

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

«Механізація вирощування гірчиці із дослідженням та
вдосконаленням повітряного сепаратора АСХ»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи AI-20M3(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Григорєв Олексій Олексійович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти _____

Галузь знань _____

Спеціальність _____

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Микола СВІРЕНЬ

«___» _____ 2021 року

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

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

2. Керівник роботи (проекту)

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Дата видачі завдання

«___» _____ 20__ р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 20__ р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина	8
3. Наукова частина	28
4. Охорона праці.....	56
5. Економічна частина	58
6. Висновок	60
Список використаної літератури	61
Додатки.....	65

					<i>МВГС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Наша держава є цілком аграрною державою, а кількість продукції рослинництва, що вирощується на полях України є дуже великою та різноманітною. Сьогодні в рослинництві дуже актуальним є питання відновлення повноцінних сівозмін, що дозволяє забезпечити сприятливі умови для відновлення родючості ґрунтів, дозволяє боротися природними способами із карантинними шкідниками і хворобами, створює сприятливі умови для високої врожайності продукції рослинництва тощо. Відновлення сівозміни, впровадження енергозберігаючих та ресурсозберігаючих технологій пов'язане із розширенням спектра культур, які повинні вирощуватися в господарстві. Отже, сучасні тенденції виробництва продукції рослинництва, пов'язані як із культурами, що давно вирощуються, так і з порівняно новими культурами, що почали культивуватися на полях господарств відносно недавно, чи їх вирощування відновлюється через певний проміжок часу, коли ці культури не вирощувалися, але в будь-якому випадку вирощування цих культур дозволяє поліпшити і економічні показники господарювання.

До перспективних культур, вирощування яких в господарських умовах відновлює свою актуальність, відноситься така олійна культура як гірчиця. Поступове нарощування обсягів вирощування гірчиці пов'язане із стабільними ринками збуту цієї продукції, відносно високою вартістю зібраного врожаю, нескладним технологічним процесом та вимогами щодо його технічного забезпечення, та значною цінністю цієї культури у сівозміні господарств. Вирощування гірчиці, дозволяє разом із переліченим, частково вирішити питання щодо підвищення кількості органіки на полях, оскільки в результаті вирощування гірчиці на поверхні поля залишається велика кількість органічних рослинних решток, які добре засвоюються ґрунтовим середовищем після заробки їх в ґрунт.

					МВГС 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка		
Розроб.	Григорєць						
Перевір.	Лещенко						
Реценз.							
Н. Контр.	Мачок						
Затверд.	Свірень						
					Лім.	Арк.	Аркушів
						6	
					ЦНТУ, гр. АІ-20МЗ(1,4)		

Подібна ситуація склалася і на полях базового господарства, адже протягом останнього часу спостерігається тенденція поступового нарощування і посівів і обсягів виробництва гірчиці. Так, протягом останніх кількох років, площі посіву гірчиці збільшилися із 20 до 80 га, що доводить актуальність питання інтенсифікації технологічного процесу вирощування цієї культури. Незважаючи на відносну простоту технологічних процесів та певні розроблені рекомендації по вирощуванню гірчиці, деякі етапи технології потребують більш ретельного вивчення і вдосконалення, адже це дозволить знизити собівартість вирощування гірчиці та забезпечить сприятливі умови для отримання врожаю цієї культури високої якості. Відомо, що досить відповідальним і важливим етапом технології вирощування гірчиці є її післязбиральне очищення, адже ця операція дозволяє підвищити сортову чистоту збіжжя а тому існує нагальна необхідність вдосконалення цього технологічного процесу.

З врахуванням наведеного, вдосконалення технологічного процесу вирощування гірчиці в умовах базового господарства із інтенсифікацією післязбирального очищення зібраного збіжжя та вдосконаленням конструкції зерноочисного обладнання, що для цього використовується і є тим завданням, яке заплановано вирішити в розрізі даної кваліфікаційної роботи.

					МВГС 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технологічна частина

2.1. Народногосподарське значення гірчиці, особливості цієї культури та технологія її вирощування

Гірчиця є однією із цінних олійних культур, що вирощується в ряді господарств північної і центральної України. В нашій державі практикують вирощування трьох видів гірчиці – білої, сизої (руської) та чорної [1]. Найбагатшими на олію є насіння сизої гірчиці, в якій 35...47% олії, в насінні білої гірчиці олії близько 30...40%. Крім рослинної олії насіння гірчиці є багатим на білок, якого не менше 25...32% та ефірну олію – до 1,7%. Жирна гірчична олія за своїми характеристиками відноситься до слабовисихаючих, оскільки йодне число для зерен сизої гірчиці становить 102...108 а для зерен білої знаходиться на рівні 92...122. Олія, яка виготовляється із гірчиці володіє високими смаковими властивостями, її найчастіше застосовують у харчування, консервній промисловості, виробництві хлібобулочних виробів, кондитерській галузі та інших технологіях виробництва різноманітних харчових продуктів.

Саму гірчицю часто використовують для приготування салатів, блюд із сиру, яєць тощо в німецькій, французькій, ірландській та інших кухнях. Для надання спеціальних ознак гірчицею натирають м'ясо перед його смаженням чи запіканням. Часто гірчиця додається у вигляді окремого інгредієнту до вершкового масла для надання йому приємного і характерного смаку. Гірчиця є сировиною для виготовлення ліків, які використовуються для лікування застуд, бронхітів, м'язових спазмів тощо. Рослинну олію із гірчиці використовують для виробництва продукції фармацевтичної промисловості, текстильних виробів, продукції миловаріння. Із гірчиці виготовляють і ефірну олію, яку потім використовують для виробництва парфумів та ряду інших косметичних виробів. Макуху сизої гірчиці використовують для виробництва столової гірчиці, гірчичників медичного призначення, фітину тощо [1...5].

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

Гірчицю в господарських умовах добре вирощувати на зеленій корм і зелене добриво. Варто знати, що в 100 кг зеленої маси цієї рослини міститься близько 11 кормових одиниць, що є дуже добрим показником по кормовій цінності цієї культури. Біла гірчиця є дуже гарною рослиною для медоносу, і відмінним попередником для усіх без виключення культур сівозміни.

Батьківщиною сизої гірчиці вважається Південно-Східна Азія, в той час, як біла гірчиця почала вирощуватися в країнах Середземномор'я. Протягом дуже тривалого періоду гірчицю вирощують в Єгипті, Індії, Китаї.

Найбільшим світовим виробником гірчиці по праву вважаються Індія та Канада. З початком XXI століття спостерігається світова тенденція до збільшення посівів різних сортів гірчиці по всьому світу. Так протягом 2005...2015 рр. площі вирощування гірчиці в світі зросли на 30% із 24 млн.га. до 31 млн.га., а світовий валовий збір цієї культури – взагалі збільшився майже на 60%, так у 2005 р – зібрали близько 36 млн. т. гірчиці, в той час, як вже у 2015 обсяги виробництва збільшилися до 59 млн.т.

В нашій державі пікові площі під гірчицю були засіяні в 2009 р, в цей період гірчиця вирощувалася в Україні на 181 тис.га. Поступово обсяг земель, на яких вирощують цю культуру стабілізувалася та була в межах ± 50 тис. га. на рік. За статистикою і з огляду перспективних планів розвитку рослинництва в цілому, планується поступове збільшення посівних площ під гірчицю до 100...110 тис. га.

Нажаль, середній врожай гірчиці по Україні, незважаючи від місця її вирощування та дійсних ґрунтово-кліматичних умов, залишається невисоким і для білої гірчиці знаходиться на рівні 1,2...1,5 т/га, для сизої цей показник не перевищує 1,0...1,2 т/га.

Морфологічні особливості

Гірчиця сиза або руська (*Brassica juncea* Czern.) є однорічною трав'яною рослиною, яка належить до роду капустяних (рис. 1) [1]. Ця рослина має добре розвинену та достатньо міцну стрижневу кореневу систему. Стебло

сизої гірчиці є розгалуженим та рясно вкритим сизим восковим нальотом. Під час росту рослини можна виділити нижні та верхні листки. Нижні листки цієї культури – черешкові, як зазначають агрономи яскраво ліроподібно-пірчасторозсічені. Верхні листки – черешкові та цілі є явно видовженими лінійно. Суцвіттям гірчиці є китиці, які складаються яскраво жовтих квіток, які є двостатевими. Основним плодом гірчиці є тонкий видовжений стручок, що має довжину 3...5 см, із видовженим шилоподібним носиком. Насіння, що розміщується в стручках має кулеподібну форму, а його діаметр знаходиться в діапазоні 1,2...1,8 мм, переважно темно коричневе та характеризується сформованою сітчастою поверхнею. В середньому маса 1000 готових насінин гірчиці дорівнює 2...4 гр.

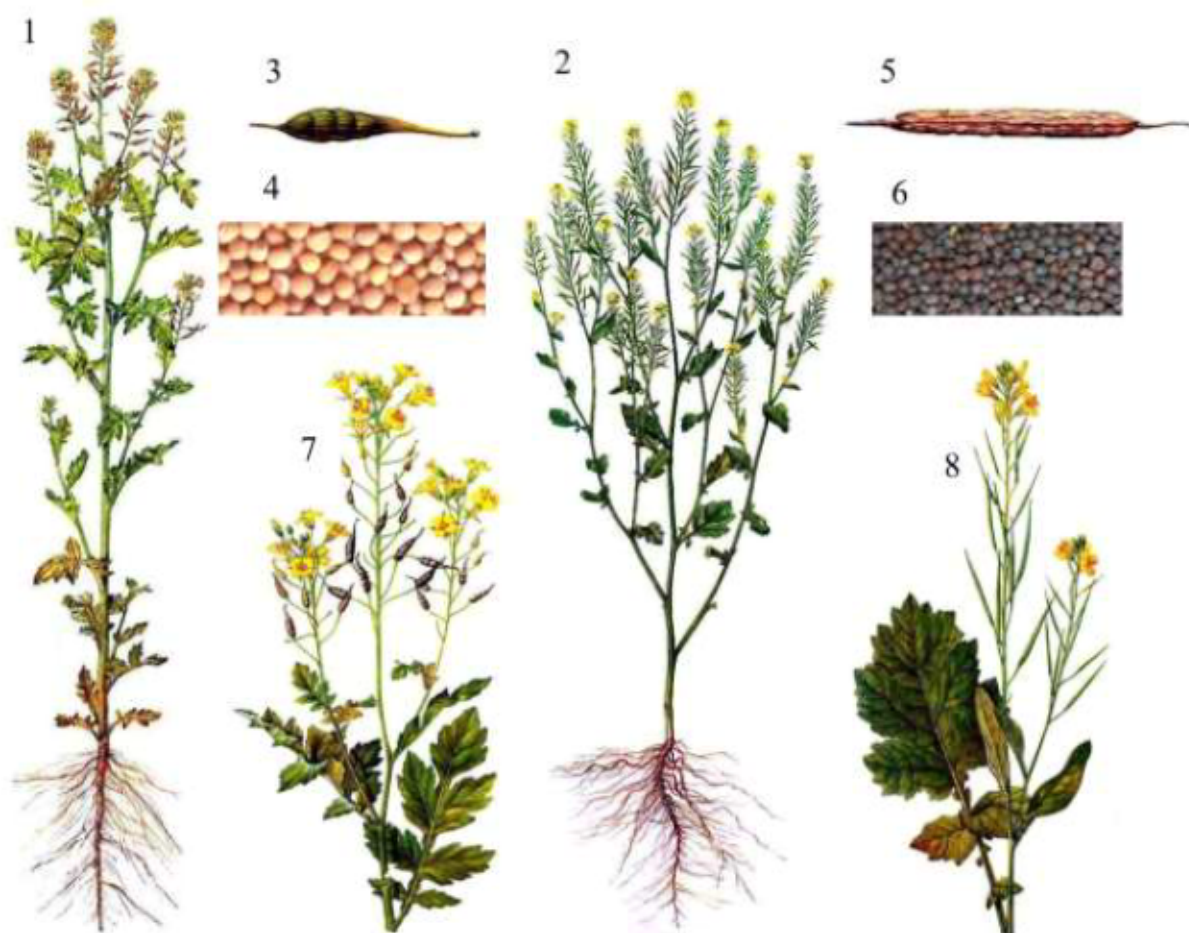


Рис. 1. Морфологічні ознаки гірчиці:

1 – загальний вигляд рослини біла гірчиця; 2 – загальний вигляд рослини сиза гірчиця; 3, 4 – плід і насіння білої гірчиці; 5, 6 – плід і насіння сизої гірчиці; 7, 8 – гілка з плодами білої та сизої гірчиці відповідно

Біла гірчиця (*Sinapis alba* L.) на відміну від сизої гірчиці має більш розвинене стебло, причому і саме стебло і листки та плоди в цієї рослини вкриті жовтим густим опушенням. Стручок, в якому формується насіння гірчиці білої є бугорчастим та закінчується видовженим приплюснутим мечеподібним носиком. Самі насінини мають кулеподібну форму із діаметром в межах 1,8...2,5 мм, блідо-жовто забарвлені та гладкоповерхневі. Середня вага 1000 насінин білої гірчиці дорівнює 5...6 гр.

Будь-яка гірчиця, що культивується в нашій державі є скоростиглою та дуже холодостійкою рослиною. Перші сходи рослин вже з'являються за температури +1...+3°C. Якщо під час посіву гірчиці забезпечити потрапляння насіння у вологий добре підготовлений та прогрітий до +5...+8°C ґрунт, то гарні і дружні сходи з'являються через чотири-п'ять днів після проведення посіву, а самі молоді рослини здатні витримувати відносно короточасні зниження температури навколишнього середовища до -4...-5°C. Активна фаза цвітіння гірчиці настає приблизно через 40 днів після сходів рослин. Загальна тривалість процесу вегетації білої гірчиці дорівнює 65...90 днів, сизої гірчиці знаходиться в межах 70...115 днів.

Гірчиця дуже погано росте на важких і засолених ґрунтах. Суттєво впливають на врожайність цієї культури вплив на неї антропогенних та абіотичних факторів.

Більш вимогливою до ґрунтує сиза гірчиця, але порівняно із іншими сортами ця культура є більш посухостійкою і вимагає менше води для формування врожаю. Біла гірчиця є перехреснозапильною культурою, в той час, як гірчиця сиза є самозапильною.

На сьогоднішній день до Державного реєстру сортів [1] внесено 9 сортів сизої гірчиці та 7 сортів – білої гірчиці. Всі без виключення сорти сизої гірчиці добре себе показують при їх вирощуванні в умовах Степу України, шість із внесених до реєстру сортів цієї культури адаптовані для Лісостепу. Поряд з тим, серед сортів білої гірчиці – всі рекомендовані для вирощування в

					МВГС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

умовах Лісостепу, серед них лише чотири сорти рекомендують для вирощування в умовах Степу і три сорти є адаптованими для вирощування на Поліссі. У базовому господарстві вирощуються сорти сизої гірчиці такі як Деметра та Світлана. За необхідності культивують і один сорт білої гірчиці, як правило це Талісман

*Існуюча технологія вирощування гірчиці в господарстві, перспективи її
вдосконалення*

Місце гірчиці в сівозміні

Гірчиця є непоганою культурою сівозміни. Найбільш доцільно її вирощувати за умов п'ятипільної, семипільної чи більше сівозміни. Найсприятливішими попередниками для гірчиці є пари, як чисті так і зелені, дуже добре вирощувати цю культуру після всіх зернових колосових та зернобобових культур. Дуже несприятливими попередниками є ріпак, льон, соняшник, буряки, однорічні трави. За існуючими рекомендаціями [5] гірчицю можна вирощувати на одному і тому ж полі не частіше ніж один раз на чотири п'ять років. Сама ж гірчиця є дуже добрим попередником для зернових культур, так як вирощування гірчиці між двом посівами, наприклад пшениці запобігає ураженню рослин кореневищними гнилями та пошкодженням жуликом тощо.

Обробіток ґрунту

При вирощуванні гірчиці після зернових та зернобобових культур на полі потрібно провести лущення стерні на глибину не менше 6...8 см та провести полицеву оранку на 20...22 см. Для оранки в господарстві використовують агрегат у складі трактора Т-150К та плуга ПЛН-5-35. Особливістю обробітку ґрунту під гірчицю є те, що восени зяб потрібно обов'язково вирівняти до настання зимових холодів.

Якщо поля, на яких заплановано вирощувати гірчицю сильно засмічені коренепаростковими бур'янами для боротьби із ними слід поєднати

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

агротехнічні заходи боротьби із бур'янами з хімічними методами боротьби. Для цього використовують гербіциди суцільної дії, такі як Ураган із нормами внесення 1,5...3 л/га чи Раундап із нормами внесення 2,0...3,0 л/га. Ці хімікати переважно вносять методом обприскування по вегетуючих бур'янах за два-три тижні до проведення глибокої оранки.

