

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____ Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

"Обґрунтування параметрів пневматичного каналу очищувача
насіння агрокультур"

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи ГМ-22М-1.2
ОНП «Галузеве машинобудування»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
_____ Мандзюк Дмитро Валерійович
« ____ » _____ 2024 р.

Керівник проекту
доцент, канд.техн.наук
_____ Дмитро БОГАТИРЬОВ
« ____ » _____ 2024 р.
Рецензент Вадим БРЕДИХІН

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти магістр

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Освітньо-наукова програма Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

к.т.н., доцент

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«__» _____ 2024 року

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

Мандзюк Дмитро Валерійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обґрунтування параметрів пневматичного каналу очищувача насіння агрокультур
2. Керівник роботи Богатирьов Дмитро Володимирович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 01 травня 2024 року
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності процесу очищення агрокультур в зерночисній машині із найменш можливими витратами енергетичних ресурсів.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-3	Богатирьов Д.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	До 1.05.24 р.	
2	Інженерна частина	20.04.2024 р.	
3	Наукова частина	27.04.2024 р.	
4	Охорона праці	28.04.2024 р.	
5	Економічна частина	28.04.2024 р.	
6	Висновок	28.04.2024 р.	
7	Виконання графічної частини роботи	Після виконання відповідних розділів	
8	Нормоконтроль	Згідно графіку захисту	
9	Захист роботи		

Дата видачі завдання

«___» _____ 2024 р.

Підпис керівника _____

Богатирьов Д.В.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2024 р.

Підпис здобувача _____

Мандзюк Д.В.

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Очищення зерна пшениці — це важливий етап, який забезпечує якість кінцевого продукту, незалежно від його подальшого призначення. Процес видалення домішок має вирішальне значення для підтримання високих стандартів харчової безпеки та ефективності переробки.

Основні причини актуальності очищення зерна пшениці: Підвищення якості продукції: Усунення сторонніх часток дозволяє зберегти високу якість пшениці та продуктів її переробки, таких як борошно та хлібобулочні вироби. Чиста пшениця має кращі смакові властивості, а також підвищує якість кінцевих продуктів, що сприяє задоволенню вимог споживачів та підвищенню конкурентоспроможності на ринку. Гарантія безпеки харчових продуктів: Очищення зерна від забруднень, які можуть містити шкідливі мікроорганізми чи хімічні речовини, є критично важливим для здоров'я споживачів. Наявність домішок може призвести до розвитку захворювань та зниження довіри до продуктів компанії. Підвищення ефективності виробництва: Чисте зерно легше піддається подальшій обробці, що сприяє збільшенню продуктивності обладнання та зниженню витрат на технічне обслуговування. Це дозволяє оптимізувати виробничі процеси та зменшити витрати на енергоресурси. Загалом, очищення пшениці є необхідним етапом у виробництві харчових продуктів, адже воно прямо впливає на їх якість, безпеку та ефективність обробки.

Технологія пневматичних каналів для очищення зерна. Пневматичні канали широко використовуються для ефективного очищення пшениці від домішок. Ця технологія базується на принципі різниці у вазі та розмірах зерна та домішок, що дозволяє розділяти їх за допомогою повітряного потоку.

Принцип роботи: Пневматичні канали застосовують потік повітря для розділення легких і важких часток. Зерно і домішки відокремлюються завдяки

					<i>ПК 00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Мандзюк				Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Богатирьов						5	
Н. контр.	Мачок							
Затв.	Лещенко							
						ЦНТУ, гр. ГМ-22М-1,2		

всі виявлені недоліки. Узагальнюючи, дотримання технологічних вимог та робочих параметрів є ключовим для досягнення оптимальних результатів під час обробки озимої пшеницяю з використанням зерноочисно-сортувальної машини Petkus K-531A.



