

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«____» _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Вдосконалення технології вирощування соняшнику із
дослідженням агрегату для післязбирального очищення насіння»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи AI-23M-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Пророк Богдан Володимирович

«____» _____ 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«____» _____ 2024 р.

Рецензент

професор, докт. техн. наук

_____ Микола МОРОЗ

«____» _____ 2024 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма ОПІ «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Пророк Богдану Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Вдосконалення технології вирощування соняшнику із дослідженням агрегату для післязбирального очищення насіння

- ## 2. Керівник роботи (проекту)

Лещенко Сергій Миколайович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

- ### 3. Строк подання роботи до захисту

- #### 4. Мета та завдання дипломної роботи (проекту)

- ## 5. Перелік графічного матеріалу

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання
« ____ » _____ 2024 р.

Підпис керівника

(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« ____ » _____ 2024 р.

Підпис здобувача _____
(прізвище та ініціали)

Анотація

Тема: «Вдосконалення технології вирощування соняшнику із дослідженням агрегату для післязбирального очищення насіння»

технологія вирощування соняшнику, зерноочисна машина, легкі домішки, ефективність очищення насіння, замкнена пневмосистема зерноочисної машини, джерело повітряного потоку

Під час виконання даної роботи проведено огляд і аналіз базової технології вирощування насіння соняшнику в умовах конкретного господарства Кіровоградської області. Проведено розрахунок основних показників технологічного процесу та обґрунтовано основні засоби механізації, які найліпше використовувати на різних етапах виробництва соняшнику. Підтверджена технологічна доцільність використання на етапі очищення насіння соняшнику зерноочисного агрегату МПО-50 після його незначного вдосконалення.

На основі даних випробувань зерноочисних машин, із урахуванням наукових досягнень і новітніх відкриттів у сфері зерноочистки, було внесено певні зміни в конструкцію машини МПО-50, серед запропонованих змін такі. Розраховано та обґрунтовано оптимальну глибину пневмосепаруючого каналу, яка становить 1250 мм. У серійній моделі цей розмір не був достатньо обґрунтований та був більшим, що дало змогу зменшити енергоємність машини без погіршення якості очищення. Вдосконалено конструкцію вентилятора, зокрема обґрунтовано кількість його лопатей, кількість яких збільшено до 25 штук. Змінено загальну конструкцію вентилятора, що спростує виробництво такого джерела повітряного потоку і забезпечує необхідну рівномірність повітря в пневмосистемі зерноочисної машини без його пульсації при роботі агрегату в будь-якому із дозволених режимів.

Під час аналітичних досліджень, керуючись законом збереження енергії потоку в замкненій пневмосистемі зерноочисного агрегату, були виведені теоретичні залежності, якими можна скористатися для визначення конструктивних і швидкісних параметрів роботи пневмосистеми залежно від параметрів вентилятора.

Abstract

Topic: «Improvement of sunflower cultivation technology with the study of a unit for post-harvest seed cleaning»

sunflower growing technology, grain cleaning machine, light impurities, seed cleaning efficiency, closed pneumatic system of grain cleaning machine, air flow source

During the execution of this work, a review and analysis of the basic technology of growing sunflower seeds in the conditions of a specific farm in the Kirovograd region was conducted. The main indicators of the technological process were calculated and the main means of mechanization were justified, which are best used at different stages of sunflower production. The technological feasibility of using the MPO-50 grain cleaning unit at the stage of cleaning sunflower seeds after its minor improvement was confirmed.

Based on the data from tests of grain cleaning machines, taking into account scientific achievements and the latest discoveries in the field of grain cleaning, certain changes were made to the design of the MPO-50 machine, among the proposed changes are the following. The optimal depth of the pneumatic separation channel was calculated and justified, which is 1250 mm. In the serial model, this size was not sufficiently justified and was larger, which made it possible to reduce the energy consumption of the machine without deteriorating the quality of cleaning. The design of the fan was improved, in particular, the number of its blades was justified, the number of which was increased to 25 pieces. The general design of the fan has been changed, which simplifies the production of such an air flow source and ensures the necessary uniformity of air in the pneumatic system of the grain cleaning machine without its pulsation when the unit is operating in any of the permitted modes.

During analytical studies, guided by the law of conservation of flow energy in the closed pneumatic system of the grain cleaning unit, theoretical dependencies were derived that can be used to determine the design and speed parameters of the pneumatic system depending on the parameters of the fan.

Зміст

1. Вступ.....	7
2. Технологічна частина	8
3. Наукова частина	33
4. Охорона праці.....	61
5. Обґрунтування ефективності вдосконалень.....	63
6. Висновок	65
Список використаної літератури	66
Додатки.....	69

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Сьогодні в умовах війни Україна продовжує нарощувати обсяги продукції рослинництва, утримувати лідируючі позиції серед виробників широкого спектру зернових та олійних культур. Так, протягом багатьох років саме наша держава є одним із основних виробників соняшникової олії та вирощування соняшнику. Навіть у складних умовах сьогодення рослинництво залишається основною фінансово наповнюючою складовою місцевих бюджетів і бюджету держави. На більшість орних угідь Кіровоградщини вирощують зернові-колосові, технічні та інші культури. Останнім часом збільшуються посіви олійних культур, зокрема соняшнику, сої, ріпаку та ін. Вирощування наведених олійних дозволяє значно підвищити економічну ефективність господарювання, отримати більш стабільні врожаї та якісну і конкурентоздатну продукцію.

Значна кількість посівних площ базового господарства ще з 2010 р. відводилася на вирощування соняшнику, ця тенденція зберігається і сьогодні. Соняшник в господарських умовах вирощують за типовою технологією для регіону, оскільки ґрунтово-кліматичні умови та наявна агротехніка дозволяє вчасно та в повністі проводити комплекс необхідних технологічних операцій.

При реалізації технології вирощування соняшнику виникли деякі проблеми із очищенням зібраного врожаю, оскільки під час приймання зібраного збіжжя на пункти подальшої її переробки, вартість напряду пов'язана із чистотою та сортністю насіння. В попередні роки очищення насіння відбувалося на повітряно-решітних ворохоочисниках ОВС-25. Використання цих машин не дозволяє повністю очистити насіння від домішок, а тому питання вдосконалення технологічного процесу очищення насіння соняшнику є актуальним. Виходячи із вищенаведеного, в даній роботі робиться спроба вдосконалити технологію вирощування соняшнику із дослідженням агрегату для післязбирального очищення насіння.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Пророк				Пояснювальна записка		
Перевір.	Лещенко						
Реценз.							
Н. Контр.	Мачок						
Затверд.	Васильковський						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						7	
					ЦНТУ, гр. АІ-23М-1		

2. Технологічна частина

2.1. Характеристика культури, що вирощується

Найпоширенішою і популярною олійною культурою, яка вирощується в Україні протягом багатьох років залишається соняшник. Порівняно із іншими олійними культурами його посіви займають близько 70% посівних площ та складають до 85% валового збору. З соняшникового насіння виробляють близько двох третин всієї олії рослинного походження.

Соняшникова олія має дуже важливе народногосподарське значення. Її використовують в їжу у натуральному вигляді, часто і дуже широко застосовують у харчовій, текстильній, парфумерній, лакофарбовій та інших галузях промисловості для виробництва маргарину, мила, оліфи, лінолеуму, стеарину та багатьох інших продуктів і матеріалів.

Побічні продукти переробки насіння соняшнику, такі як шрот і макуха є поживним і корисним кормом для тваринницької галузі. Досить часто соняшник вирощують як складову силосу та на зелений корм.

Вже відмічалось вище, що соняшник – це основна олійна культура України, а у загальних державних закупівлях насіння олійних питома вага соняшникового насіння сягає 96%. Загалом у валовому виробництві рослинних олій до 98% припадає на виробництво соняшникової олії.

В зернівках насінин соняшнику містить до 50-56% рослинної олії у виміру від сухої маси насіння та близько 16,5% протеїну. Соняшникова олія характеризується високими смаковими якостями, є лідером за засвоюваністю організмом, що складає 86...91% та своєю калорійністю, на рівні 929 ккал, що вигідно виділяє олію порівняно із іншими жирами, в тому числі і рослинного походження. Олія соняшнику вміщує близько 62% ліноленової кислоти, причому біологічно активної, широкий спектр вітамінів, таких як А, Д, Е, К. Вироблену соняшкову олію вживають в їжу без додаткових обробок, застосовують під час виробництва консервів, маргарину, кондитерських

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

виробів тощо. Найнижчі сорти соняшnikової олії є сировиною для виготовлення фарб, оліфи, лаків, мила та ін.

Під час переробки соняшnikового насіння на рослинну олію у вигляді неосновного продукту одержують до 33% макухи, що є багатою на білки – 33...36%; жири – до 5...7% та ще додатково містить велику кількість мінеральних солей і вітамінів. Кошики рослин соняшнику, вихід яких складає від 56 до 60% врожаю насіння після обмолоту можуть використовуватися у вигляді корму для овець та ВРХ, а за своєю поживністю вони є близькими до сіна трав'яних культур. Із лузги соняшнику, яка складає 16...22% від маси насіння виготовляють спирт етиловий, кормові дріжджі, фурфурол, який є сировиною для виготовлення штучних волокон, пластмас та ін.

Соняшник є цінною і поживною кормовою культурою. Зеленою масою соняшнику разом із бобовими, кукурудзою та деякими іншими рослинними культурами годують велику рогату худобу, а також ця культура є придатною для силосування.

Відомо, що з 1 га соняшнику, за умови його врожайності 20 ц/га в господарствах отримують близько 10 ц. олії, до 8 ц. шроту чи макухи, 12 ц. кошиків сухих рослини, 4 ц. соняшnikової лузги та до 35...40 кг меду.

Вважається що соняшник є однією із найбільш прибуткових технічних культур, що культивуються в нашій державі а рентабельність його вирощування є однією із найвищих порівняно із іншими агрокультурами. За статистичними даними площа посіву соняшнику в нашому регіоні за останні роки складала в середньому 1300...1400 тис. га. Середня врожайність не перевищувала 11,8...14 ц/га а валовий збір насіння соняшнику досягав 4500...5800 тис. тон. Крім Кіровоградщини основними виробниками соняшнику вважаються Дніпропетровська, Запорізька, Полтавська, Донецька та Харківська області, які у своїй сукупності забезпечують виробництво 2/3 від загального збору цієї культури в Україні.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Біологічні та морфологічні особливості соняшника

Сільськогосподарська культура соняшник відноситься до родини айстрових (Asteraceae) роду *Helianthus*. Загалом існує два види соняшнику це культурний (*Helianthus cultus* Wenzl) та дикорослий (*Helianthus ruderalis* Wenzl). Варто зазначити, що у культурного соняшнику розрізняють два підвиди – перший підвид – соняшник посівний (subsp. *sativus*) і другий – соняшник декоративний (subsp. *ornamentalis*). Сільськогосподарська культура соняшник польовий це однорічна технічна рослина (рис. 1, рис. 2), що має стрижневу кореневу систему, яка є достатньо розгалуженою в боки (на 100...120 см та може проникати в ґрунт на глибину від 2 до 4 м. Стебло соняшнику є прямостоячим та грубим, при цьому виповнене всередині стебла губчастою серцевиною, часто поверхня стебла вкрита жорсткими волосинками, а загальна висота стебла соняшнику може відрізнятись в залежності від сорту і особливостей вирощування від 0,7 до 2,5 м., а силосні форм цієї рослини можуть взагалі досягати висоти 3...4 м і більше. Зустрічаються карликові форми соняшнику, що мають висоту стебла всього 50...70 см. Листова маса рослини соняшник має черешкову форму є достатньо крупним та густо опушеним. Пластинки рослини переважно овально-серцеподібні із пилчастими зазубреними краями. Поряд із цим нижні листки рослин – супротивні мають 1...2 пари сім'ядоль, решта листків – почергові. Під час росту на одній рослині формується у гібридів та скоростиглих сортів соняшнику 15...25 листків, у пізньостиглих сортів більше – 30...35 листків.

Суцвіттям соняшнику є кошик, який має форму плоского або ж опуклого диска із діаметром, що може досягати 20 см і більше (рис. 1. б, рис. 2). Диск по бокам обгорнено кількома рядами листочків, що фактично є недорозвиненими. Крайні квітки, що формуються є язичковими та великими, при цьому розміщуються по колу кошика. Ці квітки в більшості випадків є безплідними (безстатевими) та мають оранжево-жовте забарвлення. Ці язичкові квітки виконують функцію приваблення комах, що важливо для запилення.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

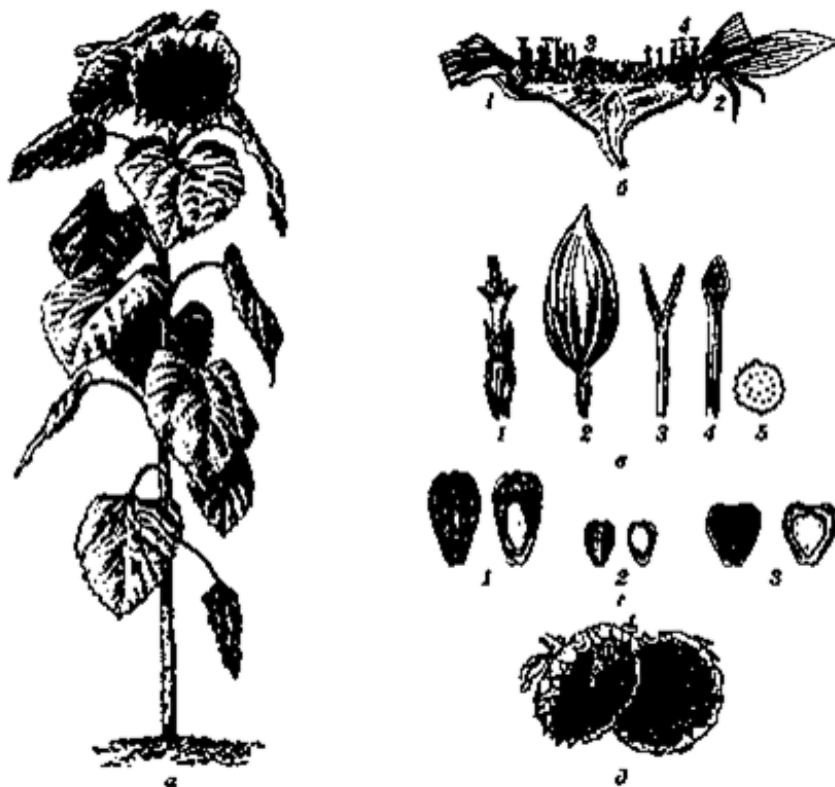


Рис. 1. Ознаки рослини соняшник:

а – рослина у повний ріст; б – будова сформованого кошика; в – окремі елементи квітки соняшнику; г – соняшникове насіння; д – кошики



Рис. 2. Загальний вигляд рослини соняшник та її характерних частин

На самій квітколожі кошика соняшнику колами розміщуються трубчасті квітки, які є двостатевими та мають плівчасті прицвітники, що закінчуються зубцями, ще й жорсткими при їх досяганні. Кожна із квіток рослини має чітко сформовану маточку із нижньою одногніздою зав'яззю. Віночок є п'ятизубчастим та має колір від світло-жовтого до темно-оранжевого. Загальна кількість тичинок складає п'ять штук, а нитки тичинок вільні, пиляки утворюють кільце і зрослися між собою. Приймочка маточки квіток дволопатева (рис. 1, в) 3). Під час створення в полі сприятливих умов на одному кошику соняшника може утворюватися 1000...1200 квіточок. Кількість цих квіточок суттєво скорочується у разі запізнення із прорідженням посівів що є загущеними до моменту утворення 3...5 пар листочків у середньоранніх сортів та 5...7 пар листочків у більш пізніх сортів соняшнику. Саме на цьому етапі вегетації у рослин соняшнику відбувається яскраво виражена диференціація точки росту на бугорки квіткові, це фактично закладається майбутній врожай. З цих міркувань, на цьому етапі росту, а це складає 2...3 тижні після сходження рослин соняшник потребує максимально гарного догляду за посівами.

Трубчасті квітки рослини розкриваються в певній послідовності, що відбувається від периферії до центру кошика соняшника. Період цвітіння одного кошика рослини в середньому становить 8...10 діб.

Соняшник є перехресно запилюваною рослиною, у якій пиляки дозрівають раніше, ніж приймочки, що й сприяє природньому перехресному запиленню. Часто на полях господарств певна частина квіток рослини залишається незаплідненою, що призводить до формування пустозерності та загалом призводить до загального зниження врожаю соняшнику. Якщо порожні насінинки соняшнику скупчені в центральній частині кошика, це свідчить про дефіцит вологи в ґрунті, коли пустозернистість розосереджена в різних зонах кошика рослини це свідчить про неповне чи неякісне запилення квіток. Пустозерність соняшнику можна суттєво знизити, за умови штучного

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

вивезення на посіви соняшнику вуликів із бджолами.

Плодом соняшнику є сім'янка із дерев'янистою плодовою оболонкою, що на рослині не зростається із насіниною. Сама насінина соняшника (ядро) є вкритим прозорою тонкою оболонкою. Оболонка плода ще має назву лузга зверху вкрита епідермісом, колір якого є досить різним і може бути чорний, білий, сірий, чорно-фіолетовий, коричневий тощо.

Для сортів олійного соняшнику, які зараз вирощують найчастіше, важливим є утворення в оболонці зернівки сім'янки особливого панцирного темнозабарвленого шару, який утворюється декількома послідовними шарами здерев'янілих клітин склеренхіми. До складу цього панцирного шару обов'язково входить фітомелан, у якому є до 76 % вуглецю, ця речовина є нерозчинною у воді, кислотах та лугах і фактично захищає плоди соняшнику від їх пошкодження міллю.

