.html>
5. <https://expertseeds.com.ua/ua/articles/tekhnohiiia-vyroshchuvannia-soniashnyku/>
6. <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/852-kompleksna-mekhanizatsiia-vyroshchuvannia-ta-zbyrannia-soniashnyku.html>
7. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей [Текст] / О. Васильковський, С. Лещенко, К. Васильковська, Д. Петренко. – Харків: Мачулін, 2016. – 204 с. 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.
8. Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины.- М.: Машиностроение, 1974.- 200 с.
9. Комаристов В.Ю., Петренко М.М. Довідник з механізації післязбиральної обробки зерна. - К.: Урожай, 1990. - 194 с.
10. Сисолін П.В., Петренко М.М., Свірень М.О. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва». Кн. 3. – К. : Фенікс, 2007. - 432 с.

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		41

11. Бендера І. М. Проектування сільськогосподарських машин : навч.-метод. посіб. для викон. курс. проектів з розробки с.-г. техніки при підготов. фахівців напряму "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / І. М. Бендера, А. В. Рудь, Я. В. Козій, Д. Г. Войтюк, П. В. Сисолін; Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т, Борщів. аграр. коледж. - Кам'янець-Поділ. : Сисин О.В. : Абетка, 2011. - 639 с.
12. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. — 464 с.
13. Методичні вказівки по виконанню практичних робіт з курсу "Механізація, електрифікація, автоматизація с.-г. виробництва". Розділ "Експлуатація машино-тракторного парку". КДТУ, 1999.
14. Пособие механизатора по эксплуатации машинно-тракторного парка. М.: Агропромиздат, 1985.
15. Зорькин П.Г. Организация охраны труда в сельском хозяйстве. Под общей ред. В.Д.Груздова. -М.: Колос, 1976.-254 с.
16. <https://www.sop.com.ua/article/892-nov-pravila-ohoroni-prats-u-slskogospodarskomu-virobnitstv>

ДОДАТКИ

					МР 00. 000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

[illegible]

***Механізація вирощування соняшника
з обґрунтуванням параметрів
пневматичного сепаратора зерна***

Виконав:

ст. гр. АІ-20(МЗ)

Вадим СИДОРЕНКО

Керівник:

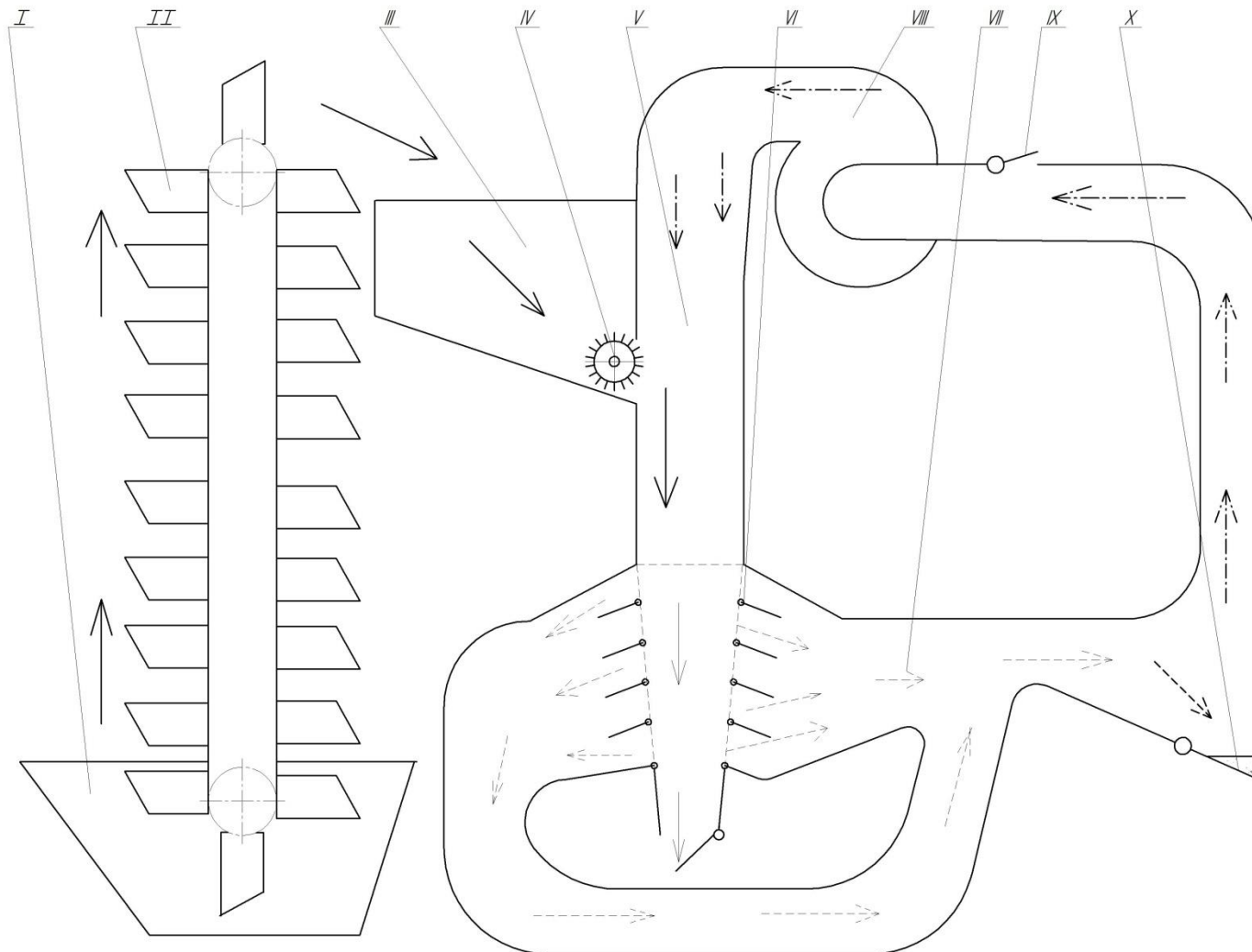
Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