Рис. 2.1. Petkus-Gigant K531A

Рис. 2.1. ілюструє принцип роботи описаного обладнання, спрямованого на технологію очищення озимої пшениці. Початковий матеріал із завантажувального бункера рівномірно подається через живильний вал до робочого органу машини. Для регулювання кількості зерен, що поступають у завантажувальний бункер, передбачена засувка. Під час проходження зерен через решітний стан вони потрапляють у зону аспірації, що є частиною каналу попередньої повітряної сепарації, де потік всмоктувального повітря піднімає та відділяє їх від пилу та легких домішок. Після попередньої повітряної сепарації насіння потрапляє у решітний стан для сортування за товщиною зерен. На верхньому решеті відокремлюються грубі домішки, такі як колоски, частинки соломи, головки чортополоху, тоді як на нижньому решеті – мілкі домішки, включаючи низьконатурні зерна та пісок. Відходи з верхнього та нижнього решіт можуть завантажуватися окремо у точках (А) або (Б). Для забезпечення постійного очищення нижнє решето підтримується чистим за допомогою щіткового пристрою. Засмічення отворів верхніх решіт усувається ударами двох гумових колотушок.

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ПК 00.000 ПЗ

Арк.

16

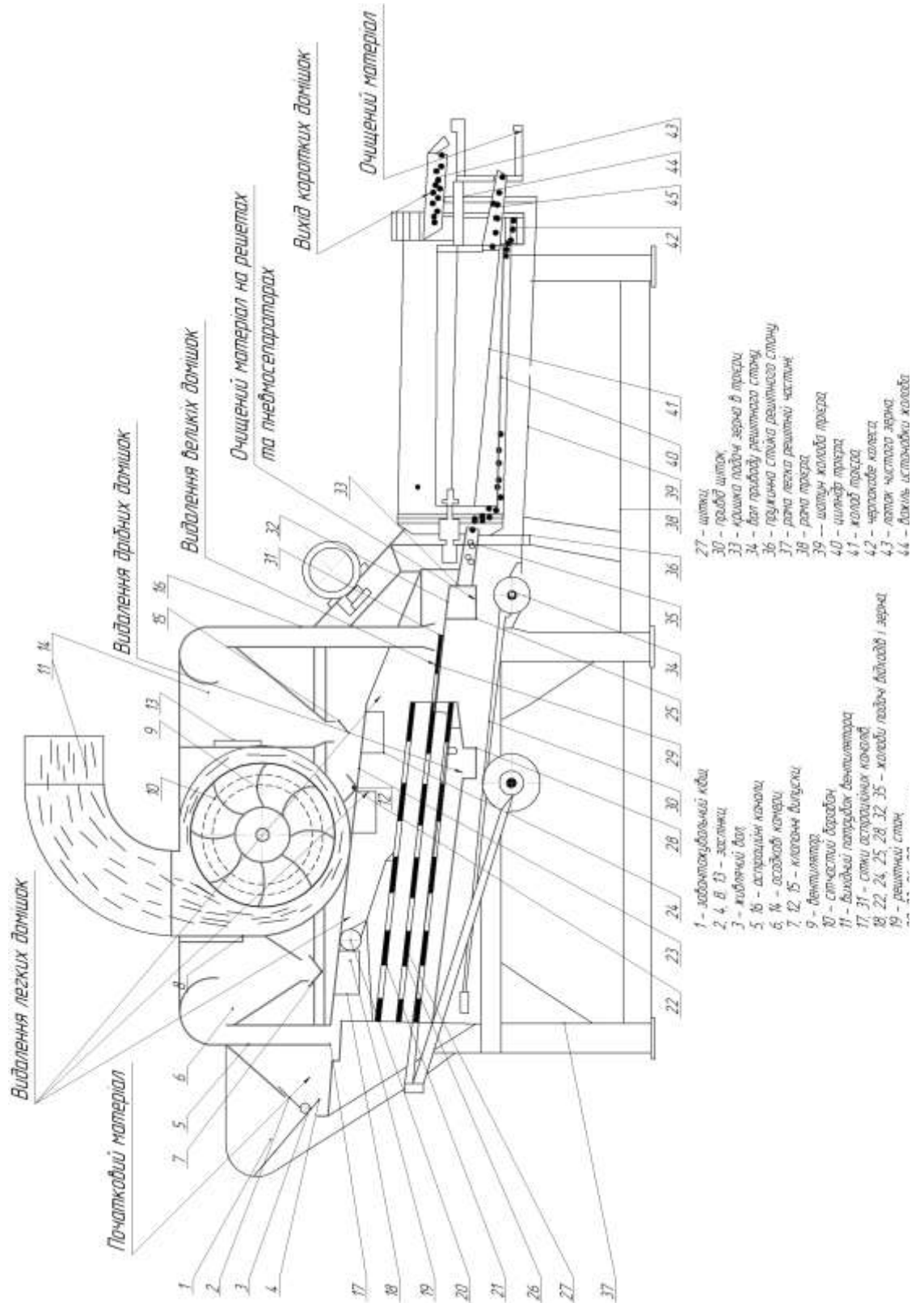


Рис. 2.2. Функціональна схема

У процесі очищення насіння використовуються кілька етапів, які спрямовані на відокремлення корисного насіння від домішок та інших відходів. Насіння, що потрапляє на очищення, спочатку проходить через решітний стан, а кількість зерен, що поступає в завантажувальний бункер, регулюється за допомогою спеціальної засувки. Після цього насіння направляється в канал головної повітряної сепарації, де потік всмоктувального повітря відокремлює від нього дрібні домішки та частинки, швидкість підйому яких контролюється. Легкі домішки, що відокремлюються під час цього процесу, відведені в осадові камери через коливальні заслінки в точках (С) та (D). Вихідне повітря, що містить лише пил, направляється в пилову осадову камеру або циклон через систему аспірації повітря цеху. Регулювання швидкості потоку повітря в каналах повітряної сепарації здійснюється безступінчасто двома регулюючими заслінками.