Початок обробітку ґрунту під гірчицю весною починається після досягнення фізичної стиглості ґрунту, але при цьому намагаються не запізнитися з початком дозрівання ґрунту. Якщо за певних причин поверхня ґрунту не була якісно вирівняна восени після основного обробітку, то потрібно провести ранньовесняне боронування важкими боронами БЗТС-1,0. Для забезпечення оптимальних умов посадки, а саме – утворення вологого та ущільненого насінневого ложе, поверхню поля культивують на глибину до 4...5 см, причому цю операцію проводять під кутом чи перпендикулярно до напрямку оранки. Краще себе зарекомендували на операціях підготовки ґрунту під посів комбіновані ґрунтообробні агрегати, такі як РВК-3,6, АПБ-6 чи подібні за призначенням машини закордонного виробництва – «Європак», «Смарагд», «Компактор» та ін.

Система удобрення при вирощуванні гірчиці

Гірчиця, як і більшість інших олійних культур є дуже вимогливою до наявності і доступності поживних речовин у ґрунтовому середовищі. Відомо [4], що для формування однієї тони врожаю ця культура споживає із ґрунту не менше 55...60 кг. азоту, близько 20...30 кг фосфору та нарівні 35...60 кг калію. Тому під час обробітку ґрунту, проведення посіву слід забезпечити достатню кількість поживних речовин у доступному для рослин гірчиці стані. Обґрунтування норм внесення добрив відбувається шляхом відбору ґрунтових проб та аналізу цих проб на поживні речовини та проведення внесення недостаючих норм, причому основна доза добрив вноситься під основний обробіток методом розкидання мінеральних добрив по полю відцентровими розкидачами із подальшим їх заорюванням. Фінішну норму добрив вносять

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

разом із посівом. Середні доза мінеральних добрив під оранку для класичних чорноземів становить $N_{60}P_{60}K_{30}$ кілограм діючої речовини на гектар площі.

Сівба гірчиці в господарських умовах

Сіяти гірчицю потрібно якісно відсортованим та добре підготовленим насінням не нижче першої репродукції. Важливо перед посівом насіння гірчиці обробити плівкоутворюючими речовинами, для чого найбільше підходять такі препарати, як Хінуфур 18,0 л/т; Космос 8,0 л/т; Круїзер 350 – 4,0 л/т та інші препарати для протруювання подібної дії.

Для досягнення стабільно високих врожаїв потрібно в господарських умовах забезпечити проведення максимально ранньої сівби гірчиці, яка з агротермінами співпадає із посівом ярих зернових культур. Проведення максимально раннього посіву дозволяє забезпечити більш повне використання запасів вологи у ґрунті, що створює мови для того, щоб в наступні періоди свого розвитку рослини легше переносили посухи та не були схильні до зараження земляною блішкою.

Гірчицю сіють звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 15 см. Якщо в господарстві вирощують гірчицю для насіння або ж є необхідність вирощувати цю культуру на сильно забур'янених полях допускається реалізація широкорядного способу посіву із міжряддями 45...70 см. В господарстві гірчицю сіють сівалкою СЗТ-3,6 в агрегаті із трактором МТЗ-82.

Норма висіву насіння гірчиці при реалізації в господарстві класичного рядкового способу сівби дорівнює 1,5...2,0 млн. шт. насінин на гектар, а це приблизно 10...12 кг/га. При вирощуванні гірчиці широкорядним способом норма висіву становить 1,2...1,5 млн. шт. насінин на гектар, або ж близько 8...10 кг/га. Сіють гірчицю на глибину 2...3 см із одночасним внесенням фінішної дози мінеральних добрив.

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

Догляд за посівами гірчиці

Однією із важливих умов, що дозволяють одержати дружні сходи гірчиці є проведення її досходового коткування кільчасто-зубчастими котками. Якщо на полі із посівами гірчиці до появи сходів утворюється ґрунтова кірка потрібно провести її обробку легкими зубовими боронами із швидкістю руху не більше 5 км/год у напрямку перпендикулярному до розміщення рядків.

Якщо ж в господарстві гірчицю вирощують широкорядним способом, то після досягнення рослин фази розвитку в 3...4 справжніх листки проводять кількарязову міжрядну обробку посівів в більшості випадків класичними однобічними плоскорізними лапами (бритами). Перший міжрядний обробіток посівів гірчиці проводять на глибину 4...5 см; другий і за потреби наступні проводять на глибину не меншу за 5...6 см, при цьому в жодному із випадків слід не допускати присипання ґрунтом культурних рослин.

Якщо спостерігається підвищена забур'яненість посівів, на поле вносять у фазі розетки гірчиці страхові гербіциди селективної дії. Найчастіше для таких цілей використовують такі хімікати як Фуроре супер, з нормами 0,3...0,5 л/га; Лонтрел гранд із нормами 0,1...0,2 кг/га; Ф'юзилад форте із нормами 0,5...2,0 л/га чи інші гербіциди подібного спектру дії.

Якщо на полях із посівами гірчиці виявляють більше ніж три жуки хрестоцвітної блішки на квадратний метр посіву, тоді проводять обприскування гірчиці інсектицидами для захисту від цього шкідника, для чого використовують такі препарати як Ф'юрі з нормою 0,1 л/га чи Децис із нормою внесення 0,3 л/га. тощо. На самому завершенні стадії бутонізації рослин посіви гірчиці слід обробити від стеблового, насінневого, капустяного прихованохоботників, ріпакового пильщика, квіткогризу препаратами комбінованої дії, наприклад такими як Децис із нормою 0,3 л/га; Фастак – 0,15 л/га; Тіодан – 1,5 кг/га та ін. завершальним обробітком посівів гірчиці є обприскування посівів в фазі цвітіння і утворення стручків препаратами, що

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

дозволяють боротися із капустиною попелицею, наприклад хімікатом Бі-58 новий із нормою його внесення 0,5...1,0 л/га.

Збирання врожаю гірчиці та її післязбиральна обробка

Вирощений врожай гірчиці збирають як способом прямого комбайнування так і роздільним способом. Пряме комбайнування найкраще проводити на чистих від бур'янів полях за умови, що вологість основного насіння гірчиці знаходиться в межах 12...15%. Під час проведенні на полі прямого способу збирання гірчиці дійсна робоча швидкість комбайна дорівнює 5...6 км/год, при цьому, для нормального обмолоту врожаю частота обертання молотильного барабану повинна знаходитися на рівні 500...700 об/хв. Якщо вологість насіння гірчиці не вдається знизити і вона фактично становить 25...30%, практикують роздільний спосіб збирання гірчиці, за якого спочатку збіжжя скошують у валки із висотою скошування 20...30 см. Потім проводять підбирання валків із наступним обмолочуванням гірчиці, що проводиться за умови висихання валків до вологості зерна гірчиці до 10...12%.

Після надходження зібраної гірчиці на токи господарства насіння потрібно якомога швидше очистити від домішок, тобто провести попереднє очищення, а за потреби і висушити, що здебільшого проводять методом активного вентилявання. Якщо в господарстві відсутнє обладнання для реалізації активного вентилявання, практикують сушіння гірчиці природнім способом на відкритих майданчиках. За умови, коли гірчиця досягла вологості 9% і нижче слід провести вторинне очищення, для чого в господарстві використовують зерноочисні машини Petkus K531 (Gigant) та ОС-4,5, чи ін. Коли провели всі перелічені операції та насіння гірчиці має стійку вологість на рівні 8...9% її можна закладати на тривале зберігання.

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

2.2. Вдосконалення технології післязбирального очищення гірчиці в господарстві

Насіння гірчиці, що після збирання з поля надходить на токи господарства складається із насіння самої гірчиці, насіння інших сільськогосподарських культур та бур'янів, різних рослинних решток, комах та решти шкідників, металевих і мінеральних домішок.

Товарне насіння гірчиці потрібно очистити від домішок, а насіннєвий матеріал, крім очищення від домішок потрібно відсортувати за фракціями та об'ємною вагою. Вологість продовольчого насіння гірчиці має знаходитися в межах 8...9%, вміст домішок різного походження та насіння бур'янів для тривалого зберігання має бути не більше 5 %, вміст в гірчиці насіння інших сільськогосподарських культур не повинно перевищувати 10%.

При проведенні на току господарства попереднього очищення насіння гірчиці потрібно якомога швидше виділити із зібраного врожаю максимальну кількість домішок, стабілізувати вологість зібраного насіння та підготувати очищений матеріал до його тимчасового зберігання та до реалізації наступних етапів післязбирального очищення врожаю – первинного очищення та сушіння. Вміст домішок в повноцінному насінні гірчиці після проведення попереднього очищення має знизитися не менше ніж на 60% в порівнянні із вихідним матеріалом.

Вторинне чи основне очищення насіння гірчиці проводиться з метою доведення зібраного врожаю до стану, який дозволить тривале зберігання гірчиці та її продаж за максимальною класністю насіння, а отже і вартістю. Крім того в ході проведення вторинного очищення насіння гірчиці фактично доводиться до стану, коли його можна використовувати у якості посівного матеріалу. За встановленим стандартом ефект очищення гірчиці в результаті цієї операції має бути на рівні не нижче 80% за чіткості сепарації всього процесу – до 5%.

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

Для виконання операції як попереднього і первинного, так і вторинного очищення насіння гірчиці в базовому господарстві можна використовувати повітряний сепаратор АСХ-5, продуктивність якого при очищенні гірчиці складає 2,5...3 т/год. Тому, в ході вдосконалення етапу післязбирального очищення врожаю пропонуємо замінити існуючу в господарстві застарілу і енерговитратну пневмосепаруючу машину ОПС-2 на вдосконалений аспіратор АСХ-5 та проводимо відповідні розрахунки і визначення умов його роботи.

Агротехнічні вимоги до сепаратора

За умов забезпечення запланованої продуктивності роботи зерноочисного обладнання, відомій вихідній засміченості зібраного врожаю гірчиці, допустимій кількості втрат повноцінного зерна в результаті проведення зерноочисних операцій та мінімально допустимих пошкоджень насіння в результаті контакту з робочими органами і елементами зерноочисного обладнання мають чітко виконуватися агротехнічні вимоги та стандарт ДСТУ 7694:2015 «Насіння гірчиці. Технічні умови».

Під час проведення очищення важливо щоб робочі органи і елементи конструкцій зерноочисного обладнання повністю виключали можливість пошкодження повноцінного зерна, у крайньому випадку така ймовірність пошкодження має бути мінімальною. Стандартом встановлюються і максимально допустимі відсотки обрушеного чи пошкодженого насіння, так наприклад для попереднього очищення гірчиці цей показник не повинен бути більшим за 1%, вторинне очищення – до 5%.

Значна увага в агровимогах до післязбирального очищення відводиться до загальних експлуатаційних показників роботи зерноочисного обладнання. Так, регламентуються показники довговічності роботи зерноочисних машини і міцності їх конструкцій, враховуються простота догляду за машиною, зручність легкість та доступність управління і налаштування зерноочисного

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

обладнання. Регламентуються і питання безпечної роботи із обладнанням та виробничої санітарії на всіх етапах зерноочисних операцій.

Обґрунтування показників енерговитрат на процес очищення гірчиці

Привід робочих органів повітряного сепаратора АСХ-5 відбувається від електродвигуна. Для визначення потужності цього двигуна, який би повністю забезпечував потрібні витрати енергії на процес очищення гірчиці скористаємося відомою формулою:

$$N_{\Sigma} = N_1 + N_2 + N_3,$$

де N_{Σ} – сумарні енерговитрати на процес очищення насіння гірчиці, кВт;

N_1 – потужність, що витрачається на завантаження повітряного сепаратора, кВт;

N_2 – сумарна потужність, яка потрібна на проведення зерноочисних робіт, кВт;

N_3 – потужність, що потрібна на відвантаження очищеного насіння гірчиці після проведення зерноочисних операцій, кВт.

Завантаження повітряного сепаратора в господарських умовах проводять похилим шнековим однозахідним завантажувачем, сумарна потужність електродвигуна для приведення в дію такого транспортера становить:

$$N_1 = 0,736 \cdot k \cdot \frac{N_{ш}}{\eta_n},$$

де 0,736 – емпіричний коефіцієнт, який прийнято за [9];

k – коефіцієнт, що враховує можливі перевантаження транспортера в пікові моменти, а саме – в момент початку роботи завантажувача за умов його завантаження насінням гірчиці, за [9], значення цього коефіцієнту із достатньою точністю для розрахунків становить $k = 1,25$;

$N_{ш}$ – потужність, що витрачається на роботу шнека транспортера гірчиці, к.с.;

η_n – коефіцієнт корисної дії механізму передач, прийmemo для клинопасової передачі, якою і забезпечується приведення в дію шнека-завантажувача, $\eta_n = 0,9$.

З врахуванням наведених значень маємо:

$$N_1 = 0,736 \cdot 1,25 \cdot \frac{0,028}{0,9} = 0,029 \text{ кВт.}$$

Отже, для ефективної роботи шнекового завантажувача насіння гірчиці в повітряний сепаратор АСХ можна обрати двигун АОЛ 22-4, що відповідає типорозміру 11 і має такі основні параметри [15], табл 16:

- ефективна потужність двигуна $N = 0,4$ кВт;
- частота обертання $n_{\partial\theta} = 1000$ об/хв;
- напруга, яку потребує двигун $U = 380$ В.
- кількість фаз – трьохфазний;
- тип двигуна – асинхронний.

Проведемо розрахунки із визначення потужності вентилятора, який створює повітряний потік, що і є основним агентом, яким відбувається розділення компонентів суміші гірчиці в пневмосистемі сепаратора. Для роботи вентилятора потрібна потужність визначається за формулою:

$$N_2 = \frac{V \cdot p_n \cdot \kappa_n}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_n \cdot \eta_{mn}},$$

де N_2 – потужність вентилятора при створенні повітряного потоку, кВт;

V – загальні витрати повітря через пневмосистему сепаратора під час його роботи на очищенні гірчиці, м³/год;

p_n – під час пневмосепараційного процесу повні втрати тиску в пневмосистемі, кгс/м²;

κ_n – необхідний для нормальної роботи вентилятора коефіцієнт запасу потужності в момент його пуску та при екстремальних умовах роботи (перевантаження), $\kappa_n = 1,25$;

η_n – коефіцієнт корисної дії механізму приводу вентилятора, в даному випадку – клинопасової передачі, що складає $\eta_n = 0,9$;

η_m – коефіцієнт корисної дії, який враховує перетікання повітря в крильчатці вентилятора та втрати на тертя в окремих його елементах, $\eta_m = 0,4$.

Проведемо відповідні розрахунки після підстановки наведених величин, маємо розрахункове значення необхідної потужності вентилятора:

$$N_2 = \frac{1000 \cdot 58 \cdot 1,25}{3600 \cdot 102 \cdot 0,9 \cdot 0,4} = 0,55 \text{ кВт.}$$

Таким чином, для приведення в дію вентилятора сепаратора можна прийняти електродвигун серії АІР80В6, у якого такі основні параметри [15], табл.16:

- потужність двигуна $N = 1,1$ кВт;
- частота обертання валу двигуна $n_{\text{дв}} = 1000$ об/хв;
- напруга живлення – трьохфазна, 220/330 В;
- тип двигуна – асинхронний.

Знайдемо потрібну потужність двигуна для приведення в обертання шнека-вивантажувача очищеного насіння гірчиці за формулою аналогічною для шнека-завантажувача:

$$N_3 = 0,736 \cdot k \cdot \frac{N_m}{\eta_n}$$

Тоді маємо:

$$N_3 = 0,736 \cdot 1,25 \cdot \frac{0,006}{0,9} = 0,006 \text{ кВт.}$$

Отже, для приведення в дію шнека-вивантажувача домішок приймаємо двигун АОЛ 22-4, що відповідає типорозміру 11 і має такі основні параметри [15], табл 16:

- ефективна потужність двигуна $N = 0,4$ кВт;
- частота обертання $n_{\partial\theta} = 1000$ об/хв;
- напруга, яку потребує двигун $U = 380$ В.
- кількість фаз – трьохфазний;
- тип двигуна – асинхронний.

Отже, сумарна встановлена потужність двигунів для роботи зерноочисного обладнання під час очищення насіння гірчиці дорівнює

$$N_{\Sigma} = 0,4 + 1,1 + 0,4 = 1,9 \text{ кВт.}$$

Потужність двигуна на привід сепаратора АСХ-5 до проведення його вдосконалення, без врахування завантаження за технічною документацією складає:

$$N_c = 1,1 \text{ кВт.}$$

Розробка операційно-технологічної карти на повітряне очищення насіння гірчиці

Проведемо розрахунок кількості працівників, що потрібні для обслуговування одного сепаратора АСХ.