MP 00.001 T4

Aktuelle Anzahl	Zustand u. Menge	Bewertung und NP	Nutzen u. Risiko

Gesamt NP	Risiko bewerten

[illegible]

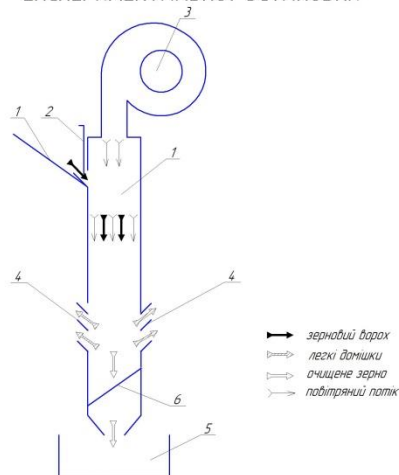


- Позначення**
- I-емкість з зерном
 - II- ковшова норія
 - III- вулкер
 - IV- катюшкарний апарат
 - V- шахта
 - VI- жалізі
 - VII- підтроспробід
 - VIII- вентиляційна установка
 - IX- підтросне вікно
 - X- заслінка
- - зернова маса
 - - очищене зерно
 - - -> - підтросний потік з данішкати
 - - -> - легкі данішки
 - - -> - підтросний потік

					MP 00.000 C2		
Лист	Вид	Вид	Вид	Вид	Пневмосепаратор		
Розроб	Використання	Вид	Вид	Вид			
Лист	Використання	Лист	Лист	Лист	Лист 1		
Модифікація	Вид	Вид	Вид	Вид	ЦНТУ		
Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	ар. АІ-201М31		
					Формат А1		

MP 00.001 H4

ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД ЛАБОРАТОРНОЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ



1 – бункер; 2 – дозатор; 3 – вентилятор; 4 – жалюзі; 5 – повітряний канал; 6 – заслінка; 7 – приймальник чистого зерна



ДОПОМІЖНЕ ОБЛАДНАННЯ

Вимірювач
вологості

Ваги електронні



Диференційний манометр

[illegible]

111 000 00 000

Фактор	Позначення		Інтервал варіювання	Рівні варіювання					
	Натуральне	Кодове		Натуральні			Кодові		
				Верхній	Нульовий	Нижній	Верхній	Нульовий	Нижній
Подача (продуктивність)	Q	X_1	1	3	2	1	+1	0	-1
Кут нахилу жалюзі	a	X_2	30	150	120	90	+1	0	-1
Тиск в системі	P	X_3	5	16	11	6	+1	0	-1

Номер досліджу	Значення кодованих факторів			Вихідний параметр χ, z			Середнє значення z
				Повторюваність			
	X_1	X_2	X_3	I	II	III	
1	-1	-1	-1	324	344	332	332
2	+1	-1	-1	311	318	327	319
3	-1	+1	-1	305	287	306	299
4	+1	+1	-1	241	250	258	250
5	-1	-1	+1	414	397	403	405
6	+1	-1	+1	340	353	338	344
7	-1	+1	+1	360	379	376	372
8	+1	+1	+1	322	338	341	334

1. Перевірка відтворюваності за критерієм Кохрена

$$G(0,05; n; f_u) \geq G = \frac{S_u^2 \max}{\sum S_u} \quad 0,516 > 0,163$$

2. Рівняння регресії

$$Y=3322-204 \cdot X_1-182 \cdot X_2+316 \cdot X_3+75 \cdot X_2 X_3$$

3. Перевірка адекватності за критерієм Фішера

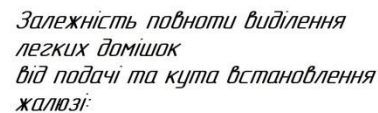
$$F(0,05; f_{ad}; f_y) > F = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} \quad 3,172 > 2,96$$