Сортоване насіння, очищене після проходження через решітний стан і канали повітряної сепарації, збирається в мішки в точці (F) збоку машини. Для цього перекиривний лист слід правильно встановити, щоб він забезпечував правильну роботу трієрної частини. У разі, якщо перекиривний лист перекириває вихід для виводу зерна в відведений жолоб, матеріал, що очищується, направляється в трієрну частину. У трієрних циліндрах здійснюється відбір за довжиною або за товщиною зерна, в залежності від встановлених параметрів.

Зерно, що б'ється та насіння круглого вигляду бур'янів, потрапляє в чарунки трієрного циліндра, який обертається з заданою частотою і видає їх через коливальний розвантажувальний лоток. Направляючі листи призначені для зміни напрямку руху насіння. Очищений матеріал, виходячи з трієрного циліндра, надходить до лопатевого колеса та транспортується в ящик для збору в мішки. У точці (G) насінневий матеріал виходить із машини як високоякісний посівний матеріал. Відходи з розвантажувального лотка циліндра також можна завантажити у мішки в точці (H).

2.2.2. Обґрунтування технологічних параметрів решіт.

Розраховуємо ширину підсівного решета:

$$B = \frac{Q}{q_B} \quad (2.3)$$

«Для підсівного решета приймаємо значення кутів: $\alpha=5^0$ та $\beta=15^0$. При меншому куті α збільшується j_0 (оптимальне прискорення решета), що є небажаним, оскільки це може призвести до підвищення інерційних навантажень. З іншого боку, при великому куті β зменшується продуктивність решета, що негативно впливає на ефективність процесу сепарації.

$$j_0 = 4.2 \sqrt{\frac{q_B}{\gamma}} \quad (2.4)$$

Питома продуктивність q_F для підсівного решета:

$$q_F = 1.9(0.95 - \varepsilon) \cdot (105 - \beta) \quad (2.5)$$

Довжина решета:

$$l = \frac{q_B}{q_F} = \frac{400}{24} \approx 16 \text{ м}, \quad (2.6)$$

Число його коливань:

$$n = \sqrt{\frac{90 j_0}{A}} = \sqrt{\frac{90 \cdot 19}{0.0085}} = 448 \text{ хв}^{-1} \quad (2.7) \gg [2]$$

						ПК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			22

«Амплітуда коливань решета

$$A = e \cdot k \quad (2.8)$$

де e - значення ексцентриситету для ексцентрика $e=0,0075$;

k -коефіцієнт коливання машини $k=1,1$.

$$A = 0.0075 \cdot 1.1 = 0.0085 \text{ м};$$

Ширина колосового решета прийнято рівною, як у підсівного $B=10\text{дм}$.