Знайдемо час циклу на обробку однієї порції матеріалу гірчиці за формулою:

$$t_{\eta} = \frac{P_m}{Q_c},$$

де t_{η} – час тривалості одного циклу очистки порції насіння гірчиці, с;

P_m – вага одного мішка насіння гірчиці, $P_m = 25$ кг;

Q_c – секундна продуктивність повітряного сепаратора під час очищення

$$\text{насіння гірчиці, } Q_{cm} = \frac{2500}{3600} = 0,7 \text{ кг/с.}; Q_{cb} = \frac{2000}{3600} = 0,55 \text{ кг/с.}$$

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

Розрахуємо відповідно час тривання циклу обробки порції матеріалу насіння гірчиці

- для базового сепаратора

$$t_{\text{ц}} = \frac{25}{0,55} = 45,5 \text{ с};$$

- для модернізованого сепаратора

$$t_{\text{ц}} = \frac{25}{0,7} = 35,7 \text{ с.}$$

Розрахуємо час, який потрібно затратити на обслуговування повітряного сепаратора АСХ за відомою формулою:

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

де $t_{\text{обс}}$ – час, що витрачається на обслуговування повітряного сепаратора, с;

$t_{\text{зав}}$ – час, потрібен на завантаження на очищення насіння гірчиці в сепаратор, с;

$t_{\text{л.д.}}$ – час, що витрачається на відвантаження і складання домішок, після очищення гірчиці, с;

$t_{\text{н.з.}}$ – час, який витрачається на відвантаження очищеної гірчиці із сепаратора та складання очищеного насіння, с.

Тоді час на обслуговування сепаратора АСХ при очищенні ним гірчиці враховуючи нормативні дані витрат часу господарства дорівнює:

$$t_{\text{обс}} = 6 + 8 + 15 = 29 \text{ с.}$$

Розрахуємо ту кількість працівників, що потрібні для роботи із сепаратором за формулою:

$$K_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{обс}}}{t_{\text{ц}}}.$$

Отже, відповідно

- для умов роботи із базовим сепаратором

$$K_{\text{пр.б}} = \frac{29}{45,5} = 0,64$$

- для умов роботи із модернізованим сепаратором

$$K_{np..m} = \frac{29}{35,7} = 0,81$$

Цілком очевидно, що для роботи як базового сепаратора на очищенні гірчиці так і модернізованого на цій же операції достатньо по одному працівнику.

Розрахуємо витрати праці, що потрібні для проведення операції післязбирального очищення гірчиці в господарських умовах за залежністю:

$$T_n = \frac{W_p}{H_e} \cdot t_{zm} \cdot K_{np},$$

де T_n – витрати праці для проведення очищення насіння гірчиці за кожною із відповідних технологій, люд·год;

W_p – сумарний обсяг запланованих робіт на очищення насіння гірчиці,

$$W_p = 1,2 \cdot 50 = 60 \text{ т};$$

H_e – норма виробітку на очищенні гірчиці за зміну, т/зм;

t_{zm} – тривалість зміни роботи під час очищення гірчиці, год;

K_{np} – кількість працівників, що працюють із сепаратором, чол.

- витрати праці при очищенні насіння гірчиці базовим сепаратором

$$T_{n.b} = \frac{60}{16} \cdot 8 \cdot 1 = 30 \text{ люд·год};$$

- витрати праці при очищенні насіння гірчиці модернізованим сепаратором

$$T_{n.m} = \frac{60}{20} \cdot 8 \cdot 1 = 24 \text{ люд·год.}$$

Розрахунок витрат електроенергії на очищення насіння гірчиці

Загальні енерговитрати господарства при очищенні насіння гірчиці від домішок можна знайти за залежністю:

$$B_{заг} = B_m \cdot W_p,$$

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

де $B_{\text{заг}}$ – витрати енергії на виконання всього обсягу робіт з очищення насіння
гірчиці, кВт;

B_m – витрати електроенергії, що потрібні для проведення очищення 1 т
насіння гірчиці, кВт;

W_p – загальний сумарний обсяг робіт з очищення насіння гірчиці, т.

В свою чергу витрати для очищення 1 т насіння гірчиці пов'язане із загальними енерговитратами машини та її продуктивністю, а отже:

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

де N – загальні витрати енергії повітряним сепаратором, з врахуванням його
завантаження і розвантаження за 1 год експлуатаційного часу, кВт/год;

Q – паспортна продуктивність повітряного сепаратора АСХ при його
роботі із насінням гірчиці, т/год.

Розрахуємо відповідні витрати енергії для очищення 1 т насіння гірчиці
для базового та проектного сепаратора:

- енерговитрати на тону продукції для роботи базового сепаратора

$$B_{m.б} = \frac{4,5}{2} = 2,25 \text{ кВт/т};$$

- енерговитрати на тону продукції для роботи модернізованого сепаратора

$$B_{m.м} = \frac{1,9}{2,5} = 0,76 \text{ кВт/т}.$$

Проведемо розрахунок витрат енергії на весь обсяг запланованих робіт
по очищенню насіння гірчиці

- витрати енергії на весь обсяг робіт при роботі базового сепаратора

$$B_{\text{заг.б}} = 2,25 \cdot 60 = 135 \text{ кВт};$$

- витрати енергії на весь обсяг робіт при роботі модернізованого сепаратора

$$B_{\text{заг.м}} = 0,76 \cdot 60 = 45,6 \text{ кВт}.$$

					МВГС 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді, очевидно, що використання модернізованої машини дозволить зменшити витрати енергії, які можемо знайти за формулою:

$$E = B_{\text{заг.б}} - B_{\text{заг.м}} = 135 - 45,6 = 89,4 \text{ кВт.}$$

Підготовка сепаратора АСХ та робочого місця до проведення робіт

Сепаратор-аспіратор АСХ-5 є стаціонарною зерноочисною машиною, яка конструктивно складається з завантажувального і вивантажувального транспортерів, пневмосепаруючого каналу, вентилятора, осадкового пристрою, електродвигуна і механізму передач.

Перед тим, як початком роботи із очищення насіння гірчиці слід провести підготовку робочого місця на току чи складу господарства, а саме:

- провести перевірку наявності та стану самого сепаратора, додаткового інструменту і пристосувань, які потрібні для забезпечення працездатності і проведення регулювань і обслуговування цієї машини;
- оглянути та усунути всі перешкоди, що можуть впливати на перебіг зерноочисних операцій, провести відповідні роботи щодо недопущення виникнення таких перешкод під час роботи сепаратора;
- провести щозмінне та планове технічне обслуговування, виконати всі роботи по налаштуванню і перевірці якості проведення очисних операцій, перевірити дійсний технічний стан всього зерноочисного обладнання.

Важливо забезпечити і безпечні умови праці під час проведення очищення насіння гірчиці, для цього проводять наступне:

- перевіряють наявність і якість заземлення та занулення частин сепаратора, які перебувають під дією електричного струму;
- проводять візуальний контроль та перевірку з допомогою спеціального інструменту цілісності, якості кріплень та відсутності пошкоджень електродротів, клем, вимикачів, світлової та звукової сигналізації;
- перевіряють технічний стан, змащення, стан натягу та кріплення, легкість обертання механізму приводу і передач;

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

- перевіряють наявність, правильність установки та використання спеціальних огорожень, кожухів, захисних екранів;
- контролюють наявність, доступність, справність та комплектність первинних засобів пожежогасіння.

Перед початком комплексу робіт по очищенню насіння гірчиці потрібно провести пробне очищення сепаратором порції матеріалу, оцінити якість проведених робіт і відрегулювати машину до отримання заданих показників роботи.

Контроль якості операцій після збирального очищення гірчиці

Якісні показники роботи сепаратора, що потрібно контролювати і забезпечувати – ефект очищення гірчиці, чіткість сепарації, можливі травмування насіння на різних етапах зерноочисних операцій.

Ефект очистки насіння гірчиці після попереднього її очищення не повинен бути меншим 60%, після первинного – не менше 70%, при цьому чіткість сепарації для попереднього очищення – не більше 2%, для первинного – до 5%. Для перевірки цих показників спочатку методом відбору середніх проб відбирають зразки матеріалу, а саму перевірку проводять за стандартною методикою на парусному класифікаторі.

Методика перевірки якості очищення сепаратором на парусному класифікаторі проводиться у кілька етапів:

1. із очищеного зерна гірчиці методом середніх проб відбирається вибірка, вага якої зважується на точних електровагах;
2. на парусному класифікаторі відбувається розділення матеріалу до повного його винесення із поетапним збільшенням швидкості повітря та ретельним забором всього об'єму матеріалу, який видувається потоком повітря при кожній встановленій швидкості;
3. ретельно зважується вага кожної розділеної фракції при різних швидкостях та проводиться розрахунок домішок, щуплого пошкодженого насіння, повноцінної гірчиці.

Травмування, пошкодження, розколювання насіння гірчиці при проведенні всього комплексу зерноочисних операцій не допускається. Перевірку цього параметру проводять візуально, за необхідності можуть використовуватися мікроскопи чи інші оптичні пристосування.

У випадку відхилення якісних показників очищення від встановлених нормативів, знаходять причину цих відхилень, проводять їх повне усунення та повторно перевіряють якість роботи сепаратора.

3. Наукова частина

3.1. Опис об'єкту розробки

Повітряний сепаратор АСХ-2,5 є зерноочисною машиною із замкненим циклом циркуляції повітряного потоку та діаметральним вентилятором, який призначено для очищення зернових культур від аеродинамічно легких домішок та для розділення продуктів шелушіння круп'яних культур. Зерноочисна машина є стаціонарним агрегатом із приводом вентилятора та шнека легких домішок від одного електродвигуна.

Сепаратор призначений для використання у дрібних індивідуальних та фермерських господарствах, а також може входити до комплекту обладнання млинів, олійень та круп'яних заводів і може працювати як на відкритих майданчиках так і у приміщеннях, обладнаних системами вентиляції [15]. Часто сепаратор АСХ-2,5 встановлюють в шелушільних відділеннях круп'яних заводів, зерноочисних відділеннях млинів та зерноочисно-сушільних комплексах.

Сепаратори цього типу виготовляються за третьою категорією ГОСТ 15150-88 в кліматичному виконанні «У» для внутрішнього ринка аналогічні машини призначені для експорту в країни з помірним кліматом. При цьому сепаратор має надійно працювати в робочому режимі у всьому діапазоні температур від -10°C до +40°C і відносній вологості повітря до 80%, за умов

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

середньорічної температури при використанні сепаратора $+15^{\circ}\text{C}$ та атмосферному тиску в межах 650...800 мм.рт.ст. (86,6...106,7 кПа).

Загальний вигляд комплектного сепаратора АСХ-2,5 наведено на рис. 2. Техніко-економічні показники сепаратора АСХ за інформацією виробника наведені в таблиці 1.

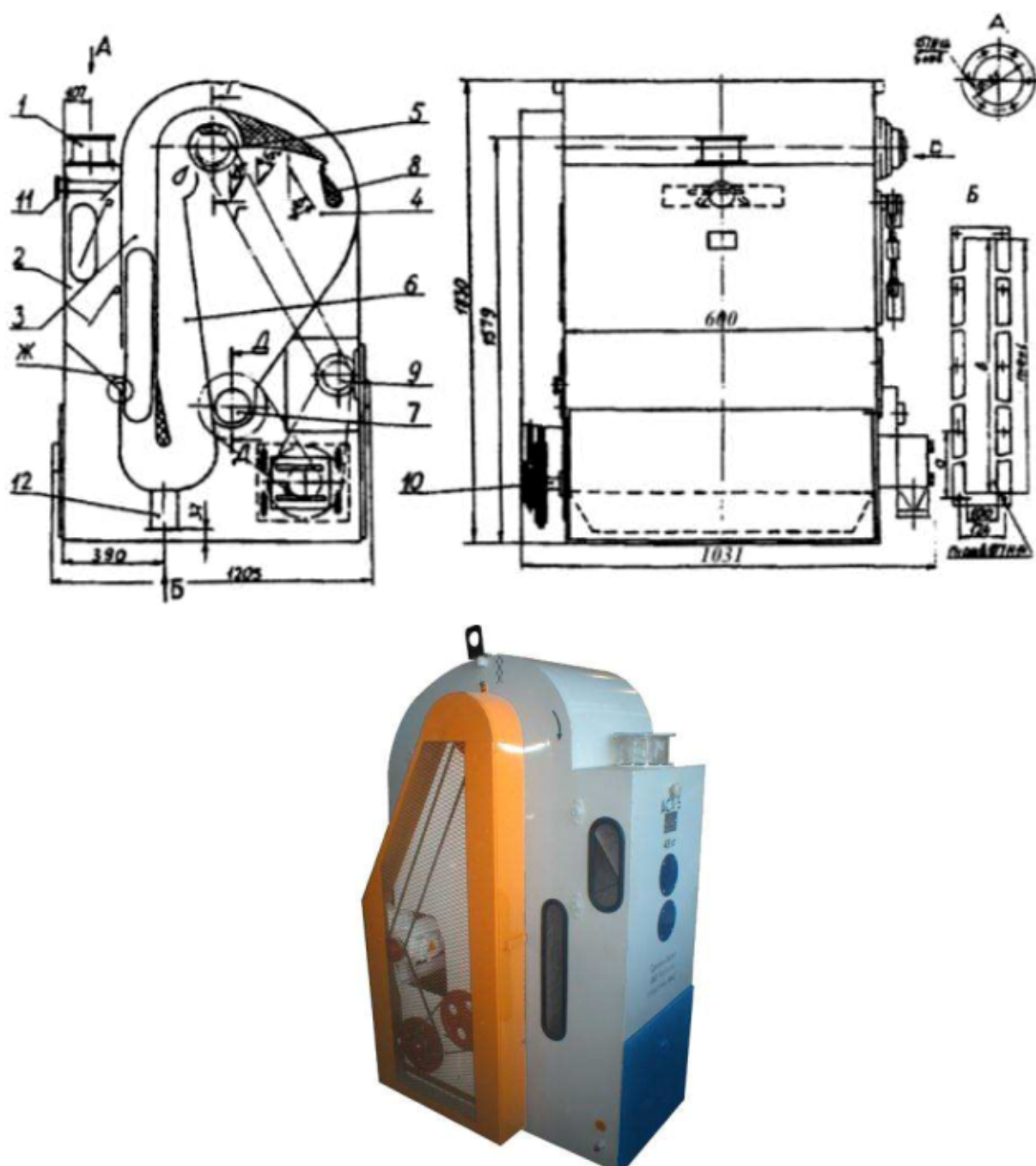


Рис. 2. Загальний вигляд сепаратора-аспіратора АСХ-2,5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВГС 00.000 ПЗ

Арк.

29

Нормативні техніко-економічні показники сепаратора-аспіратора АСХ-2,5

№	Найменування показників	Значення
1	2	3
1	Продуктивність сепаратора технічна, т/год, не менше: під час виділення мучки і лузги із продуктів шелушіння круп'яних культур риса гречки вівса сої	 3,75±0,5 3,0±0,5 2,5 3,5±0,5
2	Продуктивність сепаратора технічна, т/год, не менше: під час очищення зерна пшениці, рису, ячменя від аеродинамічних домішок	5,0
3	Технологічна ефективність очищення, %, не менше - при виділенні лузги під час розділення продуктів шелушіння круп'яних культур - при виділенні аеродинамічних домішок із зерна пшениці або ж рису	85 60
4	Вміст повноцінного зерна у відходах осадової камери, %, не більше (чіткість сепарації)	2
5	Розміри робочого пневмосепаруючого каналу, мм довжина ширина	600±10 140±5
6	Шнек для виведення аеродинамічно легких відходів діаметр шнека, мм частота обертання валу шнека, об/хв	140±3 150
7	Встановлена потужність електродвигуна, кВт	1,1
8	Діаметральний вентилятор для створення потоку повітря діаметр вентилятора, мм кількість лопатей вентилятора, шт частота обертання вентилятора (регулюється змінними шківками), об/хв для риса для гречки для вівса для очищення зерна пшениці	200±2 29 920 750 750 850 935

1	2	3
9	Габаритні розміри сепаратора, мм довжина ширина висота	1031 1205 1860
10	Маса сепаратора в спорядженому стані, кг	430
11	Паспортні витрати повітря, м ³ /год	250

Сепаратор-аспіратор АСХ-2,5 (рис. 2) складається з приймального патрубку 1 і корпусу, що виконано у вигляді боковин, які зварюються між собою та виготовляються із листової сталі. Безпосередньо в корпусі за допомогою внутрішніх стінок і перегородок конструктивно формуються приймальна камера 2, осадова камера 4, вертикальний пневмосепаруючий канал 3 та рециркуляційний канал 6. В осадову камеру сепаратора через всю довжину машини вмонтовано діаметральний вентилятор 5 та шнек легких домішок 7. В нижній частині пневмосепаруючого каналу жорстко закріплено випускний патрубок 12, який забезпечує виведення очищеного насіння гірчиці із зерноочисної машини.

У верхній частині приймальної камери виготовлено двохклапанний механізм із вантажними клапанами, що зблоковані між собою жорсткою тягою та встановлено ділильник 11, саме положення цього ділильника дозволяє змінювати напрям потоку зернового матеріалу, що подається на очищення цим самим відбувається регулювання рівномірності розподілення насіння за довжиною приймальної камери, а значить і пневмосепаруючого каналу. Двохклапанний механізм має вантажний клапан, що дозволяє автоматично підтримувати постійний рівень насіння в приймальній камері сепаратора, що дозволяє незалежно від кількості продукту гарантувати його рівномірне потрапляння на очищення в пневмоканал.