З точки зору морфологічних ознак фахівці виділяють три типи соняшнику.

Лузальний соняшник, має відносно товсте та високе до 4 м. стебло, крупне лапате листя і кошики, що мають діаметр 17...46 см. Сім'янки лузального соняшнику великі та мають товсту лузгу. На етапі дозрівання ядро (насінина) соняшнику тільки наполовину заповнює всю сім'янку. Маса 1000 насінин цього соняшнику складає 100...200 гр. Відсоток плодових оболонок (лузжистість) соняшнику 46...56% а олійність насіння є низькою.

Олійний соняшник характеризується порівняно із іншими тонким стеблом, висотою не більше 1,5...2 м. Сім'янки рослини є дрібнішими порівняно із лузальним типом цієї культури. Лузга олійного соняшнику тонка, поряд із цим ядро заповнює повністю внутрішню порожнину сім'янки. Маса 1000 насінин 50...100 гр, лузжистість 22...30 %. Вміст олії в насінні більшості сортів і гібридів олійного соняшнику складає 48...50 %.

Межеумок – це рослина, що умовно входить до проміжної групи, яка за певними ознаками нагадує олійний чи лузальний соняшник. За товщиною і

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

висотою стебла, розмірами листкової маси, кошиків межунок дуже подібний до лузального соняшнику, поряд із тим за виповненістю сім'янок межунок максимально близький до олійного соняшнику.

Олійний соняшник добре вирощувати в умовах степових та лісостепових регіонів України, для яких характерні високі літні температури та низька вологість повітря. Завдяки своїй екологічній адаптованості, соняшник, як сільськогосподарська культура легко і швидко пристосовується до різних умов його вирощування.

Насіння соняшнику починає проростати при температурах $+3...+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а оптимальна температура для активного сходження соняшнику вважається $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, що забезпечує появу сходів молодих рослин вже на $7...8$ день. Активні температури для фази сходження становлять $140...160\text{ }^{\circ}\text{C}$, а за весь вегетаційний період – від $1600...1800\text{ }^{\circ}\text{C}$ для ранніх сортів і до $2300\text{ }^{\circ}\text{C}$ для пізніх сортів соняшнику. Найкращім температурним режимом для цвітіння соняшнику вважається діапазон температур $+25...+27\text{ }^{\circ}\text{C}$; поряд із цим, за умов, коли температури перевищують $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ фотосинтез рослин припиняється і соняшник може повністю загинути (засохнути), якщо такі режими будуть тривати достатньо довго. Весняні заморозки до $-5...-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ затримують ріст, а осінні до $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ призводять до загибелі рослин соняшнику.

Соняшник є посухостійкою сільськогосподарською культурою завдяки кореневій системі, що залягає глибоко і може використовувати значну кількість води ($3000-6000\text{ т/га}$ за сезон) в тому числі і з нижніх ґрунтових горизонтів. Найважливішим є забезпечення рослин вологою у фазі цвітіння та наливання насіння, оскільки її нестача призводить до зниження врожайності.

Ця культура найкраще росте на чорноземах з нейтральною або слабколужною реакцією ґрунту. Легкі піщані, солонцюваті та кислі ґрунти менш придатні. Соняшник світлолюбний, а затінення або хмарна погода негативно впливають на його розвиток.

Веgetаційний період соняшнику в Україні триває $80...130$ діб і включає

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кілька фаз розвитку. Від сівби до повного досягання розрізняють такі фази: сходження, формування першої пари листків, утворення кошика, цвітіння, досягання. Тривалість періодів між фазами розвитку рослин у найпоширенішій середньостиглої групи сортів соняшнику складає: від сівби до сходів 14...16 діб, від сходів до утворення кошика 37...43 діб, від утворення кошика до цвітіння 27...30 діб та від цвітіння рослини до повного досягання 44...50 діб. У ранньостиглих форм ці періоди між фазами є коротшими, та відповідно у середньопізніх сортів періоди між фазами розвитку є довшими.

В Україні вирощують понад 70 сортів і гібридів соняшнику, серед яких виділяють середньостиглі, середньоранні, ранньостиглі та скоростиглі. Останні зазвичай мають нижчу врожайність, проте підходять для повторних посівів. Найвищу врожайність і вміст олії забезпечують середньостиглі та середньоранні сорти.

Для ефективного використання природних ресурсів, наявної техніки у господарствах, гарантованого отримання врожаю та зручності збирання соняшнику рекомендується в межах одного господарства вирощувати кілька сортів або гібридів одночасно.

2.3. Базова технологія виробництва соняшнику у господарських умовах та пропозиції по її вдосконаленню

Існуюча в господарстві технологія виробництва соняшнику базується на послідовному і вчасному проведенні ряду технологічних операцій, які мають базуватися на принципах ресурсо- та енергозбереження і направлені на забезпечення найбільш сприятливих умов для росту і розвитку рослин та їх вчасного збирання.

Є фактом, що під час вирощування соняшнику на одному і тому ж полі тільки через 8...10 років зникає ризик зараження карантинними хворобами і шкідниками, якщо ж соняшник вирощують із перервою між цією культурою у діапазоні 4...5 років, то ймовірність ураження рослин соняшнику хворобами

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та шкідниками є дуже високою а якість зібраного насіння суттєво погіршується.

Гарними попередниками для вирощування соняшнику є ті культури, після вирощування яких у ґрунті залишається велика кількість поживних речовин і води. У Степовій зоні нашої держави найефективніша сівозмінна в якій соняшник вирощують після озимої пшениці або ж кукурудзи. Небажаними попередниками для вирощування соняшнику є ячмінь, цукровий буряк та овес.

Для того, щоб вирощений врожай соняшнику можна було легко зберігати та використовувати для продовольчих потреб і в якості посівного матеріалу, слід провести очищення насіння від домішок і довести збіжжя до відповідних кондицій, як з точки зору чистоти насіння, так і за його вологістю. Саме після проведення очисних та сушильних робіт із соняшниковим насінням відбувається підвищення його товарної цінності, зменшуються загрози псування і втрат врожаю в результаті його зберігання.

Лущення стерні попередника

Операція лушення стерні проводиться на полях господарства з метою заробки поживних решток попередника, підрізання бур'янів та провокування висіяних бур'янів до проростанням із подальшим їх знищенням на наступних операціях, розпушення поверхневого шару з ціллю зниження випаровування вологи та ефективнішого поглинання ґрунтом опадів, підвищення якості наступних операцій по подрібненню ґрунту і зниження близько 30% тягового зусилля на проведення операцій основного обробітку ґрунту. Крім переліченого під час лушіння стерні попередника відбувається знешкодження збудників хвороб та більшості шкідників культурних рослин.

Якщо вирощування соняшнику проводиться після зайнятого пару, лушення проводять дисковими лушильниками. Агрономи підтверджують, що на ґрунтах після лушених насіння бур'янів під час всього технологічного процесу вирощування культури проростає в тричі рідше, ніж на посівах, на яких лушення не проводилося. Це пояснюють тим, що насіння бур'янів до його

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

висихання потрапляє в ґрунтове середовище і це вологе насіння атакується і знешкоджується мікроорганізмами із ґрунту.

Агротехнічні вимоги до лушення. Технологічний процес лушення проводять на полі відразу після збирання культури-попередника. Причому, лущити відразу за збиранням без перерви в часі є пріоритетним, адже в такому випадку на необробленому полі волога випаровується в 3-4 рази швидше. Допускається, щоб час між збиранням і лушенням на полі господарства не перевищував однієї доби.

Регламентуються агровимогами наступні параметри при проведенні лушення: відхилення глибини обробітку від заданої не має перевищувати $\pm 1,5$ см; має забезпечуватися повне підрізання бур'янів; кількість стерні попередника, що залишається на поверхні поля після операції – не більше 4 %; висота гребенів та глибина впадин на поверхні поля може бути на рівні ± 4 см; перекриття в полі суміжних проходів лущильників в межах 15 см; не допускаються необроблені ділянки поля та огріхи; розвальна борозна, що формується на стику середніх батарей лущильника і завальний гребінь, що нагортається крайніми дисками мають бути не більшими за глибину обробітку; лущильники повинні проводити процес лушення вздовж максимальної за довжиною сторони поля. Під час лушення стерні обробіток на полях із нахилами місцевості проводять впоперек до схилу. Рекомендовані швидкісні режими для роботи дискових лущильників не можуть перевищувати 2,8 м/с., що складає до 10,08 км/год. Поверхня поля після лушення повинна мати дрібнокомкувату структуру та має бути вирівняною.

У базовому господарстві для проведення операції лушення використовують агрегат, що складається із трактор ДТ-75М та гідрофікованого дискового лущильника ЛДГ-10. Глибина обробітку ґрунту складає 6 см, при кута атаки лущильника на рівні 35° .

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Операції внесення мінеральних добрив

Щоб в господарських умовах виростити 1 ц. насіння соняшнику рослина із ґрунтового розчину повинна засвоїти до 15,5 кг калію, 6,5 кг азоту та близько 2,7 кг фосфору. На полях базового господарства при вирощуванні соняшнику найбільш доцільно вносити азотні та фосфорні добрива $N_{30}P_{60}$.

Для транспортування мінеральних добрив використовують автомобіль ГАЗ-53 а процеси навантаження та розвантаження добрив проводять вручну. Добрива вносять розкидним способом із подальшою їх заробкою на етапі проведення наступних операцій. Основним агрегатом для внесення добрив розкидним способом є трактор МТЗ-80 та розкидач добрив МВУ-0,5 із швидкістю руху під час розкидання до 12 км/год.

Агротехнічні вимоги до внесення добрив наступні: нерівномірність розкидання добрив по поверхні не повинна перевищувати $\pm 25 \%$; відхилення заданої норми внесення добрив від фактичної має бути на рівні $\pm 10\%$; вологість гранул добрив при внесенні має відповідати нормативам; розриви в смугах внесення між сусідніми проходами агрегату по полю не допускаються; перекриття при внесення добрив допускається на рівні 5% від ширини захвату розкидача; пропуски та поворотні смуги без розкиданих добрив не допускаються.

Основний обробіток ґрунту

Основний обробіток ґрунту під вирощування соняшнику в господарстві проводиться у вигляді традиційної оранки. Операція проводиться після проростання більшості бур'янів, але рекомендується її реалізувати не пізніше ніж за 15...20 діб після проведення лушення стерні попередника. Проведення глибокої оранки дозволяє зменшити забур'яненість полів як багаторічними так і однорічними бур'янами.

Агротехнічні вимоги до оранки: відхилення середньої глибини оранки від встановленої не має перевищувати $\pm 1-2$ см; ґрунт після проходу агрегату має бути перевернутим, подрібненим на більш дрібні частки та укладений на

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

поверхню поля без значних порожнин; поверхня після оранки не повинна мати високих звальних гребенів та глибоких розвальних боріз, крім цього не допускається отримання розривів між суміжними проходами ґрунтообробного агрегату; висота гребенів після оранки не має перевищувати 3...5 см; всі бур'яни, рослинні рештки, що є на поверхні поля, внесені розкидним способом добрива мають бути повністю закритими ґрунтом; пропуски та незорані клини на полі мають бути виключеними.

Для здійснення в господарстві операції полицевої оранки застосовують агрегат у складі трактора Т-150 та плуга лемішного ПЛН-5-35. Під час основного обробітку під соняшник глибина оранки повинна бути не менше 28 см. при цьому швидкість руху орного агрегату допускається до 10 км/год.

Весняне закриття вологи

Для проведення закриття вологи в господарстві проводять боронування, яке починають в полі максимально рано, коли не спостерігається залипання робочих органів та на рушії не налипає ґрунт. Боронування зораного поля проводять впоперек до попереднього обробітку для того, щоб сповільнити випаровування вологи з поверхні ґрунту і частково провести вирівнювання поверхні поля.

Агротехнічні вимоги до боронування: боронувальні агрегати мають рівномірно розпушувати поверхню ґрунту, руйнувати глиби та обробляти поле на глибину 5...8 см; розмір грудок в полі після боронування не має перевищувати 5 см за умови, що вологість ґрунту є нормальною; висота гребенів після боронування не повинна бути більшою за 3 см.

Склад агрегату для боронування, що працює в господарстві при підготовці поля до посіву соняшнику такий: трактор Т-150, зчіпка СГ-21 та 7 борін БЗСС-1.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Передпосівна культивуація

Метою операції є якісна підготовка поля під посів, створення сприятливих умов для подальшого проведення розпушування міжрядь після того, як рослини сходять та знищення бур'янів що проросли на етапі догляду за посівами.

Агротехнічні вимоги до культивуації: ґрунт повинен оброблятися повністю і рівномірно на глибину, яка дещо перевищує глибину посіву із створенням однакової дрібнокомкуватої поверхні поля; відхилення середньої глибини поверхневої культивуації від встановленої має становити ± 1 см; глибина борід та висота гребенів після культивуації не повинна бути більшою за ± 4 см.

В базовому господарстві передпосівну культивуацію під посів соняшнику виконують агрегатом у складі трактора ДТ-75М, зчіпки СП-11 та двох культиваторів КРН-4,2; за умови робочої швидкості ґрунтообробного агрегату в межах 5...11 км/год.

Навантаження та транспортування насіння соняшнику і добрив

В господарстві насіння соняшнику в транспортний засіб проводять із бункера накопичувача зерноочисного комплексу ЗАВ-20, що змонтовано на току господарства. Транспортують насіння соняшнику вантажівкою ЗІЛ-ММЗ-554М, а для транспортування мінеральних добрив використовують автомобіль ГАЗ-53. Завантаження посівних агрегатів проводиться в господарстві вручну.

Сівба соняшнику

Для проведення посіву соняшника насіннжвий матеріал повинен бути крупним, близьким за розмірами, мати схожість на рівні 90...95 % та чистоту 98 % і вище. Сіють соняшник у господарстві пунктирним способом із точним дозуванням насінин із встановленою відстанню по довжині рядка, при цьому стандартна ширина міжряддя складає 70 см.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Агротехнічні вимоги до посіву насіння соняшника: відхилення норми висіву соняшника від заданої має складати $\pm 4 \%$; відхилення норми внесення мінеральних добрив від встановлених допускається на рівні $\pm 10 \%$; відхилення заробки насіння від за глибиною розміщення має бути не більше ± 1 см; не допускається наявність на денній поверхні поля незаробленого насіння; відхилення ширини стикових міжрядь під час посіву соняшнику має бути не більше ± 2 см; огріхів та пересівів по полю бути не повинно.

Агрегат для посіву соняшнику складається з трактора ЮМЗ-6 та універсальної пневматичної сівалки СУПН-8А.

Досходове та післясходове боронування посівів соняшнику

Одним із дуже важливих прийомів по догляду за посівами соняшнику в господарстві є досходове і післясходове боронування. Для проведення досходового боронування використовують середні борони, а операцію проводять через 5...6 діб після проведення операцій посіву, коли паростки соняшнику ще знаходяться на глибині, достатній для того, щоб зуби борін не пошкоджували культурні рослини а лише знищували паростки бур'янів на ранніх етапах розвитку (у фазі «білої нитки»).

Післясходове боронування посівів соняшнику проводять на полі тоді, коли рослини соняшнику формують 2...3 пари повноцінних листки. Боронування післясходове в господарстві намагаються провести тоді, коли відносна вологість повітря є найнижчої, що створює умови для зменшення ламкості молодих рослин соняшнику.

Складом агрегату для боронування посівів соняшнику в господарстві – трактор Т-150, зчіпка СГ-21 та сім зубових борін БЗСС-1.

Догляд за посівами соняшнику

Кількість операцій по догляду за посівами соняшнику залежить від забур'яненості посівів, утворення дощової кірки та ущільнення ґрунту в міжряддях. Глибина проведення першої культивуації при догляді за посівами соняшнику складає 10...12 см. під час першої міжрядної культивуації

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

соняшнику проводять роботи з ціллю запобіганню утворення тріщин на поверхні поля, забезпечуються умови для збереження вологи у ґрунтовому середовищі та проводять руйнування великих грудок, що виникли під час проведення попередніх технологічних операцій.

Наступні операції догляду за посівами соняшнику проводять із поступовим зменшенням глибини ходу робочих органів культиваторів до 8...10 см.

Для проведення операцій міжрядного обробітку соняшнику в господарстві використовують агрегат у складі трактора ЮМЗ-6 та культиватора-рослинопідживлювача КРН-5,6.

Збирання врожаю соняшника в господарстві

Збирання соняшнику в господарстві проводять у стадії воскової стиглості, коли рослин на полі з жовтими та жовто-бурими кошиками на полі не перевищує 12...16 %, а з бурими та сухими рослинами – 85...88 %. Збирати соняшник слід починати за умови, що вологість насіння складає 12...14 %. За кілька днів до початку збирання соняшнику периметр поля обкошують та проводять розбивання на загінки, проводять роботи із прокладання транспортних та розвантажувальних магістралей.

Соняшник у базовому господарстві збирають використовуючи зернозбиральний комбайн ДОН-1500Б та пристосування для збирання соняшнику ПСП-10.

Жатку комбайна встановлюють по висоті таким чином, щоб передні кінці стебlopідйомників були розташовані на 10...15 см нижче порівняно із полеглими корзинками рослин а частоту обертання молотарки комбайна знижують до 450...550 об/хв.

Транспортування зібраного насіння соняшнику

Щоб виконати транспортування зібраного насіння соняшнику від комбайна до току господарства використовують автівку ЗІЛ-ММЗ-555, із номінальною вантажопідємністю 4 т. Під час транспортування врожаю

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

середня відстань перевезень становить до 10 км а середня швидкість завантаженого насінням автомобіля 30 км/год.