Питома продуктивність:

$$q_F = 60(a - 4.5) \text{ кг}/(\text{год} \cdot \text{дм}), \quad (2.10)$$

a - діаметра отворів решіт $a=5\text{мм}$;

$$q_F = 60(5,4 - 4.5) = 54 \text{ кг}/(\text{год} \cdot \text{дм})$$

«Довжину колосового решета знаходимо за формулою:

$$l = \frac{Q}{q_F \cdot B} = \frac{4000}{54 \cdot 10} = 7.4 \text{ дм} \quad (2.11)$$

Кут нахилу колосового решета до горизонту встановлюємо згідно рекомендацій» [5] $\alpha=5^0$, $\beta=15^0$.

Визначаємо потужність для роботи решітного стану

$$N_{\text{реш}} = \frac{G \cdot j_0}{460n}, \text{ кВт} \quad (2.12)$$

де G -вага решітного стану, з паспорту Petkus-Gigant K531A $G=20 \text{ кг}$.» [7]

						ПК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			23

2.2.3. Розрахунок системи аспірації

Для забезпечення взаємодії між повітряною та решітною частинами Petkus-Gigant K531A з розрахунком ширини каналу $B=1000$ мм досягається оптимальна сепарація та підвищена продуктивність обладнання. Додатково, урахування різноманітних факторів, таких як форма та розміри матеріалу, дозволяє точніше налаштувати параметри решітного блоку для оптимальної роботи в умовах конкретного виробництва. «Глибина каналу при традиційному (одношаровому) поданні матеріалу розраховується:

$$S = \frac{q_B + 1350 \cdot \eta - 1135}{22,7 - 27 \cdot \eta}, \quad (2.17)$$

де q_B – питома завантаження одиниці ширини каналу, кг/год·дм²;

$\eta=0,5 \dots 0,6$ -повнота виділення легких домішок для попереднього і первинного очищення.

Питома завантаження одиниці ширини каналу

$$q_B = Q/B \cdot i = 25000/10 \cdot 1 = 2500 \text{ кг/дм} \cdot \text{год}, \quad (2.18)$$

В нашому випадку завдяки вдосконаленню пневмосепараційного каналу Petkus-Gigant K531A приймаємо $S=130$ мм.

Витрати повітря в каналах» [11, 17]

$$V = 36 \cdot v \cdot B \cdot C \cdot i \quad (2.19)$$

де « $v=(0,7 \dots 0,8) \cdot v_{кр}$ »-швидкість повітря в каналах, м/с;

$v_{кр}$ -критична швидкість витання матеріалу, що обробляються.

$v_{кр} \approx 15$ м/с - для зернових культур.

повинна бути не меншою 60 %, при цьому втрати зерна не повинні перевищувати 0,2 %; повнота розділення при первинній очистці має бути більшою 70 % з втратами повноцінного зерна не більше 0,5 %; при вторинній очистці повнота розділення не менше 80 %, з втратами не більше 3,0 % » [17].