4. Перевірка значущості за критерієм Стюдента

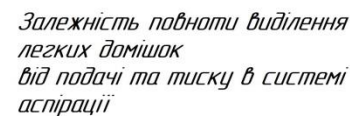
$$|b_a| \geq \Delta b_a = t(0,05; f_y) \frac{S_y}{\sqrt{n}} \quad \Delta b_a = 6,95$$

[illegible]

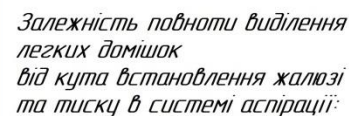
MP 00003 414



$$Y=f(X_1, X_2)$$

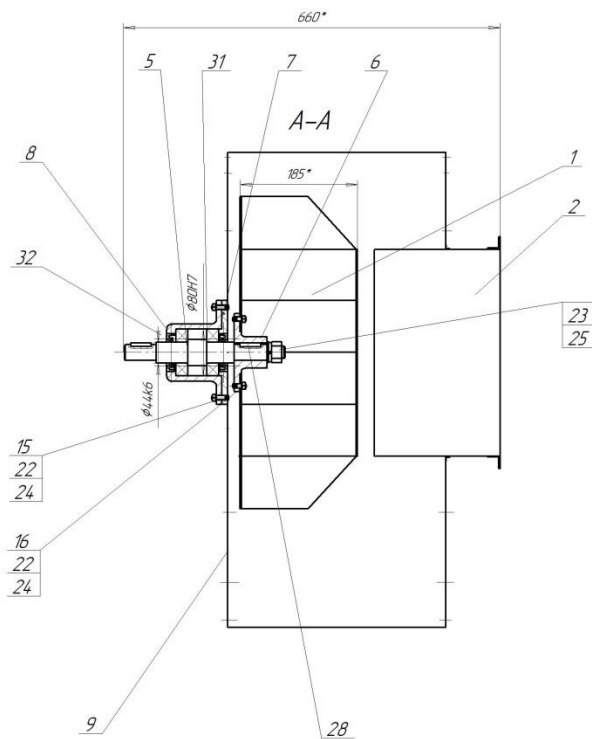
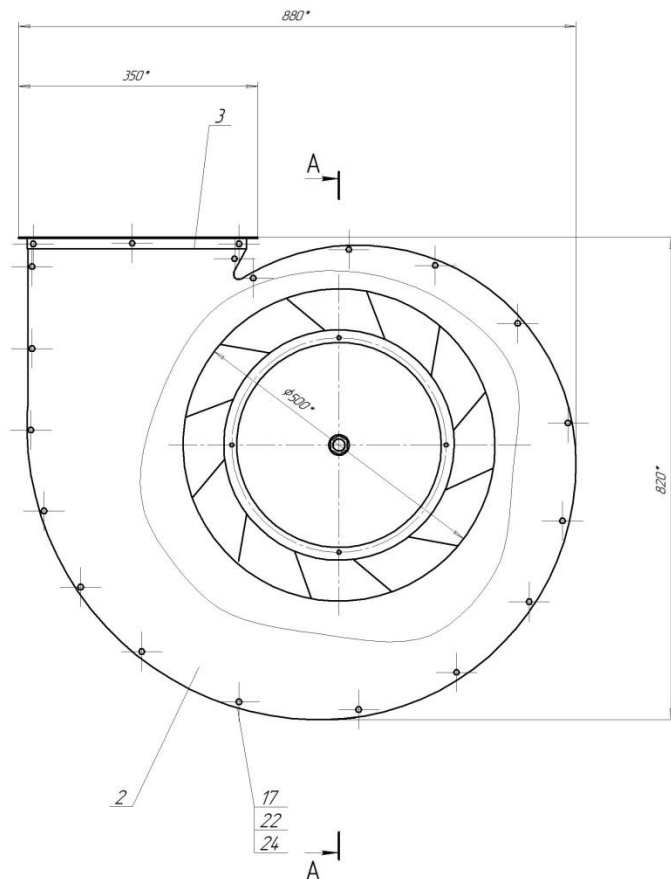


$$Y=f(X_1; X_3)$$



$$Y=f(X_2; X_3)$$

[illegible]



1. Невказані граничні відхилення розмірів $\pm 1/16/2$.
2. Парожники корпусу (поз. 8) під час збирання заповнити салдолем.
3. Після збирання вал вентилятора повинен одертатись вільно від руки.
4. *Розміри для довідок.

MP 00.010.05				Лист			Рисунка		
Вентилятор				24			14		
-				Лист			Листов 1		
ЦНТУ				ар. А1-2019(3)			Формат А1		