Очищення насіння соняшнику в господарстві

Зібраний врожай соняшнику після його збирання з поля містить велику кількість включень (домішок), що мають різне походження і фізико-механічні властивості. Так, в зібраному збіжжі крім насіння соняшнику є велика кількість насіння інших культур та бур'янів, комахи, рослинні рештки, металеві та мінеральні включення та ін.

Соняшник, який має продовольче призначення очищають від домішок та доводять його до кондицій, що є сприятливими для зберігання. Поряд із цим, насіння, що буде використовуватися в якості посівного матеріалу крім очищення і сушіння потрібно додатково відсортувати за об'ємною вагою і розмірами. Вологість насіння соняшнику, що має продовольче призначення повинна становити 16...19%, при цьому вміст домішок насіння інших культур у воросі має не перевищувати 15% а вміст домішок насіння бур'янів не може бути більше 8 %.

Попереднє очищення насіння соняшнику має забезпечити якісне виділення із загальної маси більшість вологих та крупних домішок, зменшити загальну вологість зібраного врожаю та створити умови сприятливі для подальшого зберігання насіння а за умови підвищеної вологості врожаю – до сушіння. Загальний вміст домішок після проведення попереднього очищення має знизитися не менше ніж на 50%. Такі технологічні операції слід проводити зерноочисними машинами загального призначення.

Вторинне очищення насіння соняшнику реалізують в господарстві з ціллю доведення його показників до чистоти насінневого матеріалу, що складає на рівні 99,5 %.

Для виконання операції первинного та вторинного очищення врожаю соняшнику в базовому господарстві застосовували ОВС-25 запропоновано замінити на зерноочисну машину МПО-50, яка має як свої переваги так і недоліки, що опишемо нижче.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Обґрунтування технології очищення насіння соняшнику

Розробка операційно-технологічної карти післязбирального очищення соняшнику в господарських умовах

Ретельний огляд існуючої технологічної карти на вирощування соняшнику в господарських умовах дав можливість виявити певні недоліки і проблемні етапи, усунення яких дасть змогу поліпшити ефективність вирощування соняшнику. Значним недоліком, на наш погляд, є проведення попереднього очищення зібраного насіння застарілою та енергоємною зерноочисною машиною ОВС-25, яка є достатньо низькопродуктивною, а якість проведення очисних операцій залишається низькою, до того ж ще й існує висока ймовірність пошкодження насіння соняшнику робочими органами та елементами ЗОМ. На етапі вдосконалення технологічного процесу вирощування соняшнику під час післязбирального очищення його насіння використовувати зерноочисну машину МПО-50, продуктивність якої на етапі попереднього очищення є вдвічі вищою порівняно із базовим зерноочисним агрегатом.

Очищення соняшнику повинно проводитися на току господарства зерноочисною машиною МПО-50, робочі органи якої під час проведення технологічних операцій попереднього очищення забезпечують загальну продуктивність агрегату до 50 т/год насіння соняшнику, за умови, що його вологість не перевищує 20% а засміченість домішками є не більшою за 20%. ЗОМ працює стаціонарно на току господарства від електричної мережі, привід на робочі органи здійснюється від електродвигуна, а її обслуговування під час роботи проводить один оператор.

Зібране з поля насіння соняшнику, яке потрапляє на тік господарства після прямого комбайнування в полі рослини вміщує в собі насіння основної культури, зерно і насіння інших сільськогосподарських культур, насіння бур'янів, різних включень і рослинних решток, комах, металевих та мінеральних включень.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Насіння соняшнику, що заплановано використовувати для продовольчих цілей, яке буде зберігається на складах і токах до моменту його реалізації чи подальшого обробітку очищають від різних домішок. Насіннєвий матеріал соняшнику на додаток до перелічених очисних операцій ще додатково сортують за об'ємною вагою та розмірами. Сприятлива вологість продовольчого насіння соняшнику для зберігання не повинна перевищувати 16...19%, за умови, що вміст домішок та насіння бур'янів є не більше 5%, вміст домішок зерна інших сільськогосподарських культур – допускається до 15%.

Своєчасне і ефективне очищення насіння соняшнику є операціями, що забезпечують підвищення товарної цінності зібраного врожаю, а також дозволяє скоротити затрати господарства на зберігання збіжжя внаслідок того, що спостерігаються покращені умов зберігання насіння і суттєво знижується чи й повністю нівелюється загроза пліснявіння чи псування вирощеного врожаю.

Розрахунок операційно-технологічної карти на очищення насіння соняшнику

З метою проведення післязбирального очищення насіння соняшнику запропоновано до використання зерноочисної машини МПО-50, яку згідно із інструкцією по експлуатації обслуговує один оператор. Паспортна продуктивність даного зерноочисного агрегату на попередньому очищенні складає $Q_{год}=50$ т/год.

Існуюча технологія в господарстві передбачала використання на току для означених цілей ЗОМ ОВС-25, що має паспортну продуктивністю на рівні 25 т/год.

Змінну продуктивність обох ЗОМ, що проводять очищення соняшнику як за базовою так і за модернізованою технологіями визначимо, скориставшись відомою залежністю:

$$Q_{зм} = Q_{год} \cdot T_{зм},$$

					<i>ТВСЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $T_{зм}$ – тривалість зміни при роботі зерноочисного агрегату на току базового господарства, $T_{зм} = 8$ год.

Після підстановки цифрових значень отримаємо:

$$Q_{зм}^{\delta} = 25 \cdot 8 = 200 \text{ т/зм};$$

$$Q_{зм}^M = 50 \cdot 8 = 400 \text{ т/зм}.$$

Час, за який буде повністю очищено весь обсяг зібраного врожаю соняшнику маємо розрахувати за формулою:

$$T^{\delta} = \frac{4250}{25} = 170 \text{ год};$$

$$T^M = \frac{B_z}{Q_{год}} = \frac{4250}{50} = 85 \text{ год}.$$

де B_z – загальна кількість насіння соняшнику, яка підлягає післязбиральному очищенню на току господарства $B_z = 42500 \text{ ц} = 4250 \text{ т}$.

Маємо змогу знайти загальну кількість нормо-змін, що маємо в господарстві затратити для очищення зібраного соняшнику за формулою:

$$D^M = \frac{T}{8} = \frac{85}{8} = 10,6 \text{ нормо-змін}.$$

Враховуючи розрахунки, прийmemo для модернізованої технології очищення соняшнику зерноочисним агрегатом МПО-50 прийmemo $D^M = 11$ нормо-змін.

$$D^{\delta} = \frac{T^{\delta}}{8} = \frac{170}{8} = 21,3 \text{ нормо-змін}.$$

Це значить, що для базової технології очищення соняшнику ЗОМ ОВС-25 потрібно затратити $D^{\delta} = 22$ нормо-змін.

Виходячи із наведених розрахунків маємо можливість визначити ту кількість агрегатів, які потрібно мати в господарстві для вчасного очищення всього врожаю соняшнику як за базовою так і за вдосконаленою технологією. Цей розрахунок проведемо за формулою:

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n^{\bar{}} = \frac{D^{\bar{}}}{3 \cdot A_c} = \frac{22}{2 \cdot 6} = 1,8.$$

Прийmemo, що за базовою технології очищення потрібно в господарстві мати $n^{\bar{}} = 2$ зерноочисних машини ОВС-25.

$$n^{\text{м}} = \frac{D}{3 \cdot A_c} = \frac{11}{2 \cdot 6} = 0,91.$$

Відповідно, для модернізованої технології очищення соняшнику в господарстві потрібна $n^{\text{м}} = 1$ зерноочисна машина МПО-50.

В останній формулі 3 – кількість змін в господарстві під час проведення очищення врожаю в господарстві протягом робочого дня, $3 = 2$ зміни;
 A_c – агротехнічні терміни, що відводяться на проведення операції попереднього очищення соняшнику, $A_c = 6$ днів.

Для визначення потужності, що потрібна для приводу електродвигуна зерноочисного агрегату із мережі, скористаємося формулою:

$$N_c = \frac{N}{\eta \cdot \cos \varphi},$$

де N – загальна сумарна потужність електродвигуна ЗОМ, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії, із врахуванням витрат, що мають місце в середині електродвигуна приводу, $\eta = 0,94 \dots 0,8$;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності електродвигуна механізму приводу, $\cos \varphi = 0,8 \dots 0,9$.

Після підстановки цифрових значень отримаємо:

$$N_c^{\bar{}} = \frac{8,5}{0,85 \cdot 0,9} = 11,1 \text{ кВт};$$

$$N_c^{\text{м}} = \frac{7,5}{0,85 \cdot 0,9} = 9,8 \text{ кВт}.$$

З ціллю знаходження сили струму, яка потрібна для живлення електродвигуна ЗОМ із мережі (трифазної) змінного струму маємо використати залежність:

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I = 1000 \cdot \frac{N_c}{U \cdot \sqrt{3}},$$

де U – значення напруги в електромережі господарства, В.

$$I^{\circ} = 1000 \cdot \frac{11,1}{380 \cdot \sqrt{3}} = 16,86 \text{ А};$$

$$I^m = 1000 \cdot \frac{9,8}{380 \cdot \sqrt{3}} = 14,89 \text{ А}.$$

Визначимо розрахункові витрати праці при очищенні насіння соняшнику:

$$3_o^o = \frac{1}{25} = 0,04 \text{ люд.} \cdot \text{год.} / \text{т.};$$

$$3_m^o = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ люд.} \cdot \text{год.} / \text{т.}$$

Отже, загальні витрати праці на виконання всього обсягу робіт в господарстві по очищенню соняшнику складає

$$Z_n = \text{Валовий збір ярої пшениці} \cdot 0,02 = x \text{ люд.} \cdot \text{год.}$$

$$Z_{n.o} = 4250 \cdot 0,04 = 170 \text{ люд.} \cdot \text{год.};$$

$$Z_{n.m} = 4250 \cdot 0,02 = 85 \text{ люд.} \cdot \text{год.}$$

Підготовка току господарства до операції очищення соняшнику

Максимальна ефективність роботи зерноочисних машин в господарстві і якість очищення зерна залежать від правильної підготовки до виконання цього процесу та налаштування зерноочисних агрегатів на роботу. Підготовка току господарства передбачає усунення всіх можливих перешкод, які можуть заважати роботі зерноочисної машини, а також вибір і дотримання оптимального напрямку та способу руху агрегату, враховуючи необхідність підключення зерноочисного обладнання до електромережі току. При виборі способу руху необхідно враховувати характер виконуваних робіт, стан і тип покриття току, його довжину, наявність нерівностей і їхній розмір. Обраний спосіб руху має забезпечувати максимально ефективну й економічну роботу

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зерноочисної техніки, а також повне дотримання агротехнічних вимог, встановлених для цих операцій.

Розрахунок величини поворотних смуг завантажувача-транспортера

ЗОМ

Для пересування завантажувачів-транспортерів насіння під час проведення післязбирального очищення збіжжя найбільш доцільно використовувати гоновий спосіб руху агрегату. При гоновому способі руху по краях току, аналогічно як і на полі при роботі в ньому слід залишити вільні полоси для проведення під час роботи холостих рухів агрегату. Ширина поворотної смуги, яка має бути утворена на тоці визначається способом руху, видом повороту, що здійснюватиме завантажувач-транспортер та будови і особливостей самого агрегату. В нашому випадку на току базового господарства, під час безпетльових поворотів знайдемо розрахункову ширину поворотної смуги за відомою формулою

$$E = 1,5R_{\min} + L_3,$$

де $R_{\min}$ – за інструкцією по експлуатації мінімальний радіус повороту даного транспортера-завантажувача, $R_{\min} = 3,25$ м;

L_3 – кінематична довжина транспортера-завантажувача, так як для навантаження соняшнику використовують пневматичний завантажувач, який адаптовано до роботи із ЗОМ МПО-50, приймаємо для розрахунків, $L_3 = 3,72$ м.

Враховуючи наведені дані, ширина поворотної смуги на току господарства при очищенні соняшнику дорівнює:

$$E = 1,5 \cdot 3,25 + 3,72 = 8,61 \text{ м.}$$

Із врахуванням існуючих рекомендацій, стосовно ширини поворотної смуги і даних, що ця ширина повинна бути кратною ширині захвату робочої машини, що у формульному вигляді виражається наступним чином:

$$E = K \cdot B_p,$$

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K – значення кратності проходу зерноочисного агрегату по поворотній полосі.

Із врахуванням останньої формули отримаємо:

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{8,61}{5} = 1,72.$$

Проведемо округлення до найближчого цілого числа, маємо ширину смуги:

$$E = 2 \cdot 5 = 10 \text{ м.}$$

Показником, який дозволяє комплексно оцінити спосіб руху зерноочисного агрегату в загінці є коефіцієнт робочих ходів, який за існуючими даними розраховується так

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x},$$

де L_p – робоча довжина загінки на току (відповідає фактичній довжині бурта насіння соняшнику), м;

L_x – довжина холостого проходу пневматичного зернонавантажувача, м.

Раніше встановлено, що для обраного вище човникового способу руху агрегату, робоча довжина загінки та довжина холостого ходу можуть бути розраховані із використанням залежностей:

$$L_p = L - 2 \cdot E;$$

$$L_x = 1,14R_{\min} + X + 2 \cdot l,$$

де l – фактична довжина виїзду навантажувача до початку виконання робочого ходу та після завершення технологічної операції, м

Після підстановки даних, маємо:

$$l = 0,5L_m = 0,5 \cdot 3,72 = 1,86 \text{ м;}$$

$$L_p = 95 - 2 \cdot 10 = 75 \text{ м;}$$

$$X = 2 \cdot B_p \cdot B_{np},$$

					ТВС3 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де B_{np} – значення ширини транспортного проїзду на току між буртами соняшнику в базовому господарстві, прийmemo $B_{np} = 4,5$ м.

Тоді підставивши значення в останню залежність, маємо

$$X = 2 \cdot 5 + 4,5 = 14,5 \text{ м.}$$

Враховуючи це, довжина холостого ходу пневматичного зерноавантажувача складає:

$$L_x = 1,14 \cdot 3,25 + 14,5 + 2 \cdot 1,86 = 21,93 \text{ м.}$$

Враховуючи проведені розрахунки, комплексний показник роботи зерноавантажувача складає:

$$K_p = \frac{75}{75 + 21,93} = 0,77.$$

Таким чином, розрахований коефіцієнт робочих ходів завантажувача вказує на достатньо ефективне використання робочого часу, так як цей показник перевищує 0,7.

Розрахунок показників виконання операції завантаження насіння соняшнику на очищення

Тривалість циклу робіт по завантаженню насіння на очищення можна визначити за формулою:

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n,$$

де t_n – час проведення повороту пневматичного завантажувача в кінці загінки току господарства, $t_n = 3,6$ хв.

Визначимо тривалість циклу завантажувальних робіт враховуючи наведені вище дані, отримаємо

$$T_u = \frac{12 \cdot 75}{10^2 \cdot 0,014} + 2 \cdot 3,6 = 650,05 \text{ хв} \approx 10,83 \text{ год.}$$

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо технічну продуктивність роботи завантажувача насіння за цикл, узгодивши при цьому продуктивність пневмозавантажувача та зерноочисного агрегату

$$W_{\text{ц}} = Q \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau,$$

де Q – встановлена годинна продуктивність зерноочисного агрегату, для ЗОМ МПО-50 приймаємо розрахункове значення продуктивності $Q = 50$ т/год;

τ – коефіцієнт ефективності використання робочого часу циклу, під час роботи на току зерноочисного обладнання [10], $\tau = 0,86$.

$$W_{\text{ц}} = 50 \cdot 10,83 \cdot 0,86 = 465,69 \text{ т/цикл.}$$

Визначимо фактичну кількість циклів за одну зміну роботи зерноочисної машини

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{ц}}}{W_{\text{зм}}},$$

Після підстановки:

$$n_{\text{ц}} = \frac{465,69}{400} = 1,16 \text{ циклів/зміну}$$

Проведемо розрахунок дійсних енерговитрат за зміну роботи при проведенні очищення насіння соняшнику в господарстві

$$N_{\text{зм}} = N_{\text{с}} \cdot T_{\text{зм}},$$

$$Q_{\text{зм}} = 9,8 \cdot 8,6 = 84,28 \text{ (кВт/год)/зм.}$$

Проведені в даному розділі розрахунки дають можливість побудувати операційно-технологічну карту на попереднє очищення із завантаженням до зерноочисної машини насіння соняшнику в господарських умовах току, що представлено у графічній частині дипломної роботи.

3. Наукова частина

3.1. Опис об'єкту вдосконалення

Зерноочисний агрегат МПО-50 призначений для проведення попереднього та первинного очищення зерна та насіння всіх сільськогосподарських культур від легких, дрібних та крупних домішок, що містяться у зібраному врожаю зернових колосових, зернобобових, круп'яних культур, сорго, соняшника і кукурудзи. Зазначений агрегат є адаптований для роботи у складі стаціонарних поточкових лініях, які можуть використовуватися в усіх кліматичних зонах України.

Технічна характеристика зерноочисного агрегату МПО-50, яка обрана за інструкцією з експлуатації цієї ЗОМ представлена в таблиці 1.

Загальний вигляд зерноочисної машини МПО-50, її принципова схема, функціональні особливості наведені на рис. 3. Можна констатувати, що до основних робочих органів і елементів зерноочисної машини МПО-50 можна віднести приймальну камеру (лоток) 2 і пневмосепаруючу частину ЗОМ 3 (рис. 3 б). Привід всіх основних робочих органів агрегату відбувається від електродвигуна 4 через систему клинопасової та ланцюгової передач.