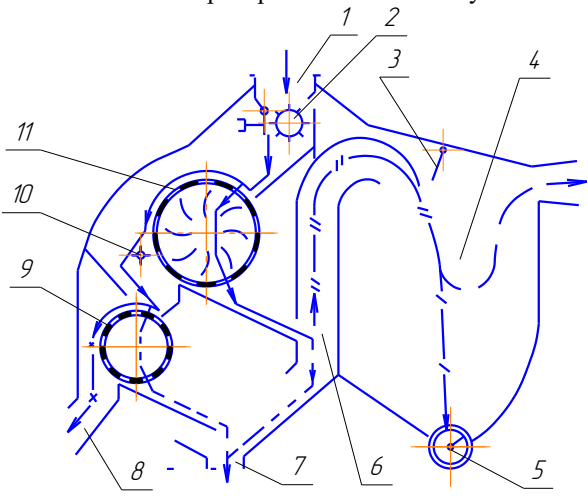
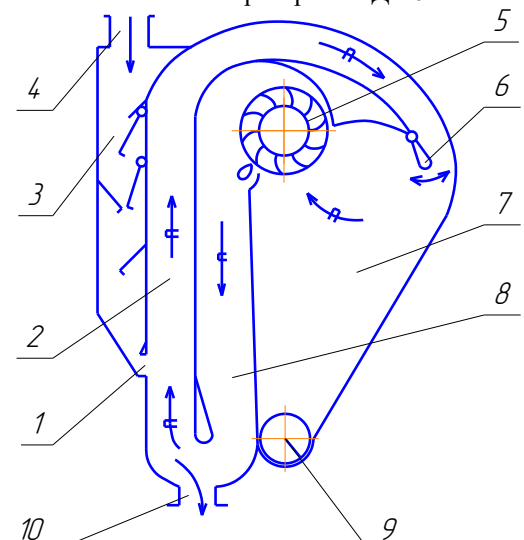
«Найбільш поширеними ЗОСМ на вітчизняних сільськогосподарських підприємствах є повітряно-решітні машини: ЗД-10.000, МПО-50, ОВС-25 – для попереднього очищення; ЗАВ-10.30.000, ЗВС-20А, МЗП-50-1 – для первинного очищення; СМ-4, СВУ-5А, МВО-20 – для вторинного очищення» [13]. «У більшості з цих машин застосовується традиційна схема очищення, у якій поєднуються плоскі коливальні решета та вертикальні пневмосепаруючі канали. Крім цього, широкого застосування набули пневматичні машини: відцентрово-пневматичний сепаратор ЗАВ-40.02.000, сепаратор пневматичний СП-5, пневмосепаратор А1-БДЗ та ін.» [1, 6, 7, 96].

У таблиці 3.1 зібрані основні типи повітряних систем для зерноочисних машин (ЗОСМ), де також зазначені їхні переваги, недоліки та відповідні аналоги.

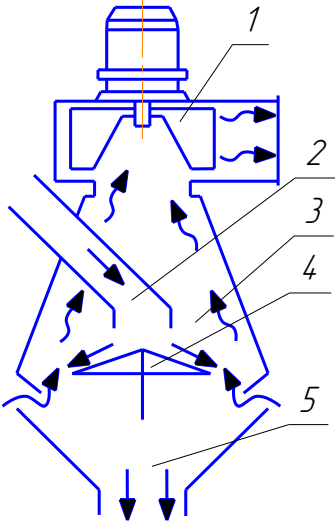
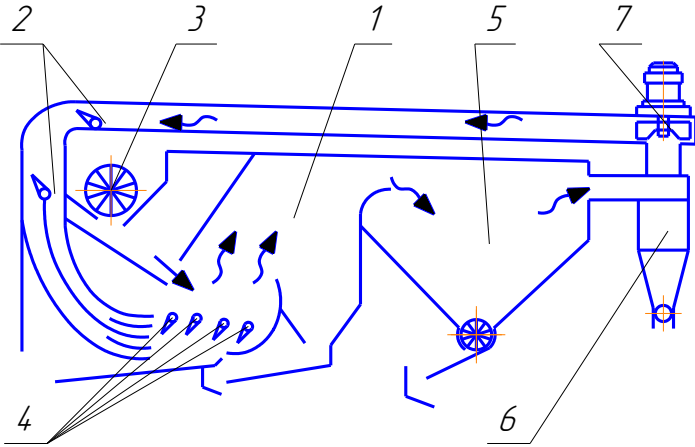
					ПК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		28

Пневмосистеми ЗОСМ [1]