В пневмосепаруючий канал матеріал, який потребує очистки вводиться по направляючій, яка утворює горизонтальну ділянку шириною ≈ 20 мм, що

дозволяє краще розподілити насіння в зоні його очищення повітряним потоком, або ж по похилій площині під кутом 50° , що доцільно реалізувати при використанні сепаратора на контролі лузги.

Для регулювання швидкості повітряного потоку на вході в осадову камеру встановлено поворотну регульовальну заслінку 8, яка має аеродинамічно обтікаєму форму.

В осадовій камері сепаратора з сторони всмоктувальної ланки вентилятора змонтовано три поворотні планки, що забезпечують регулювання повітряного потоку. Положення паза на торці осі, до якої прикріплюється поворотна планка відповідає положенню планки в сепараторі.

Джерелом потоку повітря є діаметральний вентилятор, який виготовляється зварної конструкції із дисками до яких жорстко закріплено 29 лопаток. Вентилятор обертається на двох опорах із підшипниковими вузлами. Залежно від культури, яку потрібно очищати потрібно змінювати робочу швидкість потоку повітря, що проводиться шляхом регулювання частоти обертання валу вентилятора, що в базовій машині забезпечується за рахунок використання змінних шківів.

Вал шнека виведення легких домішок теж встановлено на двох опорах із шарикопідшипниковими вузлами.

З протилежної сторони привода вентилятора виконане приймальне вікно, що служить для виведення відходів із шнека та змонтовано протипідсосний клапан, який виготовляється із листової гуми та армований поздовжніми металевими полосами.

Для візуального контролю процесу введення насіння на очищення в машину і розділення компонентів суміші в пневмосепаруючому каналі по торцях машини встановлюються два оглядових вікна, які фіксуються до боковин сепаратора з використанням гумових ущільнювачів.

Для монтажу і очищення внутрішніх поверхонь сепаратора-аспіратора до торця його стінки прикручують кришку з гумовим ущільненням.

					МВГС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Приводить в дію вентилятор та шнек легких домішок електродвигун 9, причому цей електродвигун встановлюється на спеціальній плиті а обертання від електродвигуна передаються через клинопасову передачу і контрпривод 10. Контрпривод забезпечує переміщення всього механізму приводу в двох взаємно перпендикулярних площинах – по вертикалі та горизонталі, що забезпечує натяг всіх клинових пасів механізму передач.

Впускні патрубки сепаратора закінчуються фланцями, до випускних патрубків закріплюються спеціальні перехідники, які дозволяють підключити до цих патрубків продуктопроводів, що працюють за принципом самоплину або ж пневмотранспорту.

Працюючи із сепаратором-аспіратором АСХ із номінальним його завантаженням потрібно:

- забезпечити рівномірну подачу в сепаратор насіння для його очищення, при цьому не можна допускати перевантаження сепаратора (візуальний контроль за процесом завантаження здійснюється через оглядове вікно на приймальній камері сепаратора);
- створити належні умови для чуттєвої і плавної роботи двохклапанного механізму приймальної камери; положення вантажів має бути відрегульовано так, щоб рівень насіння, яке подається на очистку, над вантажним клапаном було в районі оглядового вікна сепаратора;
- забезпечити необхідну рівномірність подачі і розподілу суміші насіння за всією довжиною пневмосепаруючого каналу;
- забезпечувати задану швидкість і прийнятну рівномірність повітряного потоку за перерізом пневмосепаруючого каналу, що дозволяє не допустити понаднормового винесення повноцінного насіння гірчиці у відходи;
- контролювати відсутність підсмоктування і підпилювання повітря навколо сепаратора через оглядові вікна, заслінки, вантажний клапан на виході відходів тощо.

Незважаючи на велику кількість переваг сепараторів типу АСХ в процесі їх експлуатації, а також державних і сервісних випробувань було виявлено і ряд недоліків подібних зерноочисних машин, серед яких виділяємо наступні:

1. Зміна частоти обертання відцентрового вентилятора та решти робочих органів потребує великих затрат праці та часу, це пояснюється тим, що для цього потрібно замінити шків клинопасової передачі та повторно відрегулювати увесь механізм передачі;
2. Не повністю узгоджені кінематичні та швидкісні параметри діаметрального вентилятора. Так, діапазон частот обертання вентилятора має забезпечувати рівномірну структуру повітряного потоку за умов забезпечення широкого діапазону швидкостей, що дозволяло б очищати даним сепаратором різних за розміром та формою зерна та насіння.
3. Аеродинамічні параметри замкненої пневмосистеми сепаратора вивчені слабо, а більшість параметрів пневмосистеми виконано конструктивно та без проведення будь-яких теоретичних чи експериментальних обґрунтувань;
4. Шнек виведення легких відходів в базовому сепараторі має зависоку частоту обертання, так як вміст домішок у вихідному матеріалі не перевищує 20-30% від всієї маси, що потрапляє на очищення, а з наведеною частотою обертання цей шнек здатен відвантажити фактично весь матеріал, що потрапляє на очистку, це призводить до необґрунтованих перевитрат енергії.

Враховуючи перелічені недоліки сепаратора АСХ-2,5 в даній кваліфікаційній роботі пропонуємо провести наступні вдосконалення і обґрунтування:

1. Розробити новий механізм приводу робочих органів з можливістю гнучкого регулювання частоти обертання діаметрального вентилятора

та можливим скороченням часу на переналагодження машини на очищення іншої культури. Це можна зробити за рахунок використання механічного клинопасового варіатора із натяжним механізмом.

2. Обґрунтувати режим роботи, геометричні, кінематичні і конструктивні параметри діаметрального вентилятора для забезпечення більш раціонального використання енергії та вдосконалити його конструкцію.
3. Змінити конструкцію механізму приводу та провести повний розрахунок роботи відвантажувального шнека легких домішок, з врахуванням особливостей матеріалу, який може обробляти вказана машина.

3.2. Конструкторські розрахунки сепаратора

Визначення параметрів пневмосепаруючого каналу сепаратора АСХ

Для розрахунку параметрів пневмосепаруючої системи при роботі сепаратора АСХ скористаємося стандартною методикою, з врахуванням того, що сепаратор проводить очищення насіння гірчиці з годинною продуктивністю $Q = 2500$ кг/год. Тоді секундна продуктивність вдосконаленого сепаратора дорівнює:

$$q_c = \frac{Q}{3600} = \frac{2500}{3600} = 0,7 \text{ кг/с.}$$

Знайдемо, яка кількість домішок потрапляє на очищення в зону дії повітряного потоку, враховуючи те, що засміченість зібраного насіння гірчиці дорівнює $b = 15\%$, а отже:

$$q_d = \frac{b \cdot q_c}{100} = \frac{15 \cdot 0,7}{100} = 0,1 \text{ кг/с.}$$

Розрахуємо ширину пневмосепаруючого каналу сепаратора B враховуючи продуктивність сепаратора на очищенні насіння гірчиці та максимальне допустиме зернове навантаження на одиницю довжини каналу для цієї ж культури:

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

де B – потрібна ширина пневмосепаруючого каналу сепаратора для очищення насіння гірчиці, мм;

Q – загальна паспортна продуктивність сепаратора під час очищення насіння гірчиці, кг/год;

q_B – допустиме максимальне питоме зернове навантаження на одиницю ширини пневмосепаруючого каналу сепаратора-аспіратора, так, за результатами експериментальних даних [17], дійсне значення цього параметру за умов якісного очищення гірчиці дорівнює $q_B = 420$ кг/дм.

$$B = \frac{2500}{420} = 5,95 \text{ дм} \approx 600 \text{ мм.}$$

Дійсну глибину пневмосепаруючого каналу сепаратора-аспіратора варто вибрати на основі проведених експериментальних досліджень, та з врахуванням необхідного запасу для можливості очищення і інших культур цим-же сепаратором. З врахуванням [17] та перелічених вище умов, приймаємо $C = 140$ мм.

Оберемо необхідну робочу швидкість повітряного потоку в робочій зоні пневмосепаратора виходячи із критичної швидкості витання насіння гірчиці і легких домішок. Відомо, що критична швидкість витання насіння гірчиці знаходиться в діапазоні $V_{кр} = 3,9 \dots 7,7$ м/с, а отже середню швидкість повітря в робочій зоні пневмосепаруючого каналу для виділення аеродинамічно легких домішок варто забезпечити на рівні $V_{cp} = 6,0$ м/с.

Для створення повітряного потоку заданих параметрів, що визначається середньою його швидкістю, що наведена вище та маючи геометричні параметри пневмосепаруючого каналу в зоні очищення можемо розрахувати реальні витрати повітря пневмосистемою зерноочисної машини:

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

де W – розрахункові витрати повітря в пневмосистемі сепаратора, м³/год;

					МВГС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

B, C – відповідно ширина та глибина пневмосепаруючого каналу сепаратора-аспіратора, які розраховані та прийняті вище;

V_{cp} – середня швидкість повітряного потоку в робочій зоні пневмосепаруючого каналу, м/с.

$$W = 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,14 \cdot 6 = 1815 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Отже, в результаті проведених обґрунтувань і розрахунків отримано основні параметри пневмосепаруючої системи сепаратора-аспіратора АСХ-2,5.

Розрахунок параметрів вентилятора сепаратора АСХ

Для створення повітряного потоку в сепараторі використовується діаметральний вентилятор, який встановлюється вгорі зерноочисної машини (рис. 2). Для того, щоб процес розділення компонентів насінневої суміші міг відбуватися необхідно через переріз повітряного каналу забезпечити обґрунтовані вище витрати повітря, що й визначатимуть робочу швидкість повітряного потоку. З точки зору конструкції є очевидним, що довжина вентилятора пов'язана із шириною пневмосепаруючого каналу та дорівнює $L = B = 600 \text{ мм.}$

Продуктивність повітряного потоку, що створюється вентилятором, задається в тому числі і масою повітря, яку буде витіснити кожна із лопатей вентилятора. Цю масу повітря можна розрахувати за формулою:

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

де m_n – маса повітря, що витісняється під час обертання вентилятора кожною його лопаттю, кг/с;

γ – дійсна густина робочого середовища, у випадку очищення повітряним потоком – густина повітря, $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$;

$S_{\text{лп}}$ – реальна площа однієї лопаті, що нагнітає повітря, м^2 ;

i – кількість лопатей діаметрального вентилятора, шт;

V_{π} – лінійна швидкість лопаті при її обертанні і нагнітанні повітряного потоку, м/с.

Для того, щоб розрахувати площу лопаті вентилятора можна скористатися рівнянням

$$S_{\text{лп}} = a \cdot L,$$

де a та L – відповідно висота та довжина кожної із лопатей діаметрального вентилятора, у відповідності із рис. 3, маємо

$$S_{\text{лп}} = 0,05 \cdot 0,6 = 0,03 \text{ м}^2.$$

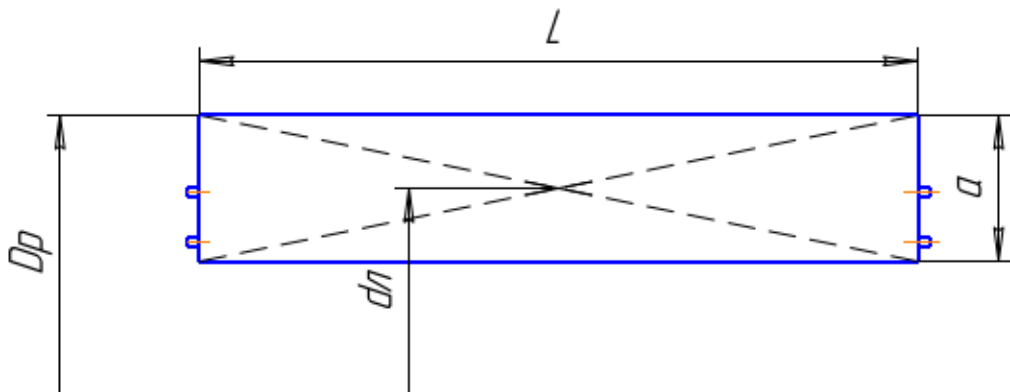


Рис. 3. Характерні геометричні розміри лопаті діаметрального вентилятора

Поряд з тим, варто розрахувати масу повітря m_n , яку повинен транспортувати вентилятор виходячи із загальних витрат цього ж повітря по робочій пневмосистемі сепаратора, що можна знайти за формулою:

$$m_n = \frac{W \cdot \gamma}{3600} = \frac{1815 \cdot 1,2}{3600} = 0,61 \text{ кг/с}.$$

Розрахуємо значення лінійної швидкості руху центру поверхні лопаті вентилятора V_{π} , що має прямий зв'язок із кінематичними параметрами джерела повітряного потоку:

$$V_{\pi} = \omega_{\epsilon} \cdot r_{\pi},$$

де ω_{ϵ} – реальна кутова швидкість обертання діаметрального вентилятора, рад/с;

$$\omega_{\epsilon} = \frac{\pi \cdot n_{\epsilon}}{30} = \frac{3,14 \cdot 700}{30} = 73,3 \text{ рад/с};$$

n_{ϵ} – дійсна частота обертання вентилятора повітряного сепаратора, об/хв;

r_{λ} – радіус лобової площини лопаті вентилятора, м (рис. 3);

$$r_{\lambda} = \frac{d_{\lambda}}{2} = \frac{1}{2} \cdot \left(D_p - \frac{a}{2} \right) = \frac{1}{2} \cdot \left(0,2 - \frac{0,05}{2} \right) = 0,087 \text{ м.}$$

Таким чином, врахувавши попередньо проведені розрахунки маємо:

$$V_{\lambda} = 73,3 \cdot 0,087 = 6,38 \text{ м/с.}$$

Розрахуємо потрібну кількість лопатей вентилятора, які можуть забезпечити задані швидкісні параметри повітряного потоку в пневмосистемі сепаратора:

$$i = \frac{m_n}{\gamma \cdot S_{\lambda n} \cdot V_{\lambda}} = \frac{0,61}{1,2 \cdot 0,03 \cdot 6,38} = 25 \text{ лопатей.}$$

З врахуванням того, що для нагнітання необхідної кількості повітря в пневмосепаруючу систему необхідно забезпечити втрати статичного тиску по всіх відповідних робочих каналах. Втрати повітря в системі в свою чергу складаються зі втрат через силу тертя повітря по елементах системи і втрат, що витрачаються на подолання місцевих опорів. Слід врахувати той факт, що в нижній частині повітряної системи сепаратора (рис. 2) є різкий перегин та місцеве розширення каналу, а тому потрібно врахувати всі можливі втрати, які в свою чергу потребують підвищення дійсної частоти обертання діаметрального вентилятора до 800 об/хв.

Розрахуємо потужність, яка витрачається на приведення в дію джерела повітряного потоку, що має перекидати і подолання всіх можливих шкідливих опорів пневмосистеми:

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

Перший член приведенного рівняння $A \cdot \omega$ в повному обсязі визначає потужність, що потрібна для подолання шкідливих опорів в повітряній системі. Другий член наведеного рівняння $B \cdot \omega^3$ – та складова, що враховує потужність, яка витрачається безпосередньо на створення потоку повітря в пневмомережі сепаратора.

Розрахуємо, чому дорівнює коефіцієнт A із попередньої формули:

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

де ψ – коефіцієнт тертя в опорах вентилятора;

ρ – радіус цапфи вентилятора, м;

R – сума реакцій в опорах вентилятора, Н.

Якщо зважити на те, що опори вентилятора виготовляються у вигляді підшипників кочення, то за рекомендаціями [36], с. 322, можемо прийняти, що добуток $\rho \cdot \psi = 0,00015$ м, а сума реакцій з достатньою для розрахунку точністю складає $R = 400$ Н.