Таблиця 1

Технічні показники роботи зерноочисної машини МПО-50

Показник	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3
Агрегатування машини	-	стаціонарна
Продуктивність під час очищення пшениці	т/год.	50
Маса машини в спорядженому стані (з повним комплектом робочих органів)	кг.	1041
Встановлена потужність двигуна	кВт.	7,5
Характеристика робочих органів		
Діаметр колеса діаметрального вентилятора	мм.	400

1	2	3
Фактична довжина вентилятора	мм.	1526
Дійсна частота обертання вентилятора	об/хв.	690
Число лопатей вентилятора	шт.	12
Частота обертання сітчастого транспортера	об/хв.	56
Кут нахилу до горизонту сітчастого транспортера	град.	18
Довжина робочої зони сітчастого транспортера	мм.	800
Ширина робочої зони сітчастого транспортера	мм.	1265
Частота обертання завантажувального шнека	об/хв.	309
Частота обертання шнека домішок	об/хв.	365
Поперечний перетин каналу аспірації в зоні введення матеріалу	мм/мм	1250×240
Габаритні розміри: ширина довжина висота	мм	1850 2850 2050
Енергетичні показники		
Двигун		P=7,5 кВт
Обслуговуючий персонал	<u>чол.</u>	1 механік

Процес роботи зерноочисної машини МПО-50 наступний. Насіння соняшнику після його транспортування із поля по зернопроводам спрямовується до завантажувального шнеку 3 (рис. 4), який рівномірно розподіляє насіння за всією шириною зерноочисного агрегату та спрямовує це насіння по похилій площині до сітчастого транспортеру 2. Насіння, дрібні і легкі домішки просіваються крізь нього, а крупні домішки, такі як рослинні рештки, частки бур'янів, кошики тощо, виводяться із машини цим сітчастим транспортером. Для того, щоб поліпшити просівання насіннєвої фракції ведуча ланка сітчастого транспортера 2 постійно струшується. Матеріал, що просіявся крізь сітчастий транспортер, далі поділяється на два потоки і цими

двома потоками насіння вводиться в зону пневмосепарації до аспіраційного каналу 1.

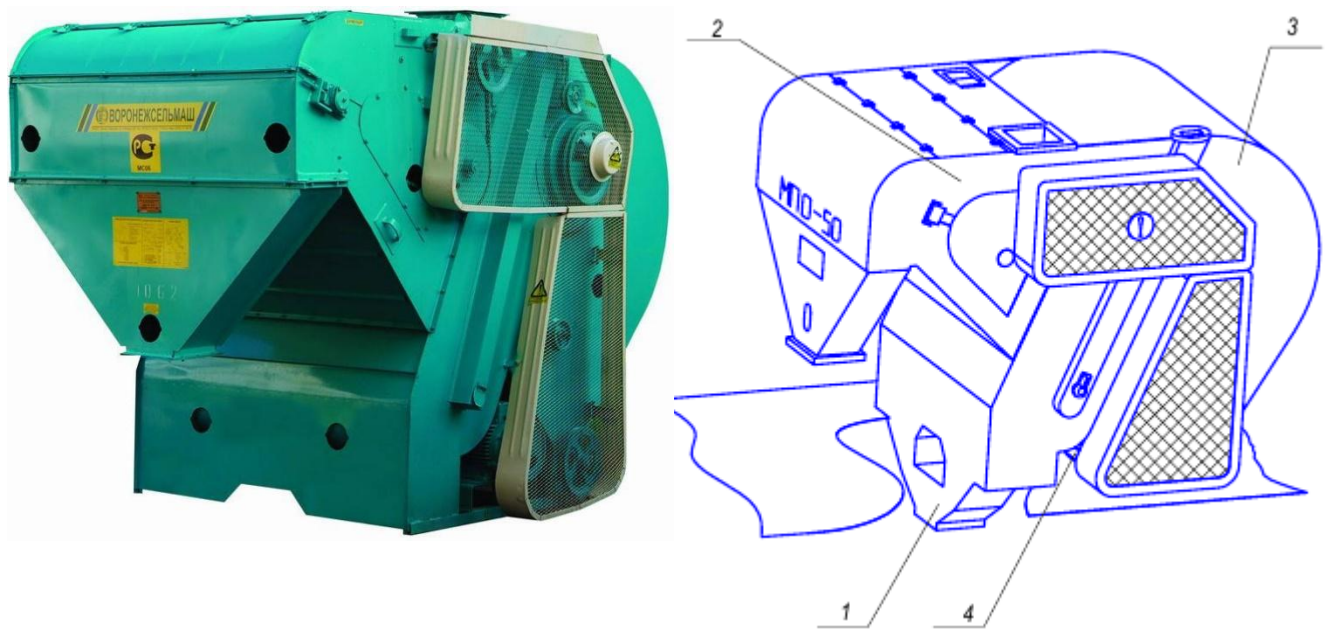


Рис. 3. Зерноочисний агрегат МПО-50:

а) загальний вигляд МПО-50; б) принципова схема ЗОМ МПО-50:

1 – приймач очищеного матеріалу; 2 – приймальна камера;

3 – пневмосепаруюча частина; 4 – електродвигун з механізмом приводу

Повітряний потік в межах зерноочисної машини, що використовується для очищення врожаю від домішок є замкненим, а джерелом його створення є діаметральний вентилятор 4 (рис. 4), який вбудований у верхню частину зерноочисного агрегату. Робоча швидкість повітря в пневмосистемі зерноочисного агрегату може змінюватися в широкому діапазоні, що може регулюватися спеціальною дросельною заслінкою 5, яка встановлена в нагнітальному пневмоканалі та частотою обертання вентилятора. Легкі домішки після їх відділення від насіння виводяться за межі зерноочисної машини шнеком легких домішок 6, який також приводиться в дію від того ж електродвигуна, що і вентилятор. Очищене від домішок насіння соняшнику самоплином направляється на наступні етапи технологічних операцій, або шнековими чи пневматичними завантажувачами може скидатися в бурти на тверду поверхню складу чи току господарства.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

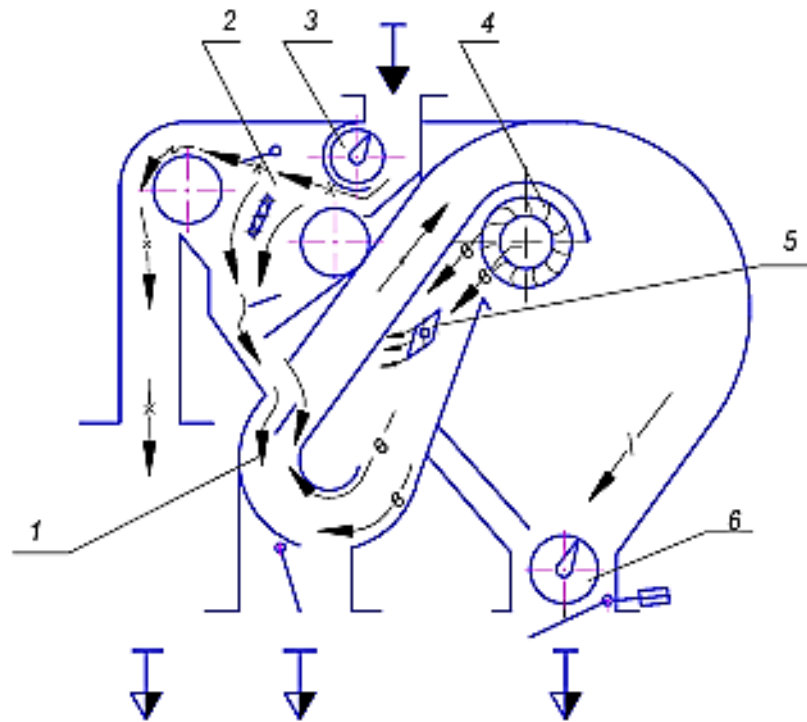


Рис. 4. Технологічна схема роботи зерноочисної машини МПО-50:

-  - насіння соняшнику із домішками;
-  - насіннєвий матеріал;
-  - крупні домішки;
-  - повітряний потік з легкими домішками;
-  - повітря;
-  - легкі домішки;
-  - вихідна (очищена) фракція

Зерноочисна машина МПО-50, окрім замкненого циклу циркуляції повітряного потоку фактично реалізує двократне очищення зернового матеріалу повітряним потоком, що не в повній мірі враховано при її розробці. А тому, обґрунтування параметрів пневмосепаруючої системи, вентилятора та оцінка можливості інтенсифікації введення матеріалу в зону сепарації є актуальним завданням, яке і вирішуємо в даній кваліфікаційній роботі.

3.2. Конструкторські розрахунки зерноочисної машини МПО-50

Визначення параметрів повітряного очищення насіння соняшнику

З метою визначення основних параметрів і режимів роботи пневмосепаруючої системи зерноочисної машини маємо врахувати, що продуктивність агрегату МПО-50 при його роботі на попередньому очищенні насіння соняшнику складає $Q = 50$ т/год. Враховуючи це, секундна подача насіння на очищення повітряним потоком може бути визначена за формулою:

$$Q_c = \frac{Q}{3600} = \frac{50000}{3600} = 13,89 \text{ кг/с}$$

Визначимо, яка кількість домішок із насіння спрямовується на їх виділення повітряним потоком. При цьому врахуємо, що засміченість насіння соняшнику після його збирання з поля господарства способом прямого комбайнування становить $b = 15$ %. Враховуючи це, можемо визначити розрахункову кількість домішок в активній зоні пневмосепарації:

$$q_d = \frac{b \cdot q}{100} = \frac{15 \cdot 13,89}{100} = 2,08 \text{ кг/с.}$$

Щоб розрахувати ширину B , пневмосепаруючого каналу зерноочисного агрегату МПО-50 слід використати відому залежність між продуктивністю та допустимим навантаженням, що має вигляд:

$$B = \frac{Q}{q_B},$$

де Q – продуктивність роботи зерноочисної машини під час очищення насіння соняшнику, кг;

q_B – допустиме питоме зернове навантаження на одиницю ширини пневмоканалу, яке забезпечує задану якість очищення збіжжя, що за чинними рекомендаціями [8...12] та із врахуванням вдосконаленого способу введення насіння на очищення та його двократного продування робочим потоком повітря. Враховуючи наведену інформацію, для розрахунків приймаємо $q_B = 4000$ кг/дм.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши значення маємо:

$$B = \frac{50000}{4000} = 12,5 \text{ дм} = 1250 \text{ мм.}$$

Для вибору глибини робочого пневмоканалу зерноочисної машини врахуємо наведені дослідні дані [14], а тому можемо прийняти, що $C = 240 \text{ мм}$.

Вибираємо робочу швидкість потоку повітря в зоні очищення насіння соняшнику, яка повинна бути більшою за критичну швидкість витання легких домішок. Однак встановлена робоча швидкість повинна бути меншою за критичну швидкість повноцінного насіння соняшнику. Виходячи із попередніх досліджень та враховуючи аеродинамічні властивості насіння соняшнику, що вирощене в господарстві в поточному році, прийmemo, що середня робоча швидкість повітря в пневмосистемі агрегату $V_{cp} = 8 \text{ м/с}$.

Після того як обрали робочу швидкість потоку повітря в робочому перерізі ПСК та прийнявши конкретні параметри цього пневмоканалу маємо можливість розрахувати сумарні витрати повітря через пневмосистему зерноочисної машини МПО-50, отримаємо:

$$W = 3600 \cdot B \cdot C \cdot V_{cp},$$

де W – значення витрат повітря через робочий переріз пневмоканалу, $\text{м}^3/\text{год}$.

$$W = 3600 \cdot 1,25 \cdot 0,24 \cdot 8 = 8640 \text{ м}^3/\text{год}$$

Таким чином, за результатами проведених розрахунків визначення основні параметри та режими роботи пневмосистеми зерноочисного агрегату МПО-50.

Розрахунок параметрів діаметрального вентилятора ЗОМ

Джерелом повітряного потоку у пневмосистемі зерноочисного агрегату є діаметральний вентилятор, що монтується у верхній зоні зерноочисної машини (рис. 3, 4). З ціллю створення заданих умов для ефективної роботи повітряної очистки насіння соняшнику від домішок вентилятор, що є основним джерелом створення повітряного потоку повинен забезпечувати

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

необхідну продуктивність повітряного потоку. Одним із показників роботи вентилятора, які мають бути забезпеченими це витрати повітря, що нагнітається цим джерелом повітряного потоку. Довжину вентилятора можемо вибрати на основі конструктивних міркувань, яка має бути співставною, тобто дорівнювати ширині пневмоканалу, що для зерноочисної машини МПО-50 становить $L = 1520$ мм.

Для розрахунки маси повітря, що може витісняється лопатями встановлено в ЗОМ вентилятора використаємо формулу:

$$m_n = \gamma \cdot S_{\text{лп}} \cdot i \cdot V_{\text{л}},$$

де m_n – маса повітря, яка може витісняється планкою джерела повітряного потоку, кг/с;

γ – густина робочого повітря, яким очищається збіжжя, прийmemo $\gamma_{\text{п}} = 1,2$ кг/м³;

$S_{\text{лп}}$ – лобова площа однієї робочої лопатки вентилятора пневмосистеми, м²

i – загальна кількість лопаток на вентиляторі зерноочисної машини, шт.;

$V_{\text{л}}$ – швидкість руху центру поверхні лопатки вентилятора, м/с.

Щоб розрахувати лобову площину лопатки вентилятора (рис. 5) використаємо формулу:

$$S_{\text{лп}} = a \cdot L,$$

де a – висота робочої лопатки вентилятора, м;

L – довжина планки вентилятора, що приймається рівною ширині пневмосепаруючого каналу, м.

Після підстановки наведених значень, отримаємо:

$$S_{\text{лп}} = 0,1 \cdot 1,52 = 0,152 \text{ м}^2.$$

Далі можемо знайти ту масу повітря, яку виштовхуватиме вентилятор m_n , із врахуванням загальних витрат повітряного потоку через певмосистему зерноочисного агрегату W . Ця маса виштовхнутого повітря в пневмосистему

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

має безпосередній вплив на розділення компонентів суміші насіння соняшнику потоком повітря. Її можемо розрахувати за відомою формулою:

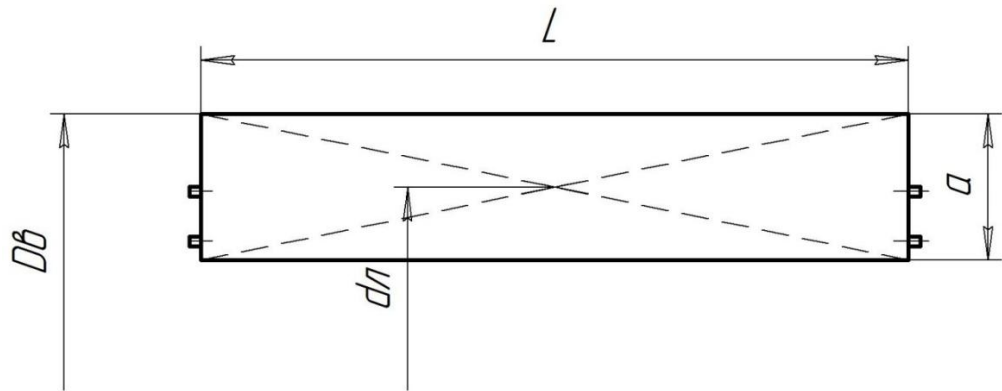


Рис. 5. Робочі параметри лопаті вентилятора пневмосистеми ЗОМ

$$m_n = \frac{W \cdot \gamma}{3600} = \frac{8640 \cdot 1,2}{3600} = 2,88 \text{ кг/с.}$$

Розрахуємо значення лінійної швидкості центру лопаті вентилятора V_l при його обертанні, що має прямий зв'язок із частотою обертання цього робочого органу n_p , що проведемо за формулою:

$$V_l = \omega_p \cdot r_l,$$

де ω_p – значення кутової швидкості обертання джерела повітряного потоку, рад/с;

$$\omega_p = \frac{\pi \cdot n_p}{30} = \frac{3,14 \cdot 690}{30} = 72,2 \text{ рад/с,}$$

n_p – робоча частота обертання вентилятора, об/хв.;

r_l – радіус лопаті вентилятора, м (за рис. 5), який визначимо так:

$$r_l = \frac{d_l}{2} = \frac{1}{2} \cdot \left(D_p - \frac{a}{2} \right) = \frac{1}{2} \cdot \left(0,4 - \frac{0,1}{2} \right) = 0,175 \text{ м.}$$

Після того, як підставимо наведені вище значення у залежність для розрахунку лінійної швидкості лопаті вентилятора у числовому вигляді маємо:

$$V_l = 72,2 \cdot 0,175 = 12,64 \text{ м/с}$$

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це значить, що необхідну кількість лопатей вентилятора можемо розрахувати враховуючи структуру та швидкість повітряного потоку, що це вентилятор буде створювати в пневмосистемі ЗОМ, що складає:

$$i = \frac{m_n}{\gamma \cdot S_{\text{лн}} \cdot V_{\text{л}}} = \frac{2,88}{1,2 \cdot 0,152 \cdot 12,64} = 25 \text{ лопатей вентилятора.}$$

Слід мати на увазі, що з метою створення сприятливих умов для створення заданої швидкості повітряного потоку в робочому перерізі робочого пневмоканалу потрібно забезпечити необхідні витрати статичного тиску в мережі. Такі втрати тиску, як і більшості подібних пневмосистемах у яких відбувається рух повітряного потоку, складаються із втрат на тертя повітря по стінками самому пневмоканалу та втрат, які отримуємо в результаті подолання всіх місцевих опорів пневмосистеми. Під час побудови пневмосистеми зерноочисної машини потрібно врахувати, що в низу зерноочисного агрегату (рис. 4) конструктивно виконано суттєвий перегин та різке розширення робочого перерізу каналу. Така будова мережі обов'язково буде впливати на виникнення додаткових втрат тиску, а тому виникає необхідність з метою подолання цього недоліку збільшувати швидкість обертання вентилятора до 700 об/хв.