Функціональна схема повітряної системи	Основні переваги та недоліки	Аналогічні схеми
1	2	3
<p>«ОБС-25»</p> <p>1 – приймальна камера; 2 – ПНЕВМОКАНАЛИ; 3 – повітропровід; 4 – регулювальна заслінка; 5 – вентилятор; 6 – осадова камера; 7 – пиловловлювач.</p> <p>➔ - Чисте повітря ➔ - Зерновий матеріал ➔ - Повітряний потік з домішками ➔ - Легкі домішки ➔ - Повітряний потік з пилом</p>	<p>Переваги:</p> <p>Два ПНЕВМОКАНАЛИ обробляють матеріал одночасно, що збільшує ефективність пневмосистеми.</p> <p>Недоліки:</p> <p>Складно налаштувати пневмосистему, оскільки підвищення опору в одному ПНЕВМОКАНАЛИ різко збільшує швидкість у другому; Продуктивність пневмосистеми значно падає при обробці вологої або забрудненої зернової маси.</p>	<p>ЗМП-50» [64]; К-527А10 «Petkus» (Німеччина) [17]; SM-120 «Camas», С800D «Ab Line Machiner» (Швеція)[10]; Hance 100, Hance 36 «I.W. Hance Manufacturing Ci» [40], Clipper Super X297D, Super X29-X «A.T. Ferrell and Co» (США) [12 1, 155]</p>
<p>К-560 «Petkus»</p> <p>1 – живильник; 2 – ПНЕВМОКАНАЛИ; 3 – напрямник повітряного потоку; 4 – приймач очищеного зерна; 5 – приймач пошкодженого зерна; 6 – приймач фуражного зерна; 7 – вентилятор; 8 – приймач дрібних домішок.</p> <p>● - Повноцінне зерно ● - Легкі домішки ● - Частково пошкоджене зерно ● - Фуражна фракція ➔ - Повітряний потік</p>	<p>Переваги:</p> <p>інтенсивне подання матеріалу в ПНЕВМОКАНАЛИ; нижня частина каналу забезпечує дворазове продування матеріалу; машина працює із замкнутою схемою циркуляції повітряного потоку.</p> <p>Недоліки:</p> <p>складність переналагодження для очищення різних культур; висока енергоємність та металомісткість при низькій ефективності розділення (50%).</p>	<p>Модифікації машин фірми «Petkus» К-523 – додатково встановлені стержні для розривлення матеріалу в зоні введення» [1 7, 51]</p>

1	2	3
<p style="text-align: center;">«Скальператор 34x60 «Carter Day»</p>  <p> —> - Зерновий матеріал x—> - Крупні домішки #> - Повітря з легкими домішками +> - Легкі домішки -> - Очищене повітря </p> <p>1 – завантажувальний бункер; 2 – живильний валець; 3 – регулятор витрат повітря; 4 – осадова камера; 5 – шнек легких відходів; 6 – ПНЕВМОКАНАЛИ; 7 – приймач очищеного зерна; 8 – приймач крупних домішок; 9, 10 – бітер; 11 – циліндричні решета.</p>	<p>Переваги: перед обробкою повітряним потоком матеріал очищається від крупних домішок за допомогою циліндричних решіт; завдяки живильному валу матеріал рівномірніше надходить на очистку.</p> <p>Недоліки: значне запилення робочої зони; обмежена продуктивність через необхідність руху зерна по циліндричному решету в один шар; складність регулювання як продуктивності, так і ефективності очищення.</p>	<p>Скальператори різних фірм «Carter» (США) [154], «Shule» (Німеччина), «AB Linde Maskiner» (Швеція), «Heid» (Австрія), «Cimbria» (Данія), «Cheros» (Чехія) і ін.» [152].</p>
<p style="text-align: center;">Пневмосепаратор А1-БДЗ-6</p>  <p> —> - Зерновий матеріал #> - Повітряний потік </p> <p>«1 – пристрій введення зерна; 2 – ПНЕВМОКАНАЛИ; 3 – прий-мально-розподільчий пристрій; 4 – приймальний патрубок; 5 – вентилятор; 6 – дросельна заслінка; 7 – осадова камера; 8 – повітропідвідний канал; 9, 10 – пристрої виведення відходів та чистого зерна.</p>	<p>Основні переваги цієї системи включають використання спеціального повітряного потоку та діаметрального вентилятора, що сприяють оптимальному очищенню матеріалу. Додатковими перевагами є двоступове продування матеріалу в зоні введення та в нижній частині каналу. Технологія відзначається значною ефективністю: металоємність зменшується в 1,3–1,6 разів, а енергоємність – удвічі в порівнянні з традиційними пневмосепараторами. Однак серед недоліків слід зазначити, що пристрій для введення зернового матеріалу не забезпечує рівномірної подачі матеріалу, що може впливати на загальну ефективність системи.</p>	<p>пневмосепаратори фірм «Carter» (США) [17], «Simon» (Англія)» [17] та ін.</p>