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

Розрахуємо значення коефіцієнта B , що визначає потужність, яку потребує вентилятор як джерело повітряного потоку, що враховує як характеристики лопатей так і самого вентилятора. Це можна розрахувати за формулою:

$$B = \frac{\gamma_{\text{п}} \cdot F \cdot i \cdot \varepsilon^2 \cdot r_{\text{л}}^3}{2g} = \frac{1,2 \cdot 0,03 \cdot 25 \cdot 0,58^2 \cdot 0,087^3}{2 \cdot 9,81} = 0,2 \cdot 10^{-5}.$$

Враховуючи знайдені коефіцієнти та маючи параметр кутової швидкості знайдемо сумарну потужність, що потрібна для приводу вентилятора:

$$N = 0,06 \cdot 157 + 0,2 \cdot 10^{-5} \cdot 157^3 = 350 \text{ Вт}.$$

Розрахунок конструктивних параметрів шнека-вивантажувача домішок

Для виведення легких домішок із осадового пристрою сепаратора потрібно забезпечити горизонтальне переміщення цих домішок, що найбільш доцільно зробити тихохідним шнековим транспортером, для розрахунку продуктивності якого можна скористатися залежністю:

$$Q_{\text{шн}} = 3600 \cdot F_0 \cdot V_{\text{ш}} \cdot \gamma,$$

де F_0 – площа поперечного перетину шару вантажу, що транспортується, м²;

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

де D – робочий діаметр шнека легких домішок, м;

ψ – коефіцієнт, що характеризує заповнення жолобків шнека легкими домішками, для легких домішок, що виділяються із насіння гірчиці $\psi \approx 0,25$;

C – коефіцієнт, що враховує зміну площі перетину вантажу при транспортуванні шнеком, як правило цей параметр пов'язаний із нахилом шнеку та зменшенням перерізу. Оскільки в даному випадку шнек працює в горизонтальному напрямку, то $C = 1$;

$$F_0 = \frac{3,14 \cdot 0,14^2 \cdot 0,25 \cdot 1}{4} = 0,0037 \text{ м}^2;$$

$V_{не}$ – швидкість переміщення шнеком вантажу в поздовжньому напрямку, м/с;

$$V_{не} = \frac{S \cdot n}{60},$$

S – значення кроку тихохідного шнека легких домішок, м;

n – дійсна робоча частота обертання шнека домішок, об/хв;

γ – об'ємна маса домішок, що транспортуються шнеком-вивантажувачем, для аеродинамічно легких домішок при очищенні потоком повітря гірчиці $\gamma = 0,4 \text{ т/м}^3$.

Крок тихохідного шнека для виведення легких домішок із сепаратора має прямий зв'язок із робочим діаметром цього шнека:

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

Враховуючи це розрахункове значення швидкості переміщення домішок шнеком при їх виведенні із машини становить:

$$V_{не} = \frac{0,21 \cdot 150}{60} = 0,52 \text{ м/с.}$$

Після врахування всіх наведених величин та розрахунку недостаючих параметрів можемо розрахувати продуктивність шнекового вивантажувача

$$Q_{\text{шт}} = 3600 \cdot 0,0037 \cdot 0,52 \cdot 0,4 = 2,77 \text{ т/год.}$$

Очевидно, що знайдена продуктивність шнека-вивантажувача легких домішок дозволяє виводити всю можливу масу домішок із будь-якого зернового матеріалу, який потенційно може очищатися даним сепаратором.

Проведемо розрахунки енергетичних показників роботи шнека легких домішок, для чого розрахуємо потужність, що потрібна для роботи цього шнека:

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

де N_1 – потужність, що витрачається на роботу тихохідного шнека легких домішок, кВт;

G – дійсна маса легких домішок, що знаходиться у жолобі тихохідного шнека, кг;

β – робочий кут нахилу тихохідного шнекового транспортера до горизонту, град;

μ_2 – значення коефіцієнту тертя домішок по внутрішній поверхні жолоба шнека;

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{S}{\pi \cdot D_0}; \operatorname{tg} \varphi_2 = \mu_1,$$

μ_1 – значення коефіцієнту тертя домішок по гвинтовій поверхні шнеку-вивантажувача.

Для проведення подальших розрахунків потрібно розрахувати колову швидкість тихохідного шнека:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,098 \cdot 150}{60} = 0,77 \text{ м/с.}$$

де D_0 – діаметр кола, яке проходить через середню лінію тиску домішок на гвинтову поверхню шнека легких домішок, м.

$$D_0 = (0,7 \dots 0,8) D.$$

Вага легких домішок, які в конкретний відрізок часу знаходяться у жолобі шнека можна знайти за формулою:

$$G = q_b \cdot L = \frac{Q \cdot L}{3,6 \cdot V_n} = \frac{2,25 \cdot 0,6}{3,6 \cdot 0,52} = 0,72 \text{ кг.}$$

де q_b – вага вантажу на погонну довжину транспортера,

$$q_b = \frac{Q}{3,6 \cdot V_n};$$

L – довжина шнеку домішок, яка і визначає дійсну довжину транспортування вантажу, м.

Тоді розрахункове значення потужності транспортера легких домішок становить:

$$N_1 = \frac{0,77 \cdot 0,72 (0 + 0,4 \cdot 1) \cdot (0,677 + 2,16)}{102} = 0,6 \text{ кВт.}$$

Відповідно, для визначення необхідної потужності на валу шнека легких домішок потрібно врахувати формулу:

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

де N_0 – потужність на валу шнека легких домішок, кВт;

K_0 – коефіцієнт, що враховує пересування та подрібнення домішок при їх переміщенні, $K_0 = 1,3$.

η_n – коефіцієнт корисної дії для підшипників, що встановлені на опорах, на яких обертається шнек легких домішок;

$$N_0 = 0,6 \cdot \frac{1,3}{0,99 \cdot 2} = 0,4 \text{ кВт.}$$

Кінематичний розрахунок механізму приводу сепаратора АСХ

На основі проведених вище технологічних розрахунків у якості вихідних даних до розрахунку механізму приводу приймемо, що частота обертання діаметрального вентилятора сепаратора АСХ складає $n = 800$ об/хв., потужність, яка потрібна для приведення в дію вентилятора становить $N = 0,35$ кВт. В свою чергу, номінальна частота обертання валу обраного для приводу електродвигуна дорівнює $n = 1420$ об/хв. Загальна схема механізму передач наведена на рис. 4.

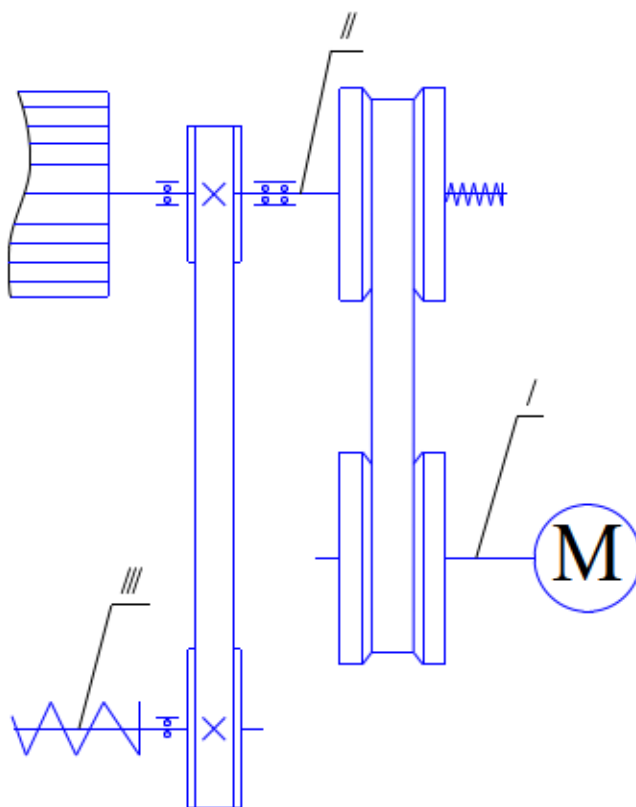


Рис. 4. Кінематична схема приводу сепаратора АСХ

Розрахуємо загальне передаточне відношення механізму передач приводу вентилятора, що можна зробити за формулою:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1420}{800} = 1,77.$$

Спрогнозуємо заданий діапазон регулювань за частотою обертання вентилятора, які має забезпечувати варіатор механізму привода

$$i_d = \frac{n_{2\max}}{n_{2\min}} = \frac{1000}{600} = 1,67.$$

З врахуванням проведених обґрунтувань, для приводу основних робочих органів приймаємо варіатор із одним регульовальним шківом. При цьому, досить надійний результат роботи забезпечує така конструкція варіатора, у якого ведучий шків виготовляють постійного діаметру, що й пропонуємо реалізувати у механізмі приводу даного сепаратора. За такої будови механізму приводу регулювання натягу клинопасової передачі здійснюється зміною міжосьової відстані, що здійснюється шляхом переміщення у вертикальному напрямку рамки електродвигуна. Схема до визначення основних параметрів вентилятора наведена на рис. 5.

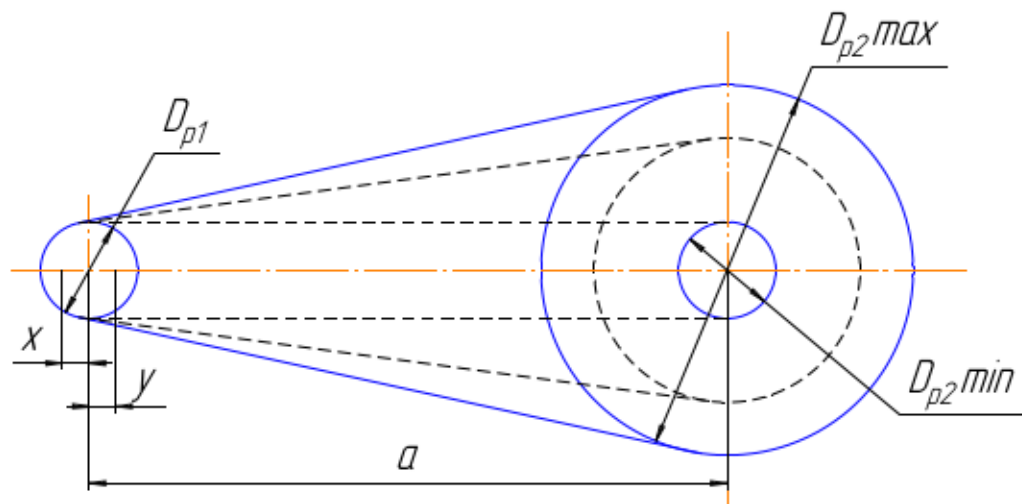


Рис. 5. Схема до визначення конструктивних параметрів варіатора

Роботу клинопасового варіатора буде забезпечувати варіаторний пас (рис. 6), який призначено до використання на сільськогосподарських машинах типу СВ-38-1500Ш, який характеризується такими основними параметрами:

$$b = 38 \text{ мм};$$

$$b_1 = 27,6 \text{ мм};$$

$$h = 17 \text{ мм};$$

$$B_p = 32 \text{ мм};$$

$$F = 5,95 \text{ см}^2.$$

Передаточне відношення механізму приводу вентилятора задається відомою залежністю:

$$i = \frac{n_1}{n_2} \approx \frac{D_2}{D_1},$$

де n_1 – частота обертання ведучого шківa варіатора механізму привода, об/хв;

n_2 – частота обертання веденого шківa варіатора механізму привода, об/хв;

D_1 – діаметр ведучого шківa варіатора приводу сепаратора, мм;

D_2 – діаметр веденого шківa варіатора приводу сепаратора, мм.

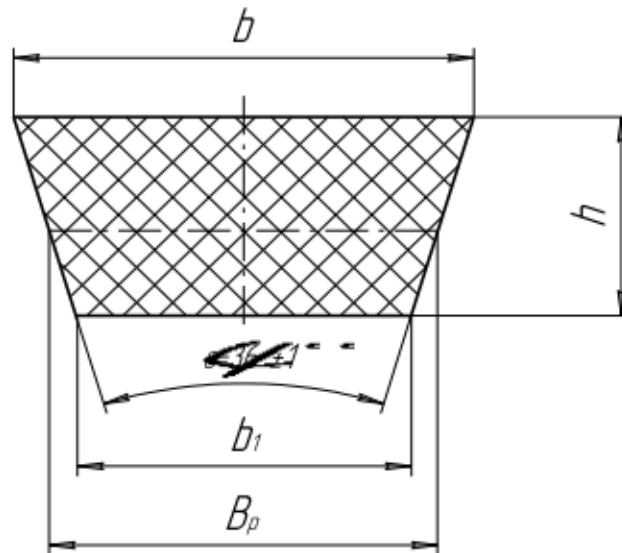


Рис. 6. Конструктивні параметри пасу клинопасового варіатора

Розрахуємо діапазон передаточних відношень, які має забезпечувати клинопасовий вентилятор при роботі сепаратора на всьому діапазоні швидкостей повітряного потоку (рис. 5):

$$i_{\max} = \frac{n_1}{n_{2\max}} = \frac{1420}{900} = 1,6;$$

$$i_{\min} = \frac{n_1}{n_{2\min}} = \frac{1420}{600} = 2,4.$$

Прийнятий розрахунковий діаметр ведучого шківa дорівнює $D_{p1} = 160$ мм.

Враховуючи залежності, з допомогою яких розраховується передаточні відношення клинопасового варіатора, є змога розрахувати максимальний і

мінімальний діаметр веденого шківa варіатора для забезпечення всього діапазону частоти обертання вентилятора:

$$D_{p2\max} = D_{p1} \cdot i_{\max} = 160 \cdot 1,6 = 256 \text{ мм};$$

$$D_{p2\min} = D_{p1} \cdot i_{\min} = 160 \cdot 2,4 = 384 \text{ мм}.$$

Проведемо розрахунок потрібної довжини пасу для забезпечення роботоzдатності клинопасового варіатора

$$\begin{aligned} L_p &= 2a + 1,57(D_{p1} + D_{p2\max}) + \frac{(D_{p2\max} - D_{p1})^2}{4a} = \\ &= 2 \cdot 0,5 + 1,57(0,16 + 0,384) + \frac{(0,384 - 0,16)^2}{4 \cdot 0,5} = 1,87 \text{ м}. \end{aligned}$$

З врахуванням проведених розрахунків, приймаємо достатню довжину клинового пасу $L_p = 2 \text{ м}$.

Для визначення габаритів механізму передач, розрахуємо міжосьову відстань, яка враховує параметри шківів, довжину пасу тощо

$$a = p + \sqrt{p^2 - q};$$

$$p = 0,25 \cdot L_p - 0,393(D_1 + D_2) = 0,25 \cdot 2 - 0,393(0,16 + 0,384) = 0,286;$$

$$q = 0,125(D_1 - D_2)^2 = 0,125(0,16 - 0,384)^2 = 0,006.$$

Тоді розрахункове значення дійсної міжосьової відстані передач механізму приводу вентилятора дорівнює:

$$a = 0,286 + \sqrt{0,286^2 - 0,006} = 0,561 \text{ м}.$$

Проведемо розрахунки, які відображають дійсну колову швидкість пасу при роботі варіатора за умов забезпечення максимального та мінімального передаточних відношень

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_{p1} \cdot n_1}{60} = \frac{\pi \cdot D_{p2} \cdot n_2}{60};$$

$$V_{k\max} = \frac{3,14 \cdot 0,384 \cdot 900}{60} = 18 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{х min}} = \frac{3,14 \cdot 0,384 \cdot 600}{60} = 12 \text{ м/с}$$

Таким чином, проведені розрахунки дозволили обґрунтувати конструктивні параметри механізму приводу, а саме клинопасового вентилятора, що здатен забезпечити увесь необхідний діапазон передаточних відношень для роботи пневмосистеми сепаратора АСХ.

3.2. Сучасний стан техніки для післязбирального очищення зерна та насіння сільськогосподарських культур

Післязбиральна обробка зерна та насіння сільськогосподарських культур вирішує дві задачі, це – підвищення якості зібраного врожаю та створення сприятливих умов для зберігання врожаю протягом тривалого періоду без погіршення якісних показників та класності зібраного збіжжя.

За призначенням післязбирального очищення і технічного забезпечення цих процесів, всі операції післязбирального очищення врожаю поділяється на попереднє очищення, первинне очищення та вторинне очищення і сортування.

Задача попереднього очищення врожаю є максимально швидке виділення із щойно зібраного матеріалу якнайбільшої кількості домішок із мінімальними втратами повноцінного зерна чи насіння. Це дозволяє швидко створити сприятливі умови для зберігання зібраного зерна і насіння та створює передумови щодо реалізації подальших технологічних операцій очищення і сушіння врожаю до встановлених агротехнічними вимогами показників.

Задачею операцій первинного та вторинного очищення зернових сумішей сільськогосподарських культур є отримання продовольчого і насіннєвого матеріалу, що за своїми показниками, такими як чистота очищеного збіжжя та вологість обробленого матеріалу відповідали чинним вимогам.

За чинними вимогами до попереднього очищення сільськогосподарських матеріалів повнота розділення має бути не менше

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

60 %, за умов втрат повноцінного зерна чи насіння не більше 0,2 %; повнота розділення при первинному очищенні повинна бути не меншою за 70 %, із допустимими втратами повноцінного зерна у відходи – до 0,5 %; за умов реалізації вторинного очищення – показник повноти розділення має бути не меншим за 80 %, за умов втрат повноцінного матеріалу не більше 3,0 % [17].