Знайдено необхідну потужність приводу вентилятора, яка потрібна для створення повітряного потоку лопатями вентилятора і подолання шкідливих опорів всієї системи. Цю потужність знайдемо використавши відому формулу [14]:

$$N = A \cdot \omega + B \cdot \omega^3,$$

де $A \cdot \omega$ – добуток, що загалом визначає потужність, яка потрібна в системі для подолання шкідливих опорів;

$B \cdot \omega^3$ – добуток, який враховує потрібну для роботи потужність приводу вентилятора, що призначена для створення робочого потоку повітря, яке володіє заданими характеристиками.

З метою визначення коефіцієнта A , використаємо залежність

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A = R \cdot \psi \cdot \rho,$$

де R – сума реакцій, що виникає в опорах привода вентилятора, Н;

ψ – коефіцієнт тертя, який виникає в опорах вентилятора;

ρ – дійсний розмір радіусу цапфи джерела потоку повітря, м

Є підтвердженням, що для опор, які працюють з підшипниками кочення слід керуючись[10] прийняти, що добуток складових рівняння дорівнює $\rho \cdot \psi = 0,00015$ м., а сума реакцій R враховуючи достатню точність для розрахунків дорівнює $R = 400$ Н. З врахуванням наведеної інформацією отримаємо:

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

Щоб розрахувати коефіцієнт B можемо використати залежність, якою шукали продуктивність джерела повітряного потоку, що вже раніше використовували. Тоді можемо записати:

$$B = \frac{\gamma_{II} \cdot F \cdot i \cdot \varepsilon^2 \cdot r_n^3}{2g} = \frac{1,2 \cdot 0,03 \cdot 25 \cdot 0,58^2 \cdot 0,087^3}{2 \cdot 9,81} = 0,2 \cdot 10^{-4}.$$

Отже, розрахункове значення потужності, яка потрібна для приводу вентилятора зерноочисного агрегату складає

$$N = 0,06 \cdot 157 + 0,2 \cdot 10^{-4} \cdot 157^3 = 3500 \text{ Вт.}$$

Обґрунтування параметрів шнека-вивантажувача легких домішок

При роботі повітряної системи зерноочисної машини МПО-50 легкі домішки, що виділяються із основного насіння транспортуються повітрям і осаджуються в осадковому пристрої. Далі ці домішки повинні виводитися за межі зерноочисного агрегату, що можна реалізувати за рахунок вивантаження цих домішок використовуючи тихохідний шнек, який буде працювати в режимі транспортера. Сумарна продуктивність такого тихохідного шнекового транспортера може розраховуватися за формулою:

$$Q_{шн} = 3600 \cdot F_0 \cdot V_n \cdot \gamma,$$

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

де F_0 – площа перетину (поперечна) шару легких домішок, що необхідно вивести із зерноочисної машини шнековим транспортером, м²;

$$F_0 = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \psi \cdot C}{4},$$

D – фактичний діаметр шнека домішок, м;

ψ – коефіцієнт, що визначає ступінь заповнення жолобів шнеку домішок, які виділяються із насіння соняшнику потоком повітря, для подібних легких домішок прийmemo, $\psi \approx 0,2$;

C – коефіцієнт, який комплексно враховує зміну площі перетину легких домішок під час їх транспортування в результаті нахилу тихохідного шнекового транспортера до лінії горизонту (якщо транспортер працює горизонтально, можемо прийняти, $C = 1$);

$$F_0 = \frac{3,14 \cdot 0,14^2 \cdot 0,2 \cdot 1}{4} = 0,003 \text{ м}^2;$$

V_n – швидкість транспортування легких домішок шнековим транспортером, м/с;

$$V_n = \frac{S \cdot n}{60},$$

S – значення кроку тихохідного шнеку-вивантажувача легких домішок, м;

n – фактична частота обертання шнека домішок, об/хв;

γ – значення об'ємної ваги вантажу, який транспортується шнеком, т/м³ (для легких домішок, які виділяються пневмосистемою ЗОМ із насіння соняшнику, прийmemo $\gamma = 0,4$ т/м³).

Визначимо розміри тихохідного шнека легких домішок ЗОМ МПО-50, за умови, що шнек працює у горизонтальній площині, отримаємо:

$$S = (0,5 \dots 2) \cdot D = 1,5 \cdot 0,14 = 0,21 \text{ м.}$$

Це значить, що розрахункове значення швидкості переміщення легких домішок тихохідним шнеком дорівнює:

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_n = \frac{0,21 \cdot 365}{60} = 1,28 \text{ м/с.}$$

Після врахування знайдених раніше величин, можемо знайти значення фактичної продуктивності тихохідного шнеку легких домішок ЗОМ:

$$Q_{\text{факт}} = 3600 \cdot 0,003 \cdot 1,28 \cdot 0,4 = 5,5 \text{ т/год}$$

Знайдена продуктивність тихохідного шнека легких домішок зерноочисної машини дозволяє за межі машини транспортувати домішки під час очищення сільськогосподарських культур, що засміченість домішками до 40 %. Такий показник засміченості є достатнім, для того, щоб очищати весь зібраний врожай у господарстві методом прямого комбайнування, в тому числі і з значним запасом справляється із транспортуванням домішок при очищенні насіння соняшнику.

Розрахуємо потужність, яку потрібно затратити щоб матеріал рухався під час роботи шнека-транспортера. Для цього використаємо відому формулу:

$$N_1 = \frac{V_o \cdot G (\sin \beta + \mu_2 \cos \beta) \operatorname{tg} (\alpha_0 + \varphi_2)}{102},$$

де V_o – колова швидкість шнека домішок, яку слід прийняти в місці дотику витка шнеку із матеріалом, який транспортується, м/с;

G – загальна вага легких домішок, що рухаються у жолобі витка шнека, кг;

β – кут нахилу шнека до лінії горизонту;

μ_2 – коефіцієнт тертя домішок по поверхні робочого органу (нижній короб шнека-транспортера);

$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{S}{\pi \cdot D_0}$; $\operatorname{tg} \varphi_2 = \mu_1$, де μ_1 – коефіцієнт тертя часток по виткам шнека-

транспортера.

Поряд із цим, для визначення колової швидкість шнеку легких домішок скористаємося залежністю:

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_o = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,098 \cdot 365}{60} = 1,87 \text{ м/с.}$$

де D_0 – значення діаметру кола, що проходить крізь центр тиску матеріалу, що транспортується на гвинтову поверхню шнека, м; $D_0 = (0,7...0,8)D$.

Знайдемо загальну масу домішок, яка перебуває в жолобі шнека-транспортера, використовуючи формулу:

$$G = q_b \cdot L = \frac{Q \cdot L}{3,6 \cdot V_n} = \frac{5,5 \cdot 1,25}{3,6 \cdot 1,87} = 1,02 \text{ кг.}$$

де q_b – вага легких домішок, яка припадає на одиницю довжини шнеку-транспортера, $q_b = \frac{Q}{3,6 \cdot V_n}$;

L – загальна довжина шляху, на який переміщуються домішки, що є рівним фактичній ширині пневмосистеми ЗОМ, м.

Враховуючи наведені дані, розрахуємо потужність, що має затратитися для транспортування шнеком домішок, отримаємо:

$$N_1 = \frac{1,87 \cdot 1,02 (0 + 0,4 \cdot 1) \cdot (0,677 + 2,16)}{102} = 0,2 \text{ кВт.}$$

Таким чином, з метою пошуку розрахункових значень потужності на валу шнека-транспортера легких домішок використаємо залежність:

$$N_0 = N_1 \cdot \frac{K_0}{\eta_n},$$

де K_0 – коефіцієнт, який враховує переміщення матеріалу при його транспортуванні шнеком та можливе подрібнення цього матеріалу під час операції. Для роботи із легкими домішками соняшнику приймемо $K_0 = 1,3$;

η_n – значення ККД підшипників, які встановлені на валу шнека легких домішок;

$$N_0 = 0,2 \cdot \frac{1,3}{0,99 \cdot 2} = 0,13 \text{ кВт.}$$

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із врахуванням потрібного запасу потужності, приймемо, що для роботи шнека-відвантажувача домішок достатньою є потужність на рівні 0,2 кВт., за якої повністю процес транспортування буде забезпечено.

Визначення параметрів механізму привода шнека-транспортера легких домішок

Вихідні дані, які будемо використовувати для розрахунку механізму привода (рис. 6) шнека транспортера домішок наступні:

- потужність, що забезпечується на валу привода шнека легких домішок дорівнює $N_2 = 0,2$ кВт.
- значення частоти обертання валу вентилятора зерноочисного агрегату, $n_{II} = 365$ об/хв.

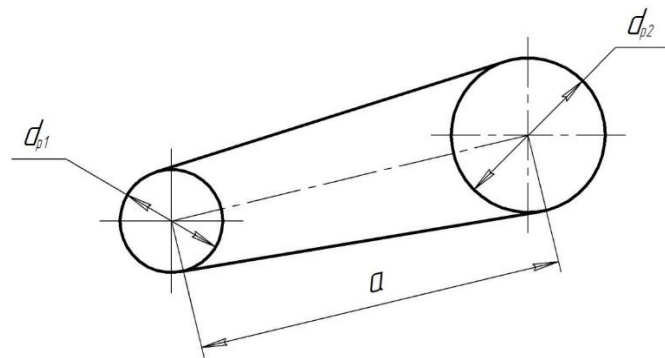


Рис. 6. Схема механізму привода (клинопасової передачі) шнека домішок ЗОМ

Визначимо потрібне передаточне відношення пасової передачі, щоб забезпечувалася задана частота обертання шнеку домішок:

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1400}{365} \approx 4$$

Розрахуємо значення крутного моменту, який при роботі розвивається на валу шнека домішок:

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{N_{II}}{n_{II}} = 9550 \cdot \frac{0,2}{365} = 5,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Скориставшись наведеними розрахунками, зокрема за знайденим крутним моментом, використовуючи дані [10], приймаємо для використання

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

переріз пасу «А», що характеризується наступними робочими параметрами (рис 6):

$$e_p = 11 \text{ мм}$$

$$h = 8 \text{ мм}$$

$$e_0 = 13 \text{ мм}$$

$$Y_0 = 28 \text{ мм}$$

$$\varphi = 40^\circ$$

$$F_1 = 0,81 \text{ см}^2$$

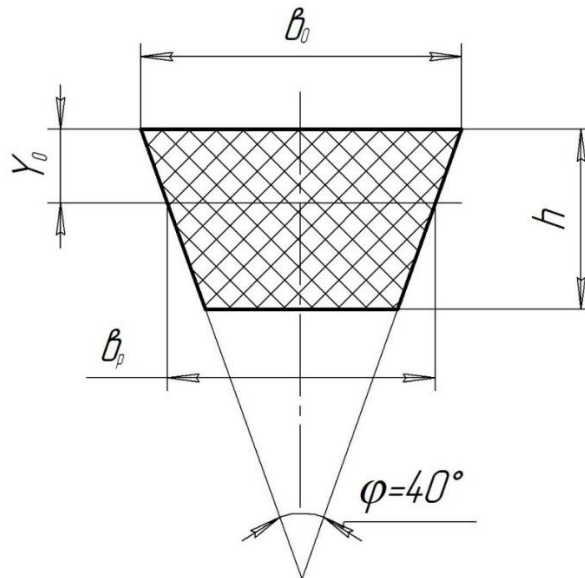


Рис. 7. Основні конструктивні параметри клинового пасу нормального перерізу, що працює в механізмі приводу шнека ЗОМ

З метою підбору діаметру малого приводного шківa клинопасової передачі, використаємо існуючі рекомендації [10], відповідно до яких $d_{p\min} = 90 \text{ мм}$.

Враховуючи діаметр малого приводного шківa, можемо розрахувати діаметр веденого шківa за стандартною формулою:

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot i(1 - \varepsilon) = 90 \cdot 4(1 - 0,02) = 352 \text{ мм},$$

де ε – значення коефіцієнту проковзування клинового паса, при роботі передачі, прийmemo $\varepsilon = 0,02$.

Скористаємося значеннями стандартних розмірів шківів передач, згідно із якими можемо обрати відповідно із ГОСТ 17383-73 [10], шків, діаметр якого складає $d_{p2} = 355 \text{ мм}$.

Враховуючи знайдені параметри передачі фактичне її передаточне відношення, з врахуванням діаметрів вибраних шківів становить:

$$i_{\phi} = \frac{d_{p2}}{d_{p1}(1-\varepsilon)} = \frac{355}{90(1-0,02)} = 4,02.$$

Знайдемо швидкість руху клинового пасу механізму привода шнека, із врахуванням вже знайдених параметрів механізму приводу

$$V = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 1400}{60 \cdot 1000} = 6,59 \text{ м/с.}$$

Таким чином, отримана частота обертання шнеку-вивантажувача домішок становить:

$$n_p = \frac{d_{p1} \cdot n_1(1-\varepsilon)}{d_{p2}} = \frac{90 \cdot 1400 \cdot (1-0,02)}{355} = 347,8 \text{ об/хв.}$$

З метою визначення фактичної міжосьової відстані пасової передачі механізму приводу a маємо виходити із конкретних геометричних розмірів зерноочисного агрегату. Використовуючи загальний вигляд зерноочисної машини МПО-50 та інструкцію по експлуатації, де зазначені її основні розміри, приймемо міжосьову відстань пасової передачі $a = 1350$ мм.

Проведемо визначення розрахункової довжини клинового паса, що із врахуванням необхідної умови, яка забезпечує працездатність передачі механізму приводу має вигляд:

$$L = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4a} = 2 \cdot 1350 + \frac{3,14}{2} \cdot (90 + 355) + \frac{(355 - 90)^2}{4 \cdot 1350} = 3412 \text{ мм}$$

Таким чином, базуючись на розрахунках оберемо стандартну довжину клинового пасу механізму шнека, використовуючи серійну лінійку довжини пасів [10], що становить $L_{cm} = 3550$ мм.

Уточнимо фактично отримане значення міжосьової відстані клинопасової передачі, із врахуванням обраного стандартного клинового пасу, що дозволяє отримати:

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$a = \frac{1}{8} \left[2L_{CT} - \pi(d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{\left[2L - \pi(d_{p1} + d_{p2}) \right]^2 - 8(d_{p2} - d_{p1})^2} \right] = \frac{1}{8} \times$$

$$\times \left[2 \cdot 3350 - 3,14(90 + 355) + \sqrt{\left[2 \cdot 3350 - 3,14(90 + 355) \right]^2 - 8(355 - 90)^2} \right] = 1319 \text{ мм}$$

Встановимо яку мінімальну міжосьову відстань передачі, варто забезпечити конструктивно, щоб створити умови для зручного і безпечного обслуговування механізму приводу, зокрема встановлення пасу, його зняття, проведення натягу пасу тощо):

$$a_{\min} = a - 0,01 \cdot L = 1319 - 0,01 \cdot 3550 = 1283,5 \text{ мм}$$

Знайдемо максимальну міжосьову відстань передачі, що має забезпечуватися для ефективного натягу пасу механізму передач, отримаємо:

$$a_{\max} = a + 0,025 \cdot L = 1319 + 0,025 \cdot 3550 = 1407,75 \text{ мм}$$

Розрахуємо значення кута обхвату приводного шківів передачі, прийнятим для роботи пасом, маємо

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{d_{p2} - d_{p1}}{a} = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{355 - 90}{1319} = 168^\circ$$

Знайдемо вихідну довжину клинового пасу механізму передач, використовуючи [10], оберемо $L_0 = 4000$ мм., це значить, що відносна довжина пасу передачі, який працює в механізмі приводу шнека дорівнює

$$\frac{L}{L_0} = \frac{3550}{4000} = 0,88.$$

Прийmemo, використовуючи результати попередніх даних [11], коефіцієнт довжини робочого пасу, що дорівнює $C_U = 0,95$.

Для пошуку номінальної вихідної потужності пасової передачі, виходячи з того, що $d_{p1} = 90$ мм а $V = 6,59$ м/с за [10], прийmemo цю потужність на рівні $N_0 = 0,56$ кВт.

Прийmemo і значення коефіцієнт обхвату пасом шківів передачі, використовуючи дані [10], обираємо $C_\alpha = 0,95$.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна поправка до знайденого крутного моменту на передаточне число, яка теж обирається з [10], табл.2.20. становить $\Delta T_i = 1,1 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Таким чином, необхідна поправка до потужності клинопасової передачі за [10], с.28 становитиме:

$$\Delta N = 0,0001 \cdot \Delta T_i \cdot n_n = 0,0001 \cdot 1,1 \cdot 1400 = 0,01 \text{ кВт.}$$

Прийmemo коефіцієнт, що визначає режим роботи передачі, враховуючи [10], табл.2.8. цей коефіцієнт дорівнює $C_p = 1,0$.

Враховуючи проведені обґрунтування, розрахункова допустима потужність, яка припадає на один робочий клиновий пас передачі можна розрахувати за залежністю:

$$[N] = (N_0 C_2 C_L + \Delta N) C_p = (0,56 \cdot 0,95 \cdot 0,95 + 0,01) \cdot 1 = 0,52 \text{ кВт.}$$

Визначимо необхідну для нормальної роботи кількість пасів механізму приводу шнека-транспортера легких домішок:

$$z = \frac{N}{[N]} = \frac{0,2}{0,52} = 0,38.$$

Відповідно до проведених розрахунків, очевидно, що із запасом для роботи достатньо $z = 1$ пас.

Знайдемо значення дійсної сили початкового натягу клинового паса передачі при її роботі:

$$S'_0 = \frac{780 \cdot N}{V \cdot C_\alpha \cdot C_p \cdot z} + qV^2 = \frac{780 \cdot 0,4}{4,24 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1} + 0,1 \cdot 4,24^2 = 79 \text{ Н.}$$

де q – вага приводного паса механізму передач на один погонний метр, керуючись [10], табл.2.12., прийmemo $q = 0,1 \text{ кг/м}$.

Таким чином, розрахункова сила, виникає та діє на вал шнека домішок дорівнює:

$$Q = 2 \cdot S_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 79 \cdot 1 \cdot \sin \frac{157}{2} = 154,8 \text{ Н.}$$

Наступний етап роботи – вибір конструкції приводного шківа. Теж, керуючись [10], табл.2.21. (рис. 7.) проведемо розрахунки та обґрунтування.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункові зовнішні діаметри шківів механізму передач визначимо таким чином:

$$d_{e1} = d_{p1} + 2b = 90 + 2 \cdot 3,3 = 96,6 \text{ мм};$$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2b = 355 + 2 \cdot 3,3 = 361,6 \text{ мм}.$$

Знайдемо ширину робочого ободу двох приводних шківів клинопасової передачі:

$$M = 2f = 2 \cdot 10 = 20 \text{ мм}.$$

Ведений шків привода шнека-транспортера домішок (рис. 9.) має виготовлятися для зменшення його ваги із спицями. Використовуючи дані [10], с. 22, обираємо бажану кількість спиць, що становить $m = 4$ шт. Спиці веденого шківів механізму передач шнека будуть виготовлятися еліптичного перерізу.

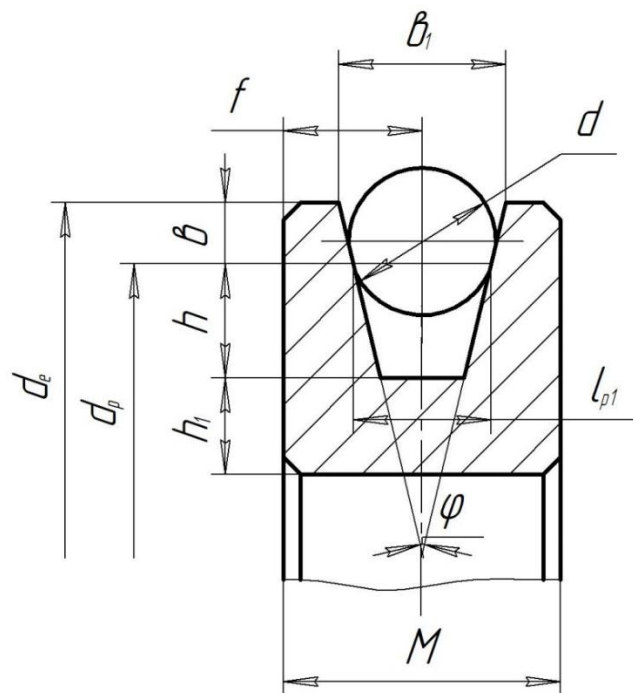


Рис. 8. Конструктивні параметри шківів пасової передачі механізму приводу шнека ЗОМ

$$b_1 = 11 \text{ мм};$$

$$b = 3,3 \text{ мм};$$

$$h = 8,7 \text{ мм};$$

$$r = 1,0 \text{ мм};$$

$$f = 10^{+2}_{-1}.$$

Знайдемо умовну висоту перерізу спиці веденого шківa клинопасової передачі (рис. 9) механізму приводу шнека вздовж більшої осі. Цей переріз розрахуємо за відомою формулою:

$$C = \sqrt[3]{\frac{T_2}{0,4m}} = \sqrt[3]{\frac{49 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 4}} = 31,3 \text{ мм.}$$

Таким чином, менша вісь еліпса спиці передачі дорівнює:

$$a = 0,4 \cdot c = 0,4 \cdot 31,3 = 12,52 \text{ мм.}$$

Враховуючи наведені дані, конструктивні розміри спиць великого шківa пасової передачі механізму приводу за зовнішнім діаметром дорівнюють:

$$C_0 = 0,8 \cdot C = 0,8 \cdot 31,3 = 25,04 \text{ мм.};$$

$$a_0 = 0,8 \cdot a = 0,8 \cdot 12,52 = 10 \text{ мм.}$$

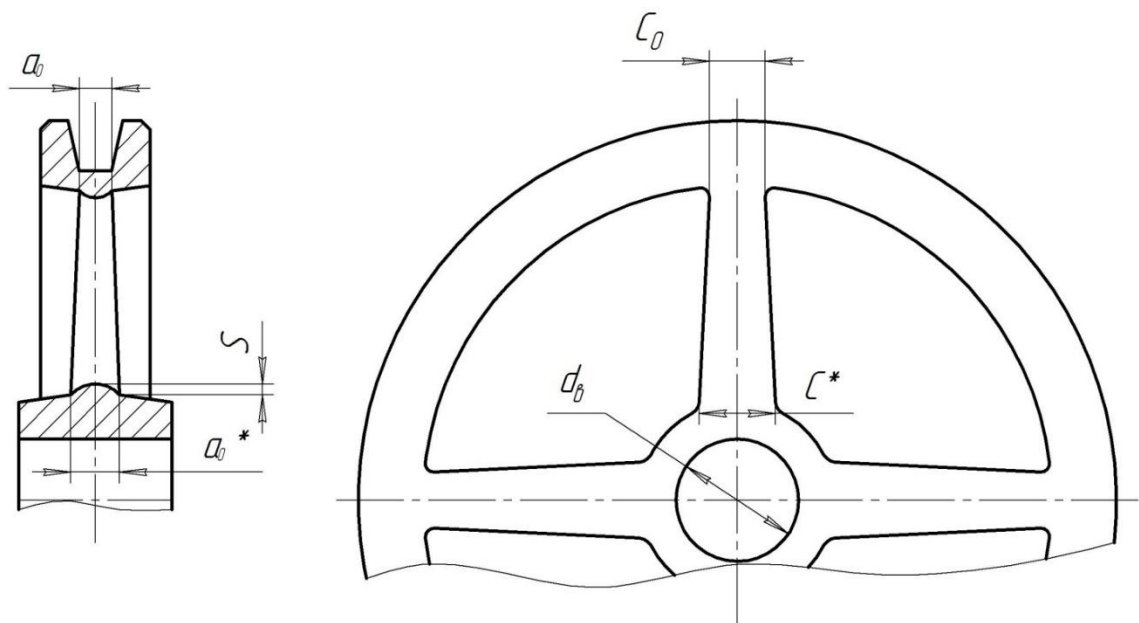


Рис. 9. Конструкція та окремі розмірні характеристики веденого шківa клинопасової передачі механізму приводу шнека ЗОМ

Знайдемо розрахунковим методом висоту ребра великого шківa пасової передачі (рис. 9)

$$S = h + 0,02M = 8,7 + 0,02 \cdot 20 = 9 \text{ мм.}$$

Розрахуємо, виходячи із матеріалу та моменту фактичне значення діаметру отвору шківa під вал для ефективної роботи:

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_2}{\pi [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 49 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20}} = 23 \text{ мм.}$$

Обираємо, використовуючи стандартну лінійку розмірів за ГОСТ6636-81 вал, діаметр якого становить $d_g = 25 \text{ мм.}$

де $[\tau]$ – допустиме напруження на скручування, прийmemo $[\tau] = 20 \text{ МПа.}$

Отже, довжина маточини шківa передачі враховуючи діаметр вала складає:

$$L_m = 1,5 \cdot d_g = 1,5 \cdot 25 = 37,5 \text{ мм}$$

Прийmemo дійсну довжину маточини шківa на рівні $L_m = 38 \text{ мм.}$

І на сам кінець, значення діаметру маточини привідного шківa передачі знаходиться за відомою формулою:

$$d_m = (1,5...2)d_g = 1,8 \cdot 25 = 45 \text{ мм.}$$

Прийmemo із стандартного розмірного ланцюга діаметр маточини шківa становить $d_m = 50 \text{ мм.}$

3.3. Обґрунтування вдосконалень зерноочисної машини та загальна характеристика наукових досліджень

За результатами огляду і аналізу стану техніки для очищення зерна і насіння можна констатувати наступне:

- збільшення подачі на очищення зерна чи насіння сільськогосподарських культур, а отже і загальне підвищення продуктивності роботи пневмосистем ЗОМ негативно впливає на якість проведення очисних операцій;
- загальна ефективність очищення зерна та насіння повітряним потоком в серійних зерноочисних агрегатах залишається низькою, і в більшості випадків коефіцієнт корисної дії багатьох зерноочисних машин рідко перевищує 15...30%;
- встановленою причиною таких низьких показників роботи повітряного очищення зернових сумішей є висока нерівномірність робочого

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

поток повітря по всьому перерізу пневмосепаруючої системи, що зокрема відноситься до місць введення та виведення зернових чи насінневих сумішей до/із пневмоканалу;

- з ціллю підвищення якості роботи повітряного очищення зерноsumішей маємо створити більш сприятливі умови для ефективної взаємодії повітряного потоку із компонентами зібраного збіжжя, що очищується повітряним потоком. З метою досягнення такої взаємодії потрібно інтенсифікувати введення матеріалу в зону його очищення потоком повітряним, або ж провести вирівнювання швидкісного поля потоку повітря по перерізу пневмосистеми ЗОМ;

- доведено, що застосування замкнутої схеми руху повітряного потоку в пневмосистемах ЗОМ є ефективним, хоча теоретично це питання вивчено недостатньо а ряд прийнятих припущень і обґрунтувань замкнених схем ЗОМ є неточними, що не дозволяє повністю використати переваги роботи замкнутої пневмосистеми зерноочисних агрегатів.

Таким чином, базуючись на міркуваннях, наведених вище **метою даної роботи** є підвищення технологічної ефективності роботи замкнутої пневмосистеми ЗОМ МПО-50 за рахунок обґрунтування раціональних параметрів роботи повітряного потоку під час очищення насіння соняшнику від домішок.

Об'єктом дослідження є процес пневмосепарації насіння соняшнику в замкнутому потоці зерноочисного агрегату.

Предмет дослідження – параметри і режими роботи пневмосистеми зерноочисної машини МПО-50 із замкненим повітряним потоком.

3.4. Аналітика ефективності функціонування замкнутої пневмосистеми зерноочисної машини МПО-50

Оскільки в повітряній системі зерноочисної машини МПО-50 (рис. 10), повітряний потік працює за замкнутою схемою його циркуляції, то умови його роботи будуть відповідати закону збереження енергії. За цим

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

законом, для потоку повітря (нерозривного), все енергія потоку, що проходить крізь кожен із перерізів пневмосистеми зерноочисного агрегату протягом однакового періоду часу буде відповідати загальній сумі енергії потоку повітря, яке має місце по кожному із перерізів, враховуючи втрати механічної та теплової енергій системи за даними перерізами. Цю умову роботи повітряного потоку в символічному вигляді можна виразити наступним чином:

$$N_0 = N_1 + \Delta N_{M_{0-1}} + \Delta N_{T_{0-1}} = N_2 + \Delta N_{M_{0-2}} + \Delta N_{T_{0-2}} = N_3 + \Delta N_{M_{0-3}} + \Delta N_{T_{0-3}},$$

де N_0, N_1, N_2, N_3 – відповідні енергії потоків за обраними перерізами пневмосистеми зерноочисної машини замкненого типу;

$\Delta N_M, \Delta N_T$ – втрати механічної та теплової енергії, що спостерігаються між перерізами потоку в замкненій пневмосистемі

Використовуючи стандартну методикою [17] потік повітря в межах повітряної системи зерноочисної машини при моделюванні можемо представити як рідину, що є нестискаємою із нерівномірним розподілом тисків і швидкостей. Для наведених умов, представлене раніше рівняння енергії повітряних потоків за обраними робочими перерізами пневмосистеми ЗОМ запишемо у такому вигляді:

$$\begin{aligned} & \int_{F_0} \left(P_{SV_0} + \frac{\rho_0 \cdot U_0^2}{2} + \rho_0 \cdot g \cdot z_0 + \rho_0 \cdot T_0 \right) \cdot U_0 \cdot dV = \\ & = \int_{F_1} \left(P_{SV_1} + \frac{\rho_1 \cdot U_1^2}{2} + \rho_1 \cdot g \cdot z_1 + \rho_1 \cdot T_1 \right) \cdot U_1 \cdot dV_1 + \Delta N_1 = \\ & = \int_{F_2} \left(P_{SV_2} + \frac{\rho_2 \cdot U_2^2}{2} + \rho_2 \cdot g \cdot z_2 + \rho_2 \cdot T_2 \right) \cdot U_2 \cdot dV_2 + \Delta N_2 = \\ & = \int_{F_3} \left(P_{SV_3} + \frac{\rho_3 \cdot U_3^2}{2} + \rho_3 \cdot g \cdot z_3 + \rho_3 \cdot T_3 \right) \cdot U_3 \cdot dV_3 + \Delta N_3, \end{aligned}$$

де z_i – геометрична висота центра ваги для обраного робочого перерізу повітряної системи ЗОМ, м;

P_{sv_i} – фактичне значення статичного тиску повітря по обраним точкам перерізу пневмосистеми ЗОМ, Па;

T_i – значення питомої теплоти в газовому робочому потоці, Дж/кг;

ρ_i – дійсна густина потоку повітря, яке нагнітається в повітряну систему зерноочисного агрегату, кг/м³;

U_i – робоча швидкість повітряного потоку за кожним із перерізів, м/с;

ΔN_i – значення втрат потужності повітряного потоку між обраними перерізами робочої повітряної системи зерноочисного агрегату.

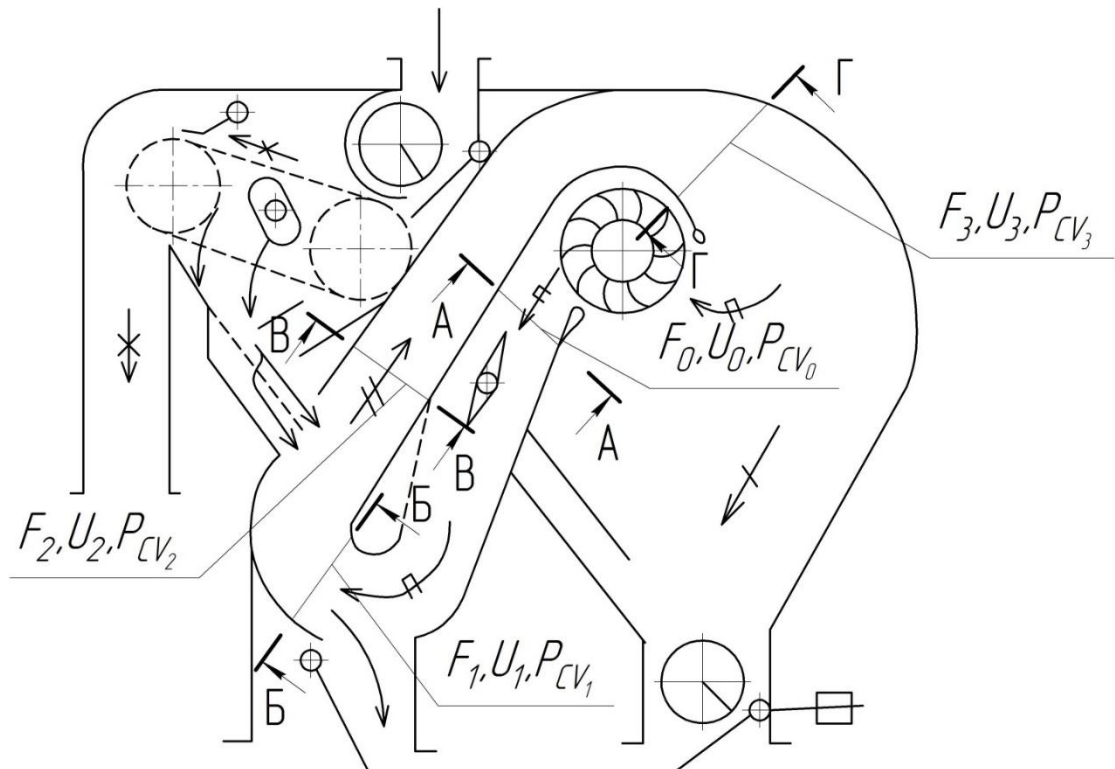


Рис. 10. Рух повітряного потоку в замкненій повітряній системі зерноочисного агрегату МПО-50 із зазначеними характерними перерізами

Правомірно прийняти, що загальна густина повітряного потоку є незмінною під час руху цього потоку по пневмосистемі ЗОМ. Враховуючи таке припущення маємо записати:

$$\rho_0 = \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho.$$

Аналогічним чином можемо керуватися тим, що потенційна енергія повітряного потоку також буде сталою в мережі, а отже, враховуючи малі перепади висот між обраними перерізами мережі отримаємо:

$$\begin{aligned}
 P_{SV_0} \cdot U_0 \cdot F_0 + \int_{F_0} \frac{\rho \cdot U_0^2}{2} \cdot dF_0 + T_0 \cdot \rho \cdot U_0 \cdot F_0 &= P_{SV_1} \cdot U_1 \cdot F_1 + \int_{F_1} \frac{\rho \cdot U_1^2}{2} \cdot dF_1 + \\
 + T_1 \cdot \rho \cdot U_2 \cdot F_2 + \Delta N_1 &= P_{SV_2} \cdot U_2 \cdot F_2 + \int_{F_2} \frac{\rho \cdot U_2^2}{2} \cdot dF_2 + T_2 \cdot \rho \cdot U_2 \cdot F_2 + \Delta N_2 = \\
 &= P_{SV_3} \cdot U_3 \cdot F_3 + \int_{F_3} \frac{\rho \cdot U_3^2}{2} \cdot dF_3 + T_3 \cdot \rho \cdot U_3 \cdot F_3 + \Delta N_3.
 \end{aligned}$$

Використовуючи рівняння нерозривності потоку повітря для обраних характерних перерізів пневмосистеми маємо:

$$\int_{F_0} \rho \cdot U_0 \cdot dF_0 = \int_{F_1} \rho \cdot U_1 \cdot dF_1 = \int_{F_2} \rho \cdot U_2 \cdot dF_2 = \int_{F_3} \rho \cdot U_3 \cdot dF_3 = \int_F \rho \cdot U \cdot dF.$$

За аналогією, використовуючи закон збереження енергії потоку повітря в межах пневмосистеми зерноочисної машини замкнутого типу та сталої густини повітря, за допомогою якого відбувається виділення аеродинамічно легких домішок маємо:

$$U_0 \cdot F_0 = U_1 \cdot F_1 = U_2 \cdot F_2 = U_3 \cdot F_3,$$

Закон збереження у витратах повітря можемо написати наступним чином:

$$W_0 = W_1 = W_2 = W_3,$$

де W_i – значення витрат повітря по обраних перерізах пневмосистеми зерноочисного агрегату МПО-50.