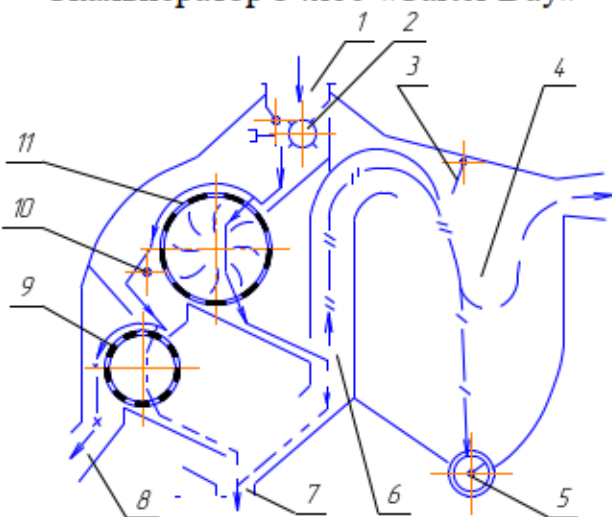
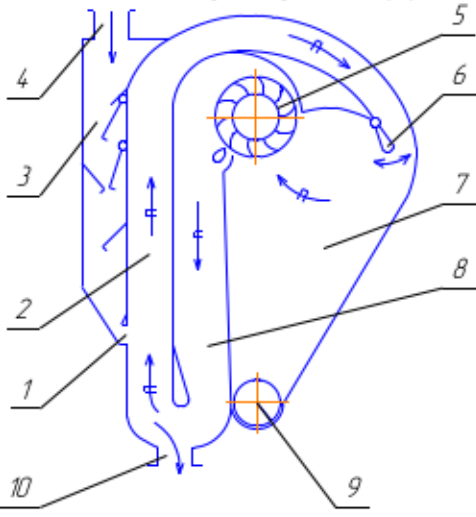
Сьогодні у вітчизняних фермерських господарствах для післязбирального очищення зібраного врожаю використовують повітряно-решітні машини відносно застарілих конструкцій – ОВС-25, МПО-50, ЗД-10.000, які використовуються для попереднього очищення; машини ЗВС-20А, МЗП-50-1, ЗАВ-10.30.000, якими проводять первинне очищення, та СМ-4, МВО-20, СВУ-5А – для операцій вторинного очищення [9, 15, 17]. Більшість з перелічених зерноочисних машин працюють за традиційною схемою очищення сільськогосподарських матеріалів, у якій поєднуються плоскі коливальні решета із пневмосепаруючими каналами. Останнім часом, широкого розповсюдження набули пневматичні машини та аспіратори, такі як: пневмосепаратори типу АСХ, відцентрово-пневматичні сепаратори ЗАВ-40.02.000, пневмосепаратори типу А1-БДЗ, сепаратори пневматичні СП-5, тощо.

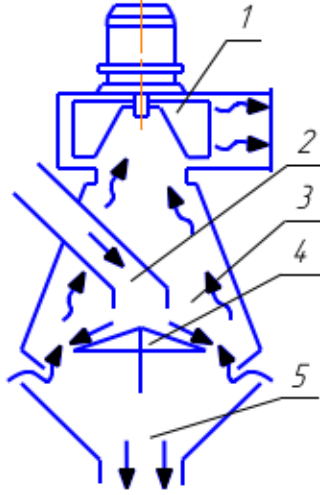
В таблицю 2 зведені повітряні системи зерноочисних машини, що є найбільш характерними і найширше використовуються у вітчизняних господарствах із відміченими перевагами та недоліками цих систем. Крім цього, в таблиці наведені і машини-аналоги, в яких подібні конструкції пневмосистем застосовуються.

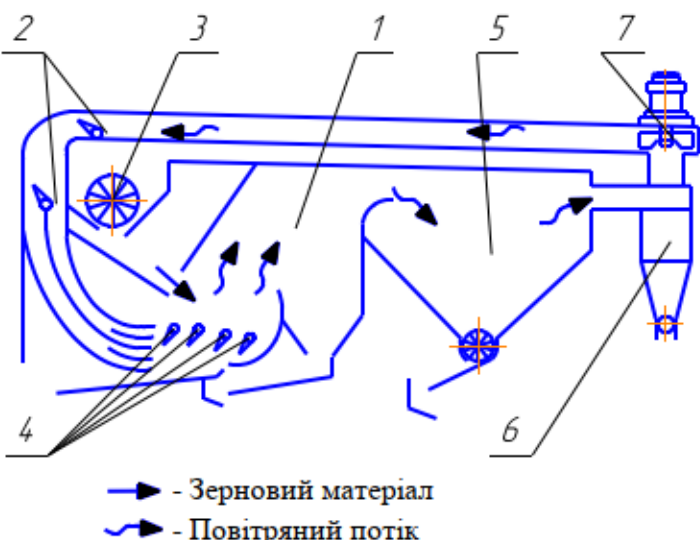
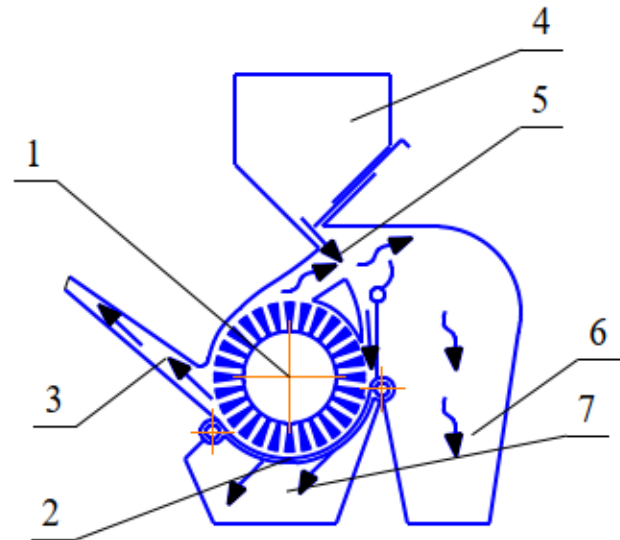
В переважній більшості фермерських господарств, найчастіше для попереднього і первинного очищення зерна і насіння використовуються повітряно-решітні зерноочисні машини загального призначення. Варто відмітити, що стримує ріст загальної продуктивності проведення очисних операцій саме повітряна частина машин, що і вимагає інтенсифікації даного процесу і технічних засобів для реалізації повітряного очищення зерна.

Найбільш характерні пневмосистеми ЗОМ

Схема роботи повітряної системи ЗОМ	Виділені переваги і недоліки системи	Подібні схеми
1	2	3
Зерноочисна машина ОВС-25 1 – приймальна камера; 2 – ПСК; 3 – повітропровід; 4 – заслінка; 5 – вентилятор; 6 – осадочний пристрій; 7 – пиловловлювач ➡ - Чисте повітря ➡ - Зерновий матеріал ➡ - Повітряний потік з домішками ➡ - Легкі домішки ➡ - Повітряний потік з пилом	Переваги: - поєднуються два ПСК, які обробляють зерно паралельно до решіт, за рахунок чого досягається підвищена продуктивність повітряного очищення. Недоліки: - ускладнене регулювання пневмосистеми, оскільки збільшення опору в одному каналі забезпечує різке збільшення швидкості повітря в іншому; - суттєво знижуються показники продуктивності повітряного очищення за умов обробки вологішого та більш засміченого збіжжя.	ЗМП-50; SM-120 «Camas», C800D «Ab Line Machinery» (Швеція); Hance 100, Hance 36 «I. W. Hance Manufacturing Co», Clipper Super X297D, Super X29-X «A. T. Ferrell and Co» (США) K-527A10 «Petkus» (Німеччина);
Машина К-560 «Petkus» 1 – живильник; 2 – ПСК; 3 – спрямовувач повітряного потоку; 4 – приймальник очищеного зерна; 5 – приймальник пошкодженого зерна; 6 – приймальник фуражного зерна; 7 – джерело повітряного потоку; 8 – приймальник дрібних домішок ● - Повноцінне зерно ● - Легкі домішки ● - Частково пошкоджене зерно ● - Фуражна фракція ➡ - Повітряний потік	Переваги: - змінено схему введення зерна на очищення в ПСК; - конструкція нижньої зони пневмосистеми забезпечує дворазову обробку очищуваного зерна; - машина працює за принципом замкненої схеми циркуляції потоку повітря. Недоліки: - ускладнено налагодження пневмосистеми на роботу із іншими с/г культурами; - занадто висока енерго- та металоємність машини за низької повноти розділення зерна та насіння (в межах 50%).	Сімейство машин фірми «Petkus» К-523 та їх модифікації – додатково встановлені стержні для розпушення матеріалу в зоні введення зерна на очищення

1	2	3
Скальператор 34x60 «Carter Day»  ➡ - Зерновий матеріал ✕➡ - Крупні домішки #➡ - Повітря з легкими домішками +➡ - Легкі домішки —➡ - Очищене повітря 1 – завантажувальний бункер; 2 – живильний валець; 3 – повітряна заслінка; 4 – осадова камера; 5 – шнек відходів; 6 – ПСК; 7 – рукав очищеного зерна; 8 – приймальник крупних домішок; 9, 10 – бітер; 11 – активні циліндричні решета	Переваги: - зерно і насіння, що потрапляє на обробку повітрям попередньо очищається від крупних домішок активними циліндричними решетами; - за рахунок обертання живильного вальця врожай рівномірніше подається на очищення. Недоліки: - суттєве запилення повітря робочої зони; - існує обмеження продуктивності через повільний рух зернового матеріалу по циліндричному решеті в один шар; - ускладнене регулювання всієї системи для досягнення заданої продуктивності та ефекту очищення.	Сімейство скальператорів різних фірм «Shule» (Німеччина), «Carter» (США), «Chepos» (Чехія) «Heid» (Австрія), «Cimbria» (Данія), та ін.
Пневмосепаратор А1-БДЗ-6  ➡ - Зерновий матеріал ➡ - Повітряний потік 1 – система введення зерна; 2 – ПСК; 3 – розподільники зерна; 4 – приймальний патрубок; 5 – вентилятор; 6 – дросель; 7 – осадова камера; 8 – рециркуляційний канал; 9, 10 – пристрої виведення відходів та чистого зерна	Переваги: - використання замкнутого потоку повітря та діаметрального вентилятора; - дворазове очищення матеріалу в зоні його введення та в нижній поворотній частині каналу; - суттєво знижена металоємність – в 1,3...1,6 разів та енергоємність – до 2-х разів у порівнянні з традиційними пневмосепараторами. Недоліки: - пристрій введення зернового матеріалу не забезпечує рівномірної подачі зерна на очистку.	А1-БДЗ-12, СП-5 (Україна), пневмосепаратори фірм «Carter» (США), «Simon» (Англія) та ін.

1	2	3
Зерноочисна машина МПО-50 (СПО-50)  1, 14 – підпружинені клапани; 2 – нагнітальний канал; 3 – ПСК; 4 – скатні дошки; 5 – струшувач; 6 – соломоприжими; 7 – сітчатий транспортер; 8 – завантажувальний шнек; 9 – клапан; 10 – діаметральний вентилятор; 11 – дросель; 12 – осадова камера; 13 – шнек домішок. ➡ - Зерновий матеріал - - - - - Повітряний потік #➡ - Повітря з легкими домішками +➡ - Легкі домішки	Переваги: - зерновий матеріал спочатку очищається від крупних домішок; - зерно на очищення в ПСК вводиться по скатних дошках, які розміщені на двох рівнях; - конструкція нижньої зони пневмосистеми машини забезпечує дворазове продування матеріалу повітрям; - замкнена схема циркуляції потоку повітря. Недоліки: - низький показник ефекту очищення, насамперед матеріалу підвищеної вологості та засміченості.	МПО-100; МПО-50Ф
Турбінний сепаратор SP-68 «Dauet» (Франція)  1 – вентилятор; 2 – живильник; 3 – ПСК; 4 – конус-розподільник; 5 – приймальник очищеного матеріалу ➡ - Зерновий матеріал - - - - - Повітряний потік	Переваги: - дуже сприятливі умови введення матеріалу (від центру до периферії) в зону очищення повітряним потоком, що покращує умови очищення і якісні показники процесу; - висока продуктивність сепаратора за низької встановленої потужності машини. Недоліки: - неуніфікована компоновка сепаратора із решітними частинами зерноочисних машин.	DA-67 «Dauet» (Франція), та турбінні сепаратори фірм «Oscim» (Італія), «Forsberg» (США), «Damos» (Данія)

1	2	3
Зерноочисна машина АКН-200 «Harple» (Німеччина)  ➡ - Зерновий матеріал ➡ - Повітряний потік 1 – пневмосепаруюча камера; 2 – дроселі; 3 – живильний валець; 4 – лопатки пневмосистеми; 5 – осадова камера; 6 – циклон; 7 – вентилятор	Переваги: - застосовується фракційна поетапна технологічного процесу очищення; - направляючі лопатки пневмосистеми створюють максимальне розпушення зернового матеріалу в зоні його очищення повітряним потоком. Недоліки: - висока метало- та енергоємність повітряного очищення; - існує ймовірність забивання лопаток в ПСК соломистими включеннями.	Сепаратори фірм: «Cimbria» (Данія); «МСК Maschinenbau» (Німеччина); «Kamas» (Швеція) та ін.
Повітряний прямоточний сепаратор (ЦНТУ)  ➡ - Зерновий матеріал ➡ - Повітряний потік 1 – щіточний вентилятор; 2 – пруткове підсівне решето; 3 – відвантажувальний канал; 4 – бункер вихідного збіжжя; 5 – похилий ПСК; 6 – приймальник легких домішок; 7 – приймальник дрібних домішок	Переваги: - використовується багатофункціональний робочий орган – щіточний вентилятор, який крім функції створення повітряного потоку пересуває зерно по решету, очищає робочі канали решета від забивання та за рахунок інерційних сил відвантажує очищене зерно. Недоліки: - потребує використання якісних осадкових пристроїв; - високий обмін повітря з оточуючим середовищем а отже і його запилення.	–

Найпоширенішою в сучасних зерноочисних машинах загального призначення є схема очищення зерна та насіння, в якій повітряне очищення збіжжя проводиться перед очищенням зерна на решетах. Зустрічаються також такі схеми машин для очищення зерна, в яких повітряні канали працюють після очищення зерна на решетах. Така послідовність робочих органів використовується або ж в машинах низької продуктивності, таких як SAAT 6 австрійської фірми «Haid», або ж в ЗОМ попереднього очищення, в яких очищується зерно та насіння на решетах із великими отворами, що реалізовано в ЗОМ фірми «Karter» (США). Існують і технологічні схеми кількаретного очищення зерна та насіння потоком повітрям – до роботи решета і після його роботи, це реалізовано наприклад в ЗОМ К-531 фірми «Petkus» (Німеччина), СВУ-5 (Україна) та ін.

Класифікацію повітряних систем існуючих зерноочисних машин наведено на рис. 7.



Рис. 7. Класифікація існуючих повітряних систем зерноочисних машини загального призначення

Більшість існуючих схем зерноочисних машин загального призначення працюють із розімкненою схемою циркуляції повітряного потоку. В системах із замкненим циклом повітря забезпечується циркуляція одного і того ж об'єму, що суттєво покращує умови експлуатації машин в закритих приміщеннях та забезпечує зниження загальних енерговитрат. До явних переваг використання замкнених пневмосистем можна віднести наступне:

- нижчі витрати енергії на створення повітряного потоку, можливість вирівнювання структури цього потоку, більш зручні системи підведення-відведення повітря;
- знижується або повністю виключається обмін повітря із навколишнім середовищем, що дозволяє не допустити запилення повітря робочої зони, а отже такі системи добре працюють в приміщеннях;
- в межах однієї пневмосистеми вдається більш компактно поєднати всі робочі органи та взаємоузгодити їх показники роботи, крім того, в межах таких пневмосистем вдається забезпечити ефективну роботу осадкових пристроїв.

В результаті аналізу технічного забезпечення зерноочисних операцій можна відмітити високу енергоємність повітряного зернових сумішей, а значна різниця у енерговитратах на процес розділення компонентів суміші повітряним потоком доводить нераціональне використання повітря в різних принципових схема зерноочисних машин загального призначення. До основних недоліків існуючих повітряних систем зерноочисних машин відносяться:

- невідповідність чи неповна відповідність чинним агротехнічним вимогам;
- відсутність в багатьох схемах машин операцій відокремлення дрібних чи крупних домішок, які повітряним потоком відділити неможливо;
- переважно повна неузгодженість продуктивності повітряного очищення зернових сумішей із решітним очищенням.

Тому, явним і одним із найбільш перспективних напрямків підвищення ефективності очищення зерна повітряним потоком є використання замкнених пневмосистем; створення нових повітряно-решітних ЗОМ, робота яких базується на найбільш раціональній послідовності виконання технологічних операцій; суміщення кількох операцій в один процес, тобто можливість реалізації одним чи кількома робочими органами двох і більше операцій [16].

4. Охорона праці

Для захисту працюючих від шкідливої дії пилу, що може мати місце під час роботи із сепаратором, персонал забезпечується засобами індивідуального захисту: респіратор У-2К, ТУ 1622 або марлевою пов'язкою. Те приміщення, де встановлюється і працює сепаратор обов'язково обладнується діючою і продуктивною системою вентиляції.

З метою зниження шуму на вдосконаленому повітряному сепараторі АСХ потрібно провести такі заходи:

- для зниження шуму в робочих органах сепаратора потрібно провести змащення, де це можливо і потрібно, крім того, елементи, які створюють шум потрібно встановити на пружні протишумні прокладки;
- кожен із робочих зон з рівнем шуму 80 дБа і більше потрібно позначити спеціальними стандартними знаками безпеки за ГОСТ 12.4.026.