За результатами підстановки наведених величин та проведення алгебраїчних перетворень, враховуючи витрати повітряного потоку по робочим перерізам i , що величина витрати повітря становить $W = U_i \cdot F_i$ та після підстановки виразів маємо:

$$P_{SV_0} + h_0 \cdot \frac{\rho \cdot U_0^2}{2} = P_{SV_1} + \frac{h_1 \cdot \rho \cdot U_1^3 \cdot C_1}{2 \cdot C_0 \cdot U_0} + \Delta N_1 =$$

$$= P_{SV_2} + \frac{h_2 \cdot \rho \cdot U_2^3 \cdot C_2}{2 \cdot C_0 \cdot U_0} + \Delta N_2 = P_{SV_3} + \frac{h_3 \cdot \rho \cdot U_3^3 \cdot C_3}{2 \cdot C_0 \cdot U_0} + \Delta N_3,$$

де C_i – фактична глибина пневматичного каналу повітряної системи ЗОМ за кожним із обраних перерізів системи.

Таким чином, маючи дійсне значення швидкості потоку повітря за перерізом А-А (рис. 10), яка є швидкістю повітря на виході із вентилятора, геометричні розміри цього перерізу (вихідного вікна джерела повітряного потоку) та знаючи робочу швидкість повітря, із якою потрібно проводити очищення насіння від аеродинамічно легких домішок можемо знайти глибину пневмосепаруючого каналу в зоні виділення домішок (переріз В-В) за наступним рівнянням:

$$C_2 = \left(P_{SV_0} + h_0 \cdot \frac{\rho \cdot U_0^2}{2} - P_{SV_2} - \Delta N_2 \right) \cdot \frac{2 \cdot C_0 \cdot U_0}{h_2 \cdot \rho \cdot U_2^3}.$$

Аналогічно маємо змогу знайти робочу глибину каналу за любым перерізом замкненої повітряної системи ЗОМ. За тих умов, коли є значення геометричних розмірів робочого перерізу повітряної системи зерноочисного агрегату в конкретній зоні цієї системи, маємо можливість розрахувати робочу швидкість потоку повітря. Цю швидкість повітря розрахуємо використовуючи рівняння, що наведено для робочого перерізу Г-Г (рис. 10):

$$U_3 = \sqrt[3]{\left(P_{SV_0} + h_0 \cdot \frac{\rho \cdot U_0^2}{2} - P_{SV_3} - \Delta N_3 \right) \cdot \frac{2 \cdot C_0 \cdot U_0}{h_3 \cdot \rho \cdot C_3}}.$$

Враховуючи проведені аналітичні дослідження можемо стверджувати, що за результатами виконаної роботи отримано модель роботи замкненої пневмосистеми зерноочисної машини, що дозволяє маючи на вході конструктивні параметри агрегату отримати швидкість повітряного потоку по будь-якому робочому перерізу пневмосистеми ЗОМ.

Короткі висновки по розділу

У наведеному розділі було представлено біологічну характеристику насіння соняшнику, проведено аналіз типових технологічних процесів його вирощування та обґрунтовано вдосконалену технологію вирощування в умовах базового господарства.

Особливу увагу приділено технологічному процесу післязбирального очищення насіння. Розроблено та обґрунтовано технологічну карту очищення насіння соняшнику за допомогою зерноочисного агрегату МПО-50, а також показано переваги впровадження цієї технології порівняно з існуючою в господарстві.

На основі даних випробувань зерноочисних машин, із урахуванням наукових досягнень і новітніх відкриттів у сфері зерноочистки, було внесено певні зміни в конструкцію машини МПО-50, серед запропонованих змін такі.

Розраховано та обґрунтовано оптимальну глибину пневмосепаруючого каналу, яка становить 1250 мм. У серійній моделі цей розмір не був достатньо обґрунтований та був більшим, що дало змогу зменшити енергоємність машини без погіршення якості очищення.

Вдосконалено конструкцію вентилятора, зокрема обґрунтовано кількість його лопатей (25 шт.) та змінено загальну конструкцію, що спрощує виробництво джерела повітряного потоку і забезпечує необхідну рівномірність повітря без його пульсації.

Керуючись законом збереження енергії потоку в замкненій пневмосистемі зерноочисного агрегату, були виведені теоретичні залежності, якими можна скористатися для визначення конструктивних і швидкісних параметрів роботи пневмосистеми залежно від параметрів вентилятора.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Охорона праці

З метою покращення умов праці механізаторів під час впровадження технологічного процесу вирощування насіння соняшнику в базовому господарстві системно здійснюються заходи, спрямовані на усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть виникати під час сільськогосподарських робіт на полях, токах, складах тощо.

У базовому господарстві, для зниження рівня травматизму та професійних захворювань, організовуються навчання з охорони праці, виробничої санітарії та безпеки виконання робіт. Новоприйняті працівники обов'язково проходять вступний інструктаж і додатковий інструктаж на робочому місці, який є логічним продовженням першого. Усі інструктажі проводяться відповідно до затверджених програм і нормативних документів, обов'язкових до виконання. Час проведення навчань та інструктажів з охорони праці в господарстві фіксується у спеціальних журналах, які підписують як інструктори, так і працівники, що проходили навчання. Ці журнали є документами суворої звітності, які зберігаються на підприємстві.

Для покращення умов праці, правильної організації режиму праці й відпочинку та зменшення травматизму робочий день у господарстві встановлюється тривалістю 8 годин, незалежно від навантаження. Лише в періоди збору врожаю дозволяється збільшення робочого дня до 10 годин. Планова відпустка для механізаторів становить 24 календарні дні. Допускається залучення підлітків до окремих сільськогосподарських робіт за умови, що тривалість їхнього робочого дня не перевищує 4 годин, а виконувані роботи є легкими та з помірним навантаженням.

Під час роботи сільськогосподарської техніки в полі для забезпечення оптимального температурного режиму в кабінах тракторів і комбайнів необхідно встановлювати системи кондиціонування та підігріву. Такі системи дозволяють регулювати температуру й вологість повітря в робочій зоні, створюючи комфортні умови для виконання завдань.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Для захисту працівників від надмірного пилу, зокрема і на етапі очищення врожаю, застосовується система вентиляції. Якщо вентиляційна система не забезпечує достатнього захисту органів дихання або її використання є неможливим, робітники під час виконання робіт мають використовувати індивідуальні засоби захисту, такі як респіратори, окуляри та спецодяг.

Для зниження рівня шуму, який перевищує допустимі норми, у господарствах використовуються шумозахисні навушники ВЦННІОТ-1. Щоб мінімізувати негативний вплив шуму та вібрацій на працівників, слід впроваджувати організаційно-технічні заходи, серед яких:

- оптимальне чергування робочого часу, відпочинку та відпусток;
- своєчасне і якісне медичне обстеження, включно з періодичними оглядами;
- регулярний контроль рівня шкідливих і небезпечних факторів під час роботи обладнання;
- планове технічне обслуговування та запобіжний ремонт техніки й механізмів.

Під час роботи з токсичними речовинами у сільськогосподарському виробництві також необхідно використовувати спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту. Крім того, тривалість робочої зміни при роботі з агрохімікатами обмежується до 4...6 годин.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

5. Обґрунтування ефективності вдосконалень

Очищення насіння соняшнику після його збирання з поля господарства є важливим етапом технологічного процесу виробництва соняшникового насіння, оскільки очищення збіжжя значно підвищує якість продукції, полегшує її подальшу обробку та зберігання. Використання повітряно-решітних зерноочисних машин загального призначення, зокрема такого агрегату як МПО-50, для означених завдань має кілька переваг, які обґрунтовують доцільність реалізації цього етапу технології.

1. Видалення домішок.

Після збирання комбайном насіння соняшнику часто містить домішки, такі як залишки стебел, листя, лушпиння та сторонні частки. Повітряно-решітні зерноочисні машини ефективно видаляють ці домішки, забезпечуючи відповідність насіння стандартам якості.

2. Покращення умов зберігання.

Видалення органічних і неорганічних домішок знижує ризик розвитку мікроорганізмів і комах-шкідників під час зберігання. Це зменшує ймовірність псування насіння та втрати врожаю.

3. Зменшення втрат олії.

Очищення насіння соняшнику забезпечує його однорідність за розміром і формою, що сприяє підвищенню ефективності подальшої переробки, зокрема пресування для отримання олії. Домішки можуть заважати цьому процесу, знижуючи загальний вихід олії.

4. Економічна доцільність.

Повітряно-решітні машини загального призначення є доступними й універсальними агрегатами, які можна використовувати для очищення різних культур. Це дозволяє раціонально використовувати технічні ресурси господарства без необхідності придбання спеціалізованого обладнання.

5. Підготовка до подальшої обробки.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очищене насіння соняшнику краще підходить для сушіння та калібрування. Це важливо для забезпечення високої якості кінцевого продукту, наприклад, для виготовлення посівного матеріалу або продуктів харчування.

6. Зменшення витрат на транспортування.

Після очищення знижується загальна маса матеріалу за рахунок видалення домішок. Це сприяє зменшенню витрат на транспортування до місця зберігання чи переробки.

7. Екологічні аспекти.

Використання повітряно-решітних машин дозволяє розділяти органічні залишки, які можна використовувати для компостування чи інших екологічних цілей, зменшуючи забруднення навколишнього середовища.

Таким чином, очищення насіння соняшнику за допомогою повітряно-решітних зерноочисних машин, насамперед запропонованої МПО-50 є необхідним етапом післязбиральної обробки. Це сприяє підвищенню якості продукції, зменшенню витрат під час зберігання та переробки, а також оптимізації економічних і екологічних витрат господарства. Застосування таких машин є універсальним, ефективним та економічно вигідним рішенням.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Висновок

Таким чином, при виконанні даної роботи проведено огляд і аналіз базової технології вирощування насіння соняшнику в умовах конкретного господарства Кіровоградської області. Проведено розрахунок основних показників технологічного процесу та обґрунтовано основні засоби механізації, які найліпше використовувати на різних етапах виробництва соняшнику. Підтверджена технологічна доцільність використання на етапі очищення насіння соняшнику зерноочисного агрегату МПО-50 після його незначного вдосконалення.

На етапі вдосконалення ЗОМ МПО-50 запропоновано оновлену конструкцію системи повітряного очищення, а саме обґрунтовані основні конструктивні розміри, характерні елементи конструкцій, режими роботи та параметри і оновлено будову вентилятора. До того ж запропоновано змінену конструкцію шнека вивантажувача домішок та механізму його приводу. Запропоновані вдосконалення забезпечують суттєве зниження енерговитрат на процес очищення соняшнику, поліпшують умови виділення домішок та спрощують регулювання агрегату.

При проведенні наукових досліджень керуючись законом збереження енергії та нерозривності повітряного потоку в пневмосистемі зерноочисного агрегату враховуючи можливі перешкоди і втрати повітря отримані аналітичні залежності з допомогою яких можна визначити конкретні параметри і режими роботи зерноочисної машини загального призначення МПО-50. Проведені відповідні інженерні розрахунки, що підтверджують працездатність та ефективність вдосконаленого агрегату.

В розділі охорона праці вивчено можливі загрози для життя і здоров'я механізаторів, що з великою імовірністю можуть виникати в базовому господарстві під час вирощування насіння соняшнику. Запропоновані конкретні заходи щодо зниження визначених загроз та усунення шкідливих і небезпечних виробничих чинників. Доцільність практичного використання розробок підтверджена під час обґрунтування ефективності вдосконалень.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Список використаної літератури

1. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 3. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / Сисолін П.В., Петренко М.М., Свірень М.О. За ред. Черновола М.І. – К.: Фенікс, 2007. – 432 с.
2. Сільськогосподарські машини / В.Ю. Комаристов, М.М. Петренко, М.М. Косінов. – К.: Урожай, 1996. – 240 с.
3. 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.
4. Вдосконалення технологічного процесу очищення зерна зерноочисними машинами загального призначення. – Механізація і автоматизація технологічних процесів у молочному скотарстві. – Агроінженерні дослідження / М.І. Васильковський, І.М. Осипов, О.М. Васильковський, С.М. Мороз // Вісник ЛДАУ №3 – Львів, 1999. – с. 102-107.
5. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. – 6-те видання, перероб. і доп. – К.: Урожай, 1993. – 446 с.
6. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підручник. – К.: Каравела, 2004. – 552 с..
7. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. / [Бендера І. М. та ін.] ; за ред. І. М. Бендери, А. В. Рудя, Я. В. Козія. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О. В., 2011. – 640 с.
8. 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.
9. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В. В. Адамчука, М. І. Грицишина. – Київ : Аграрна наука, 2012. – 416 с.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 10.Бабенко Д.В. Механіка матеріалів і конструкцій: практикум: навчальний посібник / Д.В. Бабенко, О.А. Горбенко, Н.А. Доценко. – Миколаїв: МНАУ, 2017. – 384 с.
- 11.Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці: Навч. Посібник. – Львів: Афіша, 2000. – 349 с.
- 12.Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник / [Войтюк Д. Г. та ін.]; за ред. С. С. Яцуна. – [2-ге вид., перероб. і допов.]. – Суми: Сумський нац. аграр. ун-т, 2011. – 444 с.
- 13.Іванчук А.В. Деталі машин: Навч. посібник [для студ. вищ. пед. навч. закл.] / А.В. Іванчук. – Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2010. – 336 с.
- 14.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.
- 15.Комаристов В.Ю., Петренко М.М. Довідник з механізації післязбиральної обробки зерна. – К.: Урожай, 1990. – 184 с.
- 16.Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навчальний посібник / Г.А. Хайліс, Д.М. Коновалюк. – К.: НМКВО, 1992. – 320 с.
- 17.Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. – К.: Вища школа, 1993. – 556 с.
- 18.Плоткін Я.Д., Янушкевич О.К. Організація і планування виробництва на машинобудівному підприємстві. – Львів: Світ, 1996. – 352 с.
- 19.Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
- 20.Сенчук М.М. Насіннеочисні машини: навчально-методичний посібник для самостійної роботи та лабораторно-практичних занять за кредитно-

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

модульною системою навчання студентів агробіотехнологічного факультету / Сенчук М. М., Демещук В. А. – Біла Церква, 2015. – 195 с.

- 21.Розробка нової конструкції пневморешітної зерноочисної машини. Том. 1. Обґрунтування параметрів транспортера-сепаратора. Монографія / В.М. Сало, С.М. Мороз, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко – Кіровоград: Видавець Лисенко В.Ф., 2014 – 108 с.
- 22.Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003.– 408 с.

					ТВСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини дипломної роботи
на тему:

Вдосконалення технології вирощування соняшнику із дослідженням агрегату для післязбирального очищення насіння

Виконав: ст. гр. АІ-23М-1 Пророк Богдан Володимирович

Керівник роботи: доц. Лещенко С.М.

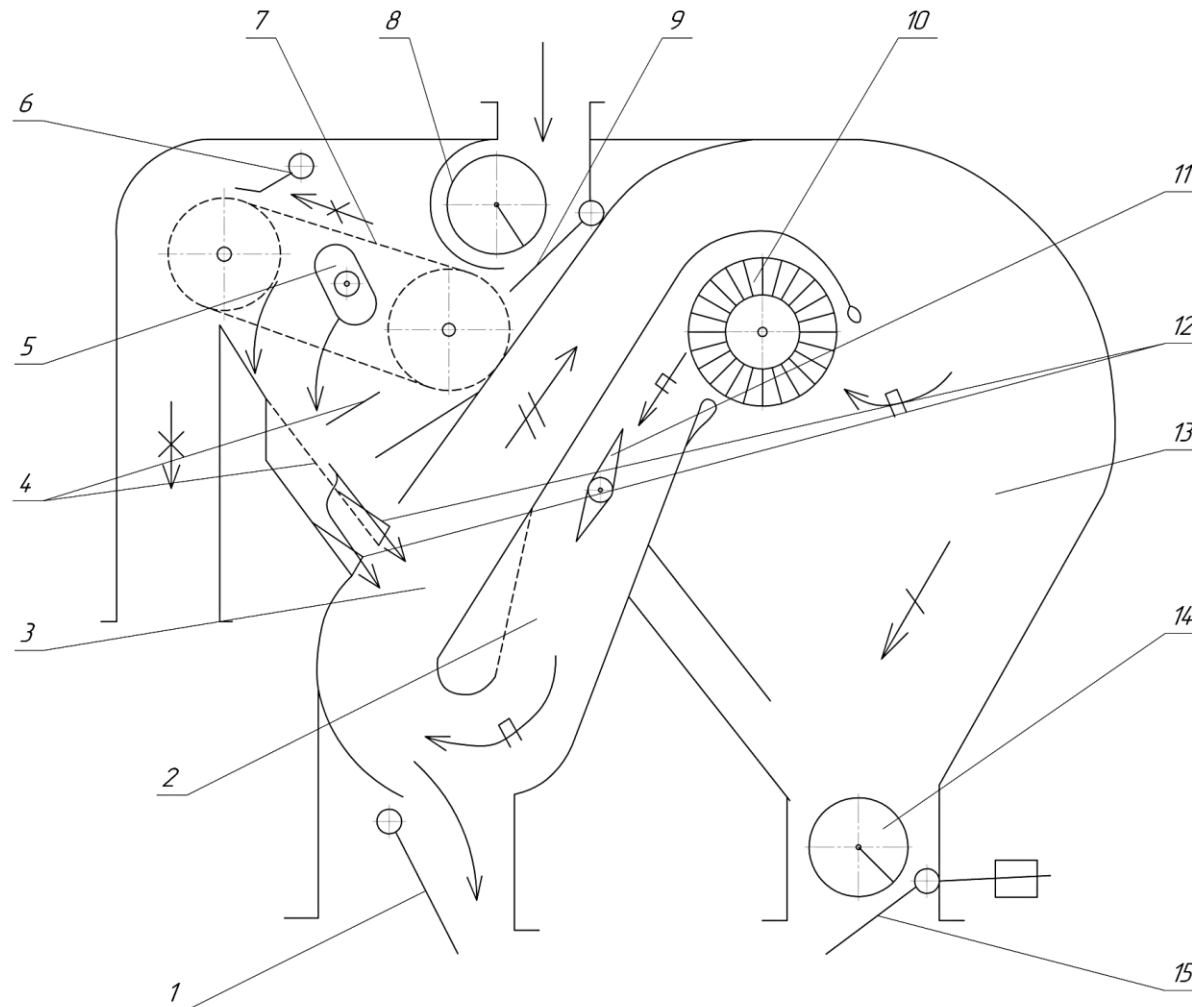
Кропивницький, 2024 р.

TBC 3 00 0001 TV

Операційно-технологічна карта на попереднє очищення насіння соняшнику

						ТВСЗ 00.001 Т4			
						Операционно-технологична карта на попереднє оцінення			
						Авт	Маск	Маск	
							-	-	
						Авт	Авт	Авт	
						-			
						ДІНІТ			
						2D АІ-23М-1			
						Формат А1			
						Класифікація			

TBC3 00.000 C1

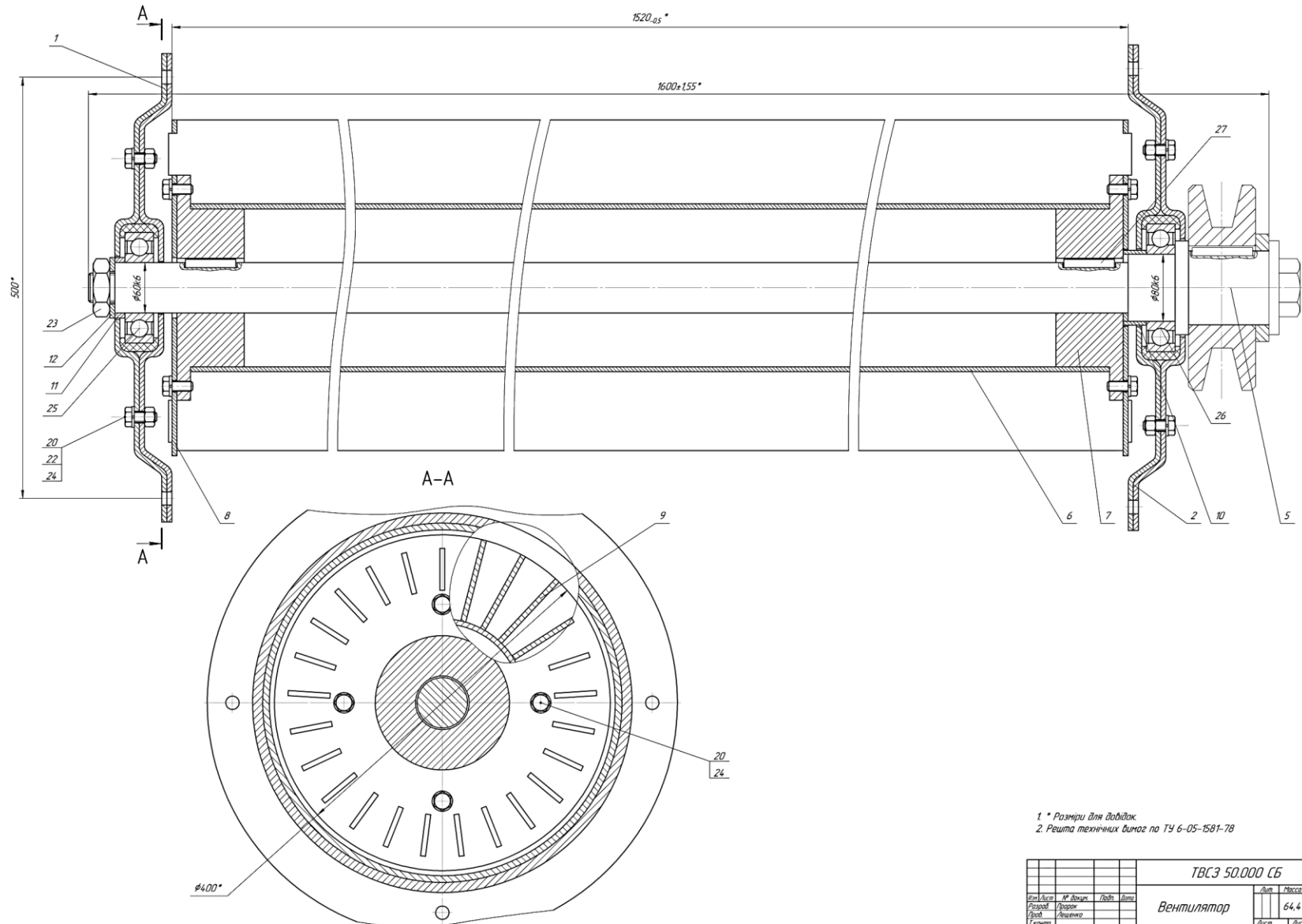


- 1, 15 – підпружинені клапани;
- 2 – нагнітальний канал;
- 3 – пневмосепаруючий канал;
- 4 – скатні дошки;
- 5 – піддубач;
- 6 – саламоприжими;
- 7 – сітчастий транспортер;
- 8 – шнек завантажувальний;
- 9 – клапан;
- 10 – діаметральний вентилятор;
- 11 – дросельна заслінка;
- 12 – багатоструменеві дилільники;
- 13 – осадова камера;
- 14 – шнек легких дімішок

$\longrightarrow$ - Зерновий матеріал $\nrightarrow$ - Повітря з легкими домішками
 $\dashrightarrow$ - Повітряний потік $\nearrow$ - Легкі домішки

						ТБС 00.000 С1			
						Технологична схема			
						зерноочистителни машини			
						МТО-50			
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя		Имя	Имя	Имя	Имя
Род	Род	Род	Род	Род					-
Клас	Клас	Клас	Клас	Клас					
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя		Имя	Имя	Имя	Имя
Род	Род	Род	Род	Род					
Клас	Клас	Клас	Клас	Клас					
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя		ИЧТЗ			
Род	Род	Род	Род	Род		ЗР. АІ-23М-1			
Клас	Клас	Клас	Клас	Клас		Имя			
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя		Имя			
Род	Род	Род	Род	Род		Имя			
Клас	Клас	Клас	Клас	Клас		Имя			

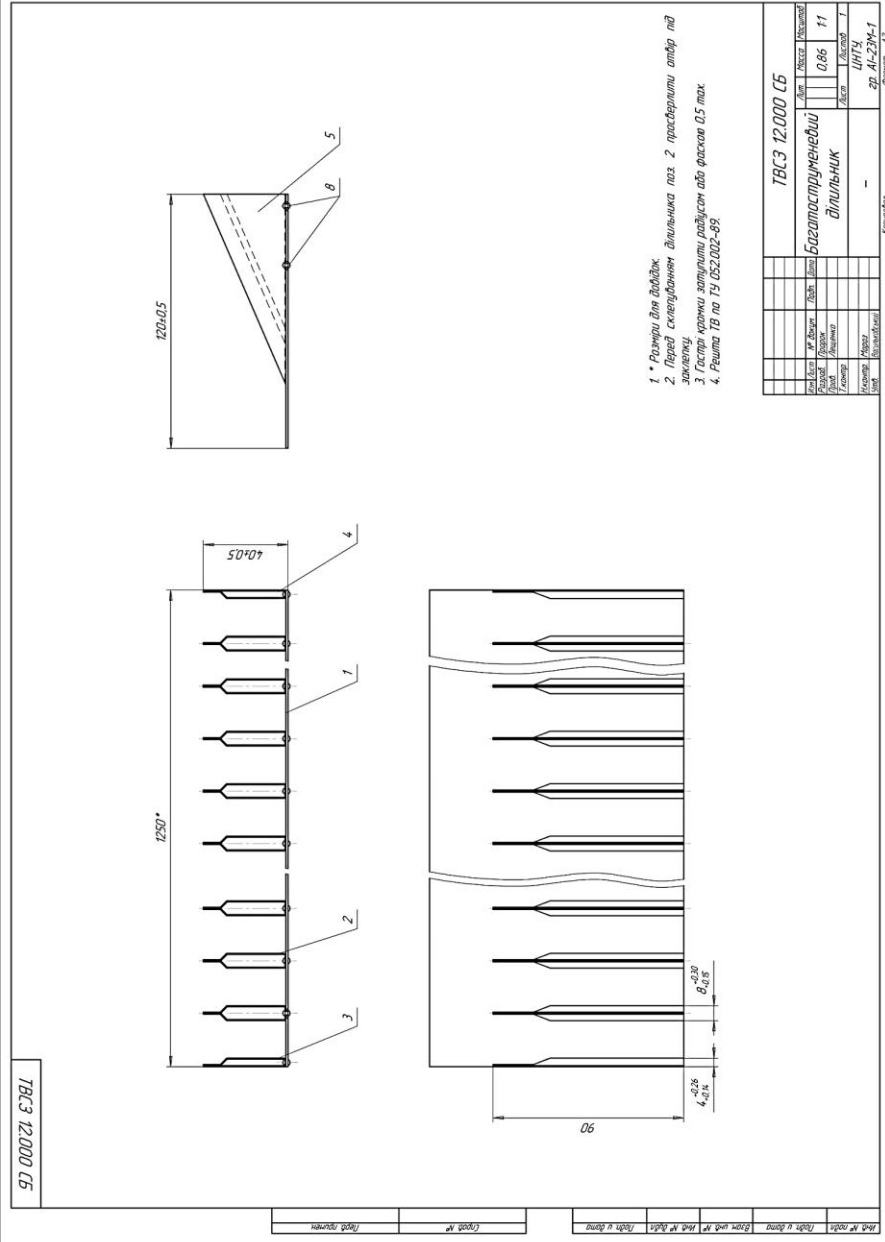
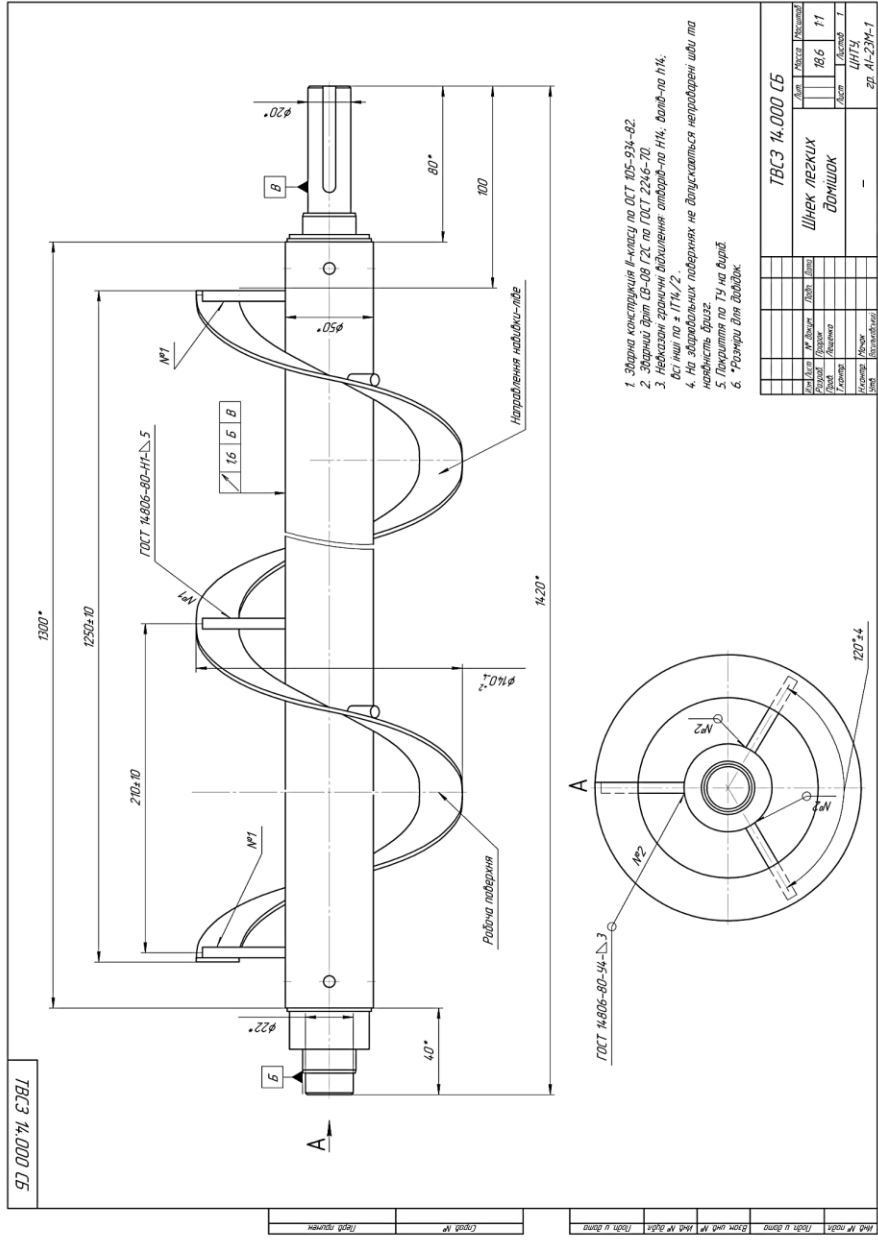
Вдосконалений вентилятор



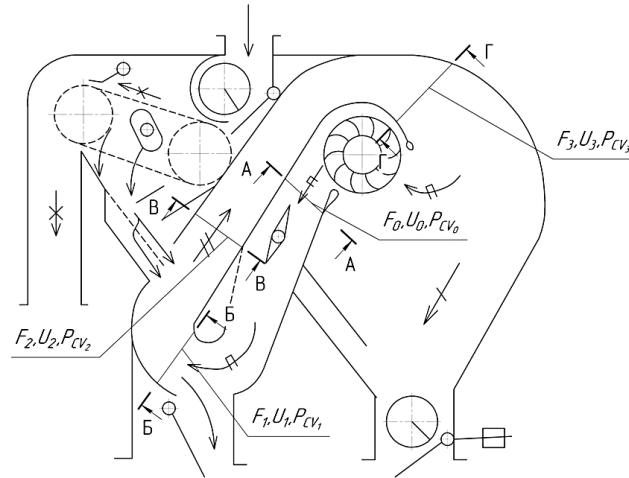
1. * Розміри для довідок.
2. Решта технічних вимог по ТУ 6-05-1581-78

[illegible]

Вдосконалені елементи конструкції



TAC3 000001 HY


$$\begin{aligned} & \left(P_{Sv_0} + h_0 \cdot \frac{\rho_0 \cdot U_0^2}{2} + \rho \cdot U_0 \right) \cdot W_0 = \left(P_{Sv_1} + h_1 \cdot \frac{\rho_1 \cdot U_1^2}{2} + \rho \cdot U_1 \right) \cdot W_1 + \Delta N_1 = \\ & \left(P_{Sv_2} + h_2 \cdot \frac{\rho_2 \cdot U_2^2}{2} + \rho \cdot U_2 \right) \cdot W_2 + \Delta N_2 = \left(P_{Sv_3} + h_3 \cdot \frac{\rho_3 \cdot U_3^2}{2} + \rho \cdot U_3 \right) \cdot W_3 + \Delta N_3 \end{aligned}$$
$$P_{SV_0} + h_0 \cdot \frac{\rho \cdot U_0^2}{2} = P_{SV_1} + \frac{h_1 \cdot \rho \cdot U_1^3 \cdot C_1}{2 \cdot C_0 \cdot U_0} + \Delta N_1 =$$

$$= P_{SV_2} + \frac{h_2 \cdot \rho \cdot U_2^3 \cdot C_2}{2 \cdot C_0 \cdot U_0} + \Delta N_2 = P_{SV_3} + \frac{h_3 \cdot \rho \cdot U_3^3 \cdot C_3}{2 \cdot C_0 \cdot U_0} + \Delta N_3$$
$$C_2 = \left(P_{Sv_0} + h_0 \cdot \frac{\rho \cdot U_0^2}{2} - P_{Sv_2} - \Delta N_2 \right) \cdot \frac{2 \cdot C_0 \cdot U_0}{h_2 \cdot \rho \cdot U_2^3}.$$

						ТВС 3 00.001 НЧ			
						Теоретичні дослідження роботи замкненої пінності системи			
Кім. Акт	М. Бонч	Полт.	Львів			Авт.	Маск.	Маск.	
Григор	Зорян						-	-	
Фед	Зорян								
Григор						Авт.	Львів		
Маск.	Маск.					ЦНТБ			
Маск.	Маск.					22 А-234-1			
						Сторінка 11			
						Копія			

Наукові результати досліджень

Дякую за увагу!