На сепараторі насіння гірчиці АСХ обов'язково наносяться наступні надписи: «Обслуговування і ремонт виконувати при відключених рубильниках», «Відкрито», «Закрито», а за потреби і інші.

На кожухах вентилятора, електродвигунів, клинопасового варіатора наносяться контрастною до кольору машини фарбою стрілки, що показують напрямки обертання відповідних механізмів.

Для зручного та безпечного очищення осадового пристрою, приймального і відвідного патрубків від залишків продуктів очищення на сепараторі виготовлені спеціальні вікна.

					МВГС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Кінцевий вимикач машини встановлюється біля завантажувального транспортера, що забезпечує при відкриванні сепаратора автоматичне відключення електричного струму, а отже зерноочисна машина зупиняється, і ушкодження працюючого неможливе.

Всі металеві струмоведучі елементи конструкції сепаратора і електрообладнання, які можуть в процесі роботи виявитися під напругою або ж через порушення ізоляції або ж через механічні пошкодження електрообладнання, заземлюються. Для цього сепаратор за стандартною схемою підключається до пристрою заземлення.

Дверцята шафи керування сепаратором закриваються на ключ, на внутрішній стороні шафи керування закріплена принципова електрична схема всього обладнання, на цій же шафі керування наноситься знак електричної напруги, який виконується за ГОСТ 12.2.026.

Для того, щоб подати звуковий сигнал перед початком руху робочих органів сепаратора АСХ на ньому встановлюється сигнальна сирена СС-143 220 В 50 Гц за ТУ25-00.1044. Електрообладнання додатково захищається температурним захистом УВТЗ-5, який відмикає сепаратор за екстремальних температур.

Для уникнення потрапляння пилю в підшипники сепаратора із сторони внутрішньої частини їх корпусів обов'язково встановлюються гумові ущільнення з прижимними фланцями.

Шафа управління виготовляється пилевологозахисного типу, що дозволяє не допустити потрапляння пилю та вологи на струмоведучі елементи сепаратора.

Транспортування сепаратора здійснюється відповідно до «Загальних правил перевезення вантажів автотранспортом».

					МВГС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

5. Економічна частина

В результаті аналізу технології вирощування гірчиці в умовах базового господарства проведені певні вдосконалення етапу післязбирального очищення цієї культури. Запропоновано проводити попереднє та первинне очищення насіння гірчиці повітряним сепаратором АСХ-2,5. Варто зазначити, що вдосконалений сепаратор працює за умов замкнутого циклу циркуляції повітряного потоку, що дозволило знизити його глибину, а отже і витрати повітря; змінено конструкцію вентилятора, який забезпечує створення повітряного потоку заданої інтенсивності та рівномірності та змінено механізм приводу робочих органів сепаратора за рахунок встановлення клинопасового варіатора, який дозволяє безступінчасто змінювати частоту обертання вентилятора.

Ці зміни дають змогу знизити енергоємність та металоємність машини, узгодити продуктивність роботи вентилятора і замкнутої пневмосистеми та скоротити час на обслуговування машини, оскільки переналагодження на іншу швидкість повітряного потоку, у зв'язку з використанням варіатора, не потребує додаткового часу та розбирання вузлів сепаратора.

Розрахунок економічної ефективності розробок проводився за загальноприйнятою методикою, а результати таких розрахунків зведені до таблиці 2.

Отже, розрахунок економічної ефективності розробок в роботі підтверджує доцільність практичного впровадження даних рекомендацій у виробництво. При вирощуванні в умовах базового господарства гірчиці, із проведенням її післязбирального очищення повітряним сепаратором АСХ можна досягти річної економії витрат близько 2476,6 грн на весь обсяг робіт лише цієї культури, крім того від впровадження технології у виробництво можна отримати позитивний економічний ефект на рівні 16282,5 грн. Варто зазначити, що вчасне очищення гірчиці та її збереження у господарстві до її

					МВГС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

реалізації взимку дозволить отримати додатковий дохід від продажу насіння підвищення якості біля 124300 грн.

Таблиця 2

Техніко-економічні показники ефективності вдосконалення технології вирощування гірчиці з вдосконаленням повітряного сепаратора АСХ

Показник	Одиниця вимірювання	Технології		Відхилення	
		Проектна	Базова	+, -	%
1	2	3	4	5	6
Продуктивність повітряного сепаратора	т/год	2,5	2		
Загальний врожай гірчиці	т	60	60	-	-
Собівартість операцій після-збирального очищення гірчиці	грн.	5450	7612	-2162	-39,6
Питома собівартість	грн./т	90,83	126,87	-36,04	-39,6
Річна економія витрат господарства	грн.		2476,6		
Річний економічний ефект від впровадження технології	грн.		16282,5		
Додатковий дохід від підвищення якості гірчиці	грн.		124300		

6. Висновок

Під час виконання кваліфікаційної роботи проведено детальний аналіз технологічного процесу вирощування гірчиці в умовах базового фермерського господарства. Проведено комплексний розрахунок технологічного процесу та обґрунтовані засоби механізації, які використовуються в процесі вирощування гірчиці. Доведена необхідність проведення очищення гірчиці повітряним потоком та запропоновано вдосконалення існуючої технології шляхом проведення післязбирального очищення гірчиці сепаратором АСХ-2,5.

В результаті модернізації повітряного сепаратора АСХ-2,5 було вдосконалено функціональну схему повітряної системи, а саме обґрунтовано раціональні параметри пневмосепаруючого каналу та джерела створення повітряного потоку. Це дало змогу знизити металоємність та енергоємність машини. Крім того розроблено конструкцію нового механізму приводу, який дозволяє безступінчасто регулювати частоту обертання робочих органів.

При проведенні наукових досліджень були встановлені основні напрямки ефективного застосування та вдосконалення пневмосепараційного процесу серед них: застосування замкнутих систем циркуляції повітряного потоку; використання в пневмосепараторах діаметрального вентилятора, який здатний забезпечити найбільш сприятливі умови для перебігу процесу.

При проведенні технологічних розрахунків визначені робочі параметри замкнутої системи, механізму приводу вентилятора, вивантажувального шнека та розраховані конструктивні параметри діаметрального вентилятора.

В розділі «Охорона праці» проаналізовано шкідливі і небезпечні фактори, які можуть виникнути під час роботи з машиною та вжиті заходи щодо їх усунення. Доцільність внесених змін доводиться отриманим позитивним економічним ефектом, що доводить доцільність впровадження проведених розробок у виробництво.

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

Список використаної літератури

1. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навчальний посібник / А.О. Рожков, Е.М. Огурцов, А.М. Свиридов та ін.; за ред. А.О. Рожкова. – Х.: Майдан, 2016. – 550 с.
2. 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.
3. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007. – 334 с.
4. Бондаренко М.Г. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві / Бондаренко М.Г., Демещук В.А. – К.: Вища школа, 1995. – 237 с.
5. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
6. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. посібник / За ред. І.І. Мельника. – К.: Кондор, 2009. – 284 с.
7. Технические культуры / Я.В. Губанов, С.Ф. Тихвинский, Е.П. Горелов и др.; Под ред. Я.В. Губанова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 287 с.
8. Стрижова Ф.М. Растениеводство: учебное пособие / Ф.М. Стрижова, Л.Е. Царева, Ю.Н. Титов – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 219 с.
9. Єщенко В.О. Загальне землеробство. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.
10. 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.
11. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук та ін.. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с.

12. Практикум із землеробства: Навчальний посібник / М.С. Кравченко, О.М. Царенко, Ю.Г. Міщенко та ін.: За ред. М.С. Кравченка і З.М. Томашівського. – К.: Мета, 2003. – 320 с.
13. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – Львів: НВФ «Українські технології», 2002. – 800 с.
14. 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.
15. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
16. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник – К.: Вища освіта, 2013. – 535 с.
17. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
18. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.
19. Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін. Довідник сільського інженера / За ред. В.Д. Гречкосія. – 2-е вид., перероб. і доповнене. – К.: Урожай, 1991. – 400 с.
20. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 3. Машини та обладнання для

переробки зерна та насіння / за ред. Черновола М.І. – К.; Фенікс, 2007. – 432 с.

21. Nesterenko A.V. Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding / Аналітична оцінка якості пневмосепарації при багаторівневому введенні / Nesterenko A.V., Leshchenko S.M., Vasylovskiy O.M., Petrenko D.I. // INMATEH – Agricultural Engineering. Sep-Dec. – Bucharest / Romania, 2017. – Vol. 53, No 3. – p. 65-70.
22. Васильковський М.І. Обґрунтування основних параметрів замкненої двохступеневої пневмосепаруючої системи ЗОМ / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко // Вісник Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка. – Харків, 2007. – Вип. 59 – С. 177–186.
23. Нелюбов А.И., Ветров Е.Ф. Пневмосепарирующие системы сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 190 с.
24. 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.
25. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
26. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку/ За ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – 480 с.
27. 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.

28. Бурков А.И. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание / А.И. Бурков, Н.П. Сычугов – Киров: изд-во ННПССХ Северо-Восток, 2000. – 258 с.
29. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский – М.: Наука, 1973. – 845 с.
30. Скойбеда А.Т. и др. Детали машин. Теория и расчет: Учебно-методическое пособие / А.Т. Скойбеда, В.А. Агейчик, И.Н. Кононович. – Минск: БГАТУ, 2014. – 372 с.
31. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. – К.: Вища школа, 1993. – 556 с.
32. Пістун І.П., Хом'як Й.В., Хом'як В.В. Охорона праці в галузі сільського господарства: Навчальний посібник. – Суми: Університетська книга, 2009. – 365 с.
33. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Іздат, 2017. – 334 с.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини магістерської
кваліфікаційної роботи на тему:

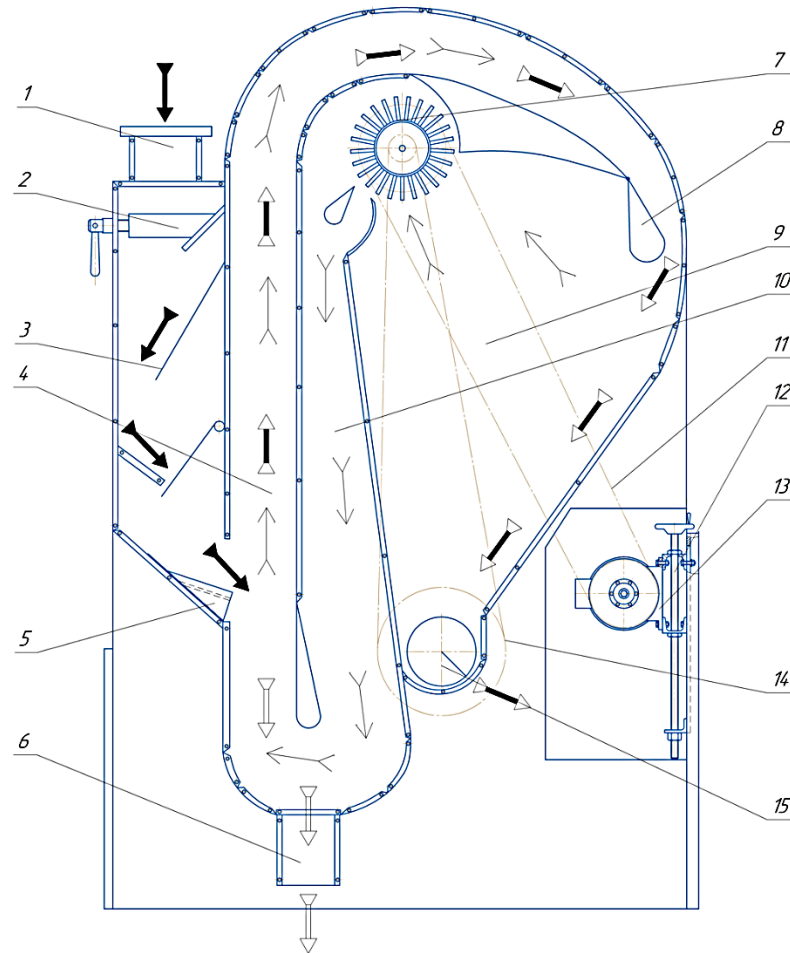
Механізація вирощування гірчиці з дослідженням та вдосконаленням повітряного сепаратора АСХ

Виконав: ст. гр. АІ-20МЗ(1,4) Григорець Олексій Олексійович
Керівник роботи: доц. Лещенко С.М.

Кропивницький, 2021 р.

MAGC 000001 T4

Операційно-технологічна карта на очистку гірчиці



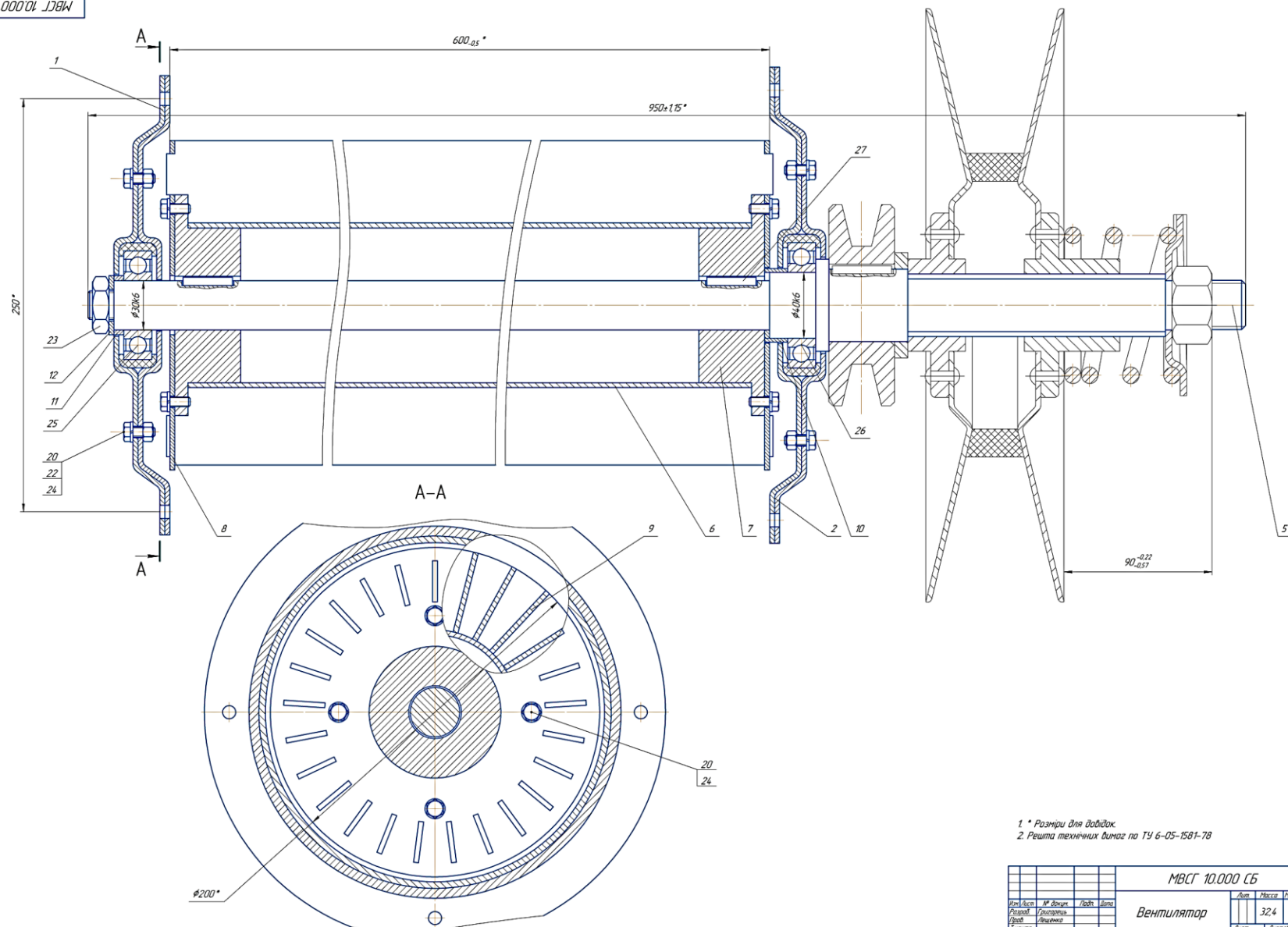
Функціональна схема сепаратора АСХ-2,5

Позначення:

- 1 – приймальний патрубкок; 2 – подільник;
3 – приймальна камера; 4 – пневмосепаруючий канал; 5 – багатоструменевий ділильник;
6 – патрубкок випускний; 7 – вентилятор;
8 – заслінка; 9 – осадковий пристрій; 10 – канал рециркуляційний; 11 – клинопасовий варіатор;
12 – механізм управління варіатором; 13 – електро-
двигун; 14 – механізм приводу шнека легких домі-
шок; 15 – шнек легких домішок.

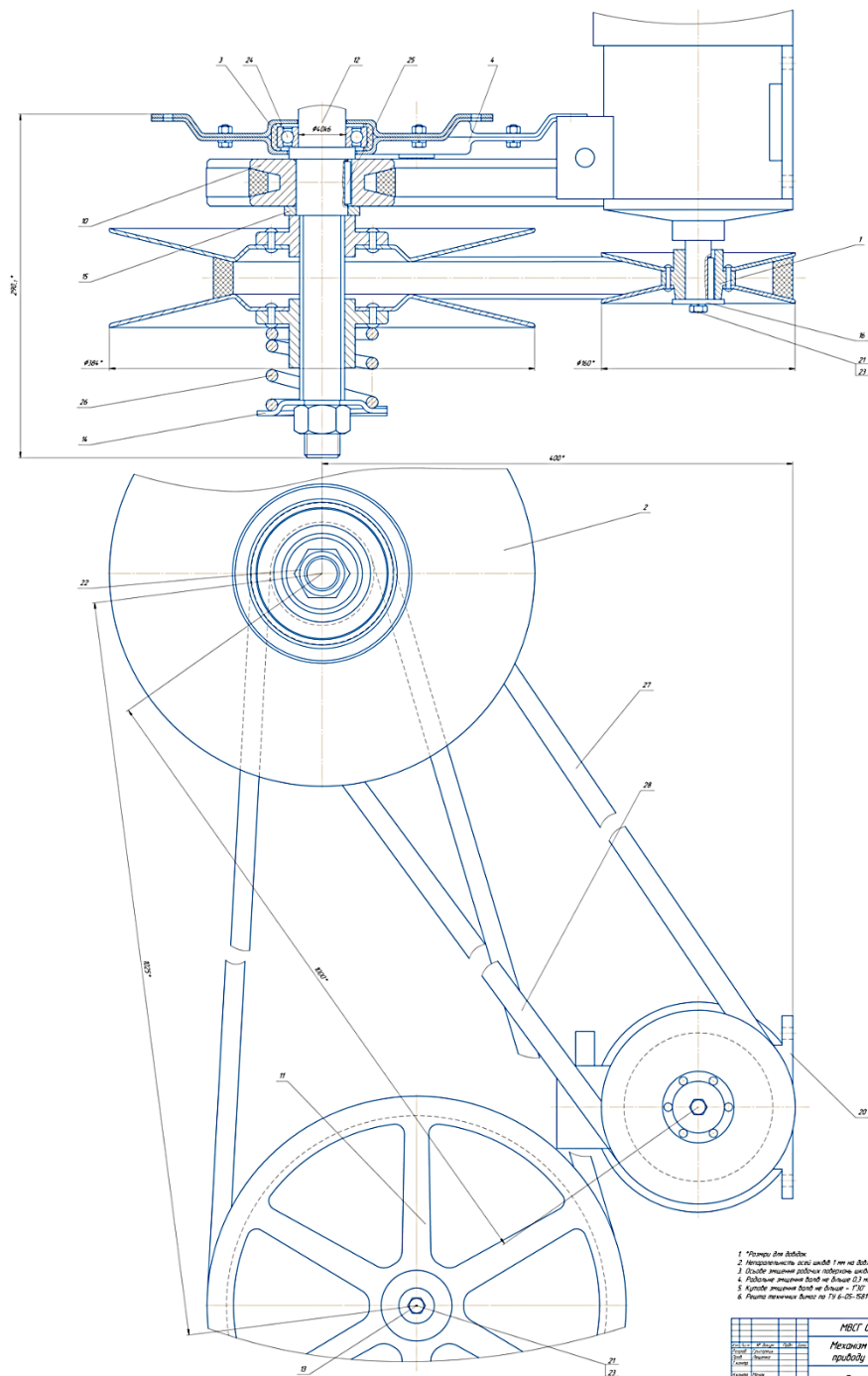
[illegible]

Вдосконалений вентилятор



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

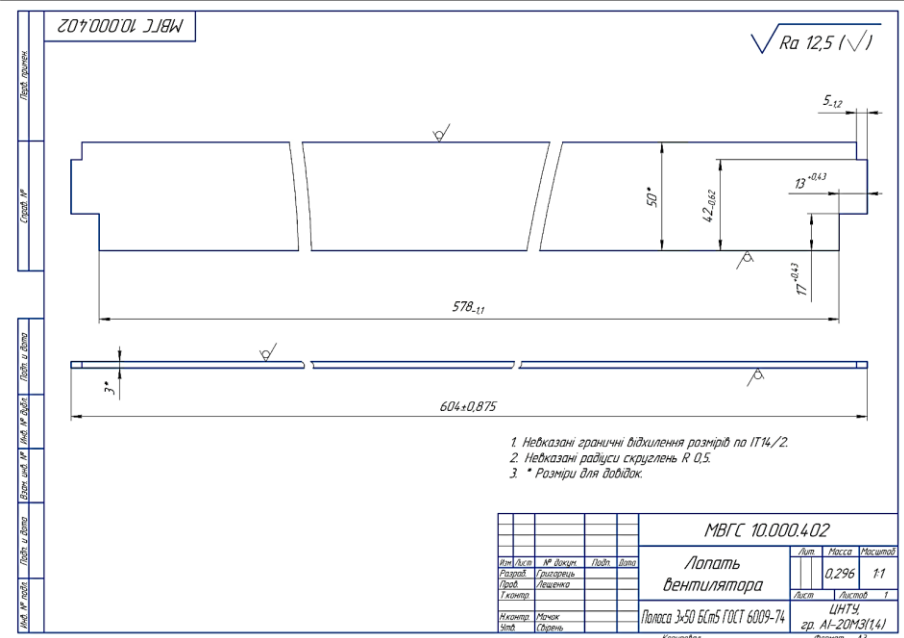
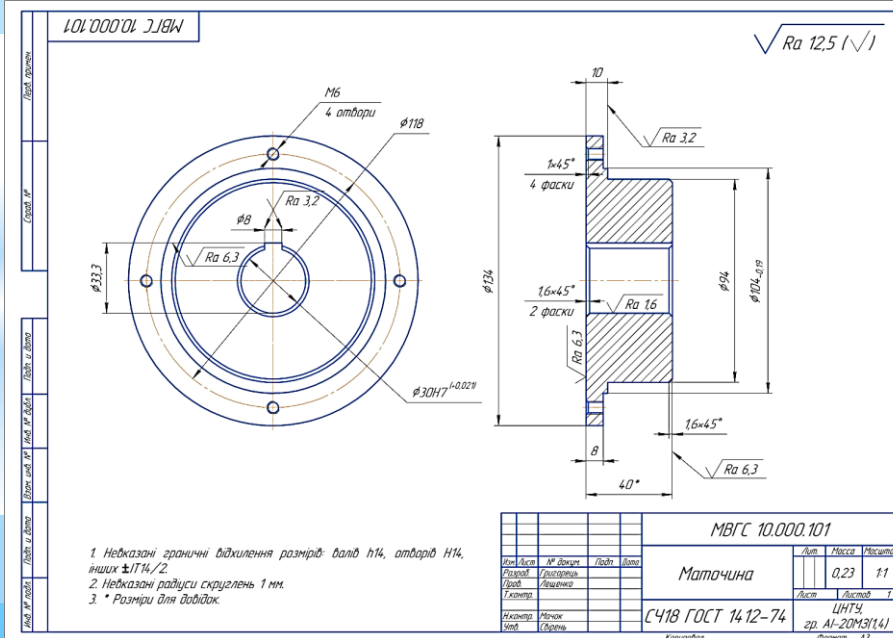
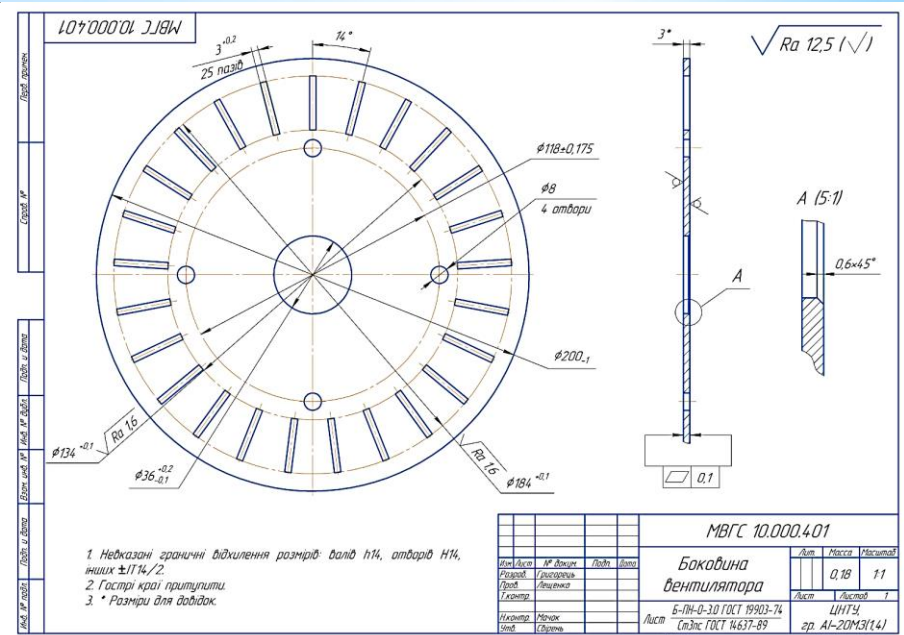
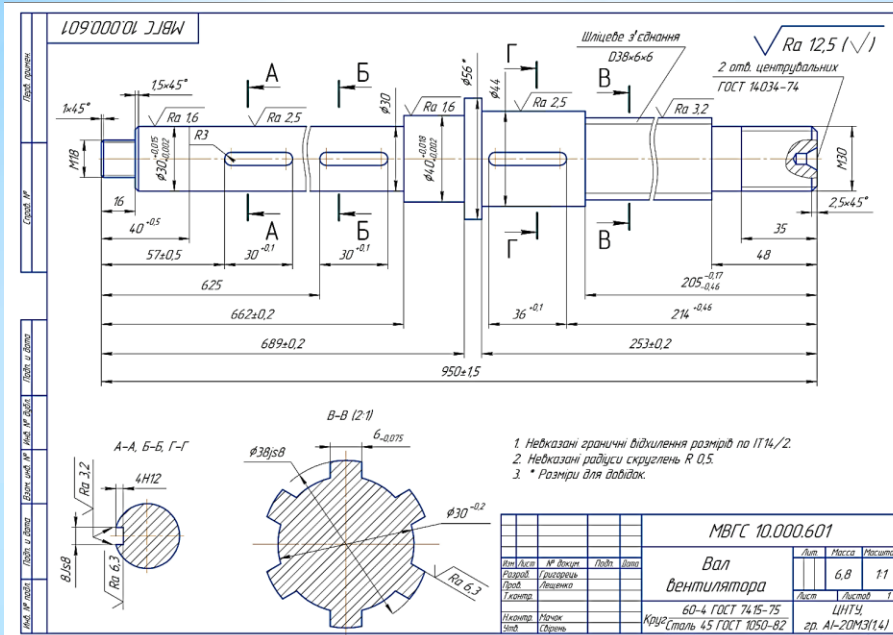
[illegible]



Вдосконалений механізм приводу

[illegible]

Деталювання вдосконалених елементів сепаратора



MBGC 00.0001 H4



Категория	Средняя зарплата	Средняя зарплата
-----------	------------------	------------------

Дякую за увагу!

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документація		
				АСХ 00.000 СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
			1	АСХ 01.000	Приймальний патрубок		
			2	АСХ 02.000	Боковина передня		
			3	АСХ 03.000	Боковина задня		
			4	АСХ 04.000	Напрячник матеріалу		
			5	АСХ 05.000	Стійка ліва		
			6	АСХ 06.000	Стійка права		
			7	АСХ 07.000	Оглядове вікно завантажувача		
			8	АСХ 08.000	Оглядове вікно ПСК		
			9	АСХ 09.000	Ділильник матеріалу		
			10	АСХ 10.000	Вал вентилятора в зборі		
			11	АСХ 11.000	Вал шнеку в зборі		
			12	АСХ 12.000	Рецеркуляційний канал		
			13	АСХ 13.000	Рамка електродвигуна		
			14	АСХ 14.000	Регулювальний механізм клинопасового варіатора		
			15	АСХ 15.000	Клинопасовий варіатор		
			16	АСХ 16.000	Механізм приводу шнека		
		17	АСХ 17.000	Регулювальна заслінка			
		18	АСХ 18.000	Патрубок впускний			
		19	АСХ 19.000	Кожух шнека			
Подп. и дата							
Взам. инв. №							
Инв. № дубл.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АСХ 00.000	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Мартиненко			Повітряний сепаратор АСХ-2,5		1	2
Пров.	Лещенко						
Н.контр.	Осипов						
Утв.	Свірень						
					КНТУ гр. ПМ 11М		

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				Деталі			
		30	АСХ 00.401	Захисне огороження			
		31	АСХ 00.701	Основа	2		
		32	АСХ 00.402	Плита права			
		33	АСХ 00.403	Опора ліва			
		34	АСХ 00.301	Кришка			
				Стандартні вироби			
		50		Електродвигун			
				4А80В4УЗ			
				ГОСТ 19523-74			
				Гайки ГОСТ 5915-70			
		51		М8-7Н.019	4		
				Шпильки			
				ГОСТ 22043-76			
		52		М8-6g×300.5.8	4		
				Шайби ГОСТ 11371-78			
		53		8.65Г.019	4		
		54		10.01.10.019	4		
		55		6.01.019	20		
				Болти ГОСТ 7796-70			
		56		М6-6g×40.66.019	20		
		57		М10-6g×20.66.019	4		
Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	АСХ 00.000			Лист
							2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал		Формат А4

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №	АО			МВГС 00.15.000 СБ	Складальне креслення				
					Складальні одиниці				
			1	МВГС 15.01.000	Шків ведучий				
					клинопасового варіатора				
			2	МВГС 10.01.000	Шків ведений				
					клинопасового варіатора				
			3	МВГС 10.02.000	Корпус підшипника				
			4	МВГС 11.01.000	Корпус підшипника				
Подп. и дата					Деталі				
			10	МВГС 10.201	Шків шнека ведучий				
			11	МВГС 11.202	Шків шнека ведений				
			12	МВГС 10.601	Вал вентилятора				
			13	МВГС 11.602	Вал шнека				
			14	МВГС 10.401	Шайба прижимна				
			15	МВГС 10.301	Втулка				
			16	МВГС 15.402	Шайба				
Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Инв. №	Инв. №	Инв. №	Инв. №	Инв. №		
Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. №	Инв. №	Инв. №	Инв. №	Инв. №	Инв. №		
				МВГС 00.15.000					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Механізм приводу	Лит.	Лист	Листов	
Разраб.	Григорець						1	2	
Пров.	Лещенко								
Н.контр.	Мачок								
Утв.	Свірень					ЦНТУ, гр. АІ-20МЗ(1,4)			

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартні вироби		
		20		Електродвигун		
				4А80В4УЗ		
				ГОСТ 19523-74		
				Болти ГОСТ 7796-70		
		21		М10-6g×40.66.019	2	
				Гайки ГОСТ 5915-70		
		22		М24-7Н.019		
		23		Шайби ГОСТ 11371-78		
				8.01.10.019	2	
		24		Підшипник 308		
				ГОСТ 8338-75		
		25		Шпонка 4×4×36	2	
				ГОСТ 8789-68		
		26		Пружина 210		
				ГОСТ 13768-68		
		27		Пас СВ-38-2000Т		
				ОСТ 38-5-17-73		
		28		Пас А-4000 Т		
				ГОСТ 1284-68		

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			МВГС 10.000 СБ	Складальне креслення		
					Документація		
					Складальні одиниці		
		1		МВГС 10.010	Корпус підшипника лівий		
		2		МВГС 10.020	Корпус підшипника правий		
					Деталі		
	A3	5		МВГС 10.000.601	Вал вентилятора		
		6		МВГС 10.000.801	Труба		
	A3	7		МВГС 10.000.101	Маточина	2	
	A3	8		МВГС 10.000.401	Боковина вентилятора	2	
	A3	9		МВГС 10.000.402	Лопаті вентилятора	25	
		10		МВГС 10.000.802	Втулка		
	11		МВГС 10.000.803	Втулка			
	12		МВГС 10.000.403	Шайба			
				Стандартні вироби			
		20		Болти М6х20 ГОСТ15589-70	16		
		22		Гайки М6 ГОСТ 15526-70	8		
		23		Гайки М20 ГОСТ 5929-70	1		
		24		Шайби 6Л ГОСТ 6402-70	16		
		25		Підшипник 206	1		
				ГОСТ 8338-75			
Подп. и дата	МВГС 10.000						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Григорець				Лит.	Лист
	Пров.	Лещенко					1
	Н.контр.	Мачок				Листов	
Инв. № подл.	Утв.	Свірень				2	
	Вентилятор					ЦНТУ, гр. АІ-20МЗ(1,4)	

Копировал

Формат А4