1	2	3
<p style="text-align: center;">МПО-50 (СПО-50)</p>  <p> → - Зерновий матеріал - - - - - Повітряний потік - - - - - Повітря з легкими домішками - - - - - Легкі домішки </p> <p> «1, 14 – підпружинені клапани; 2 – нагнітальний канал; 3 – ПНЕВМОКАНАЛИ; 4 – скатні дошки; 5 – підбивач; 6 – соломоприжими; 7 – сітчатий транспортер; 8 – шнек завантажувальний; 9 – клапан; 10 – діа-метральний вентилятор; 11 – дросельна заслінка; 12 – осадова камера; 13 – шнек легких домішок. </p>	<p>«Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> - зерновий матеріал перед потраплянням в ПНЕВМОКАНАЛИ очищається від крупних домішок; - матеріал в ПНЕВМОКАНАЛИ вводитьься по скатних дошках на двох рівнях; - конструкція нижньої частини ПНЕВМОКАНАЛИ забезпечує дворазове продування матеріалу; - замкнена схема циркуляції повітряного потоку. <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - невисокий ефект очищення, особливо підвищеної вологості і засміченості через обмежені можливості застосування властивостей повітряного потоку. 	<p>МПО-50Ф, МПО - 100» [30, 116].</p>

1	2	3
<p>Турбінний сепаратор SP-68 «Dauet» (Франція)</p>  <p> 1 – вентилятор; 2 – живильник; 3 – ПНЕВМОКАНАЛИ; 4 – розподільчий конус; 5 – приймальник очищеного зерна. </p> <p> ➔ - Зерновий матеріал ~➔ - Повітряний потік </p>	<p>«Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> - найбільш сприятливі умови введення матеріалу (від центру до периферії), що покращує умови очистки; - висока продуктивність при низькій встановленій потужності. <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - незручна компоновка з решітними сепараторами. 	<p>DA-67 «Dauet» (Франція), та турбінні сепаратори фірм «Ogrim» (Італія), «Forsberg» (США), «Damos» (Данія) [15 5, 156].</p>
<p>АКН-200 «Harle» (Німеччина)</p>  <p> 1 – пневмосепаруюча камера; 2 – дросельні заслінки; 3 – живильний валець; 4 – лопатки; 5 – осадова камера; 6 – циклон; 7 – відцентровий вентилятор </p> <p> ➔ - Зерновий матеріал ~➔ - Повітряний потік </p>	<p>«Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> - застосовується фракційна схема технологічного процесу очистки; - направляючі лопатки створюють додаткове розрихлення матеріалу в зоні пневмосепарації. <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - висока метало- та енергоємність повітряної частини машини; - характерне забивання лопаток в пневмосепаруючій камері соломистими домішками. 	<p>Сепаратори фірм: «МСК Maschinenbau» (Німеччина); «Cimbria» (Данія); «Kamas» (Швеція) та ін.» [68, 152].</p>

У практичному застосуванні найпоширенішим методом для вихідного та першинного очищення зерна є повітряно-решітні сепаратори. Однак ефективність таких машин обмежується повітряною компонентою, що призводить до низької продуктивності пневмосепарації. «Найбільшого поширення в сучасних ЗОСМ

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

загального призначення одержала схема очищення зернового матеріалу, в якій пневмосепарація здійснюється перед решітною очисткою» [56]. Також відомі технологічні методи очищення зерна, де пневматичні класифікатори розташовані після ситових систем. В агрегатах різних типів, наприклад, у компактних машин СААТ 6 від австрійської компанії «Haid», а також у системах передочищення, які використовують сита з великими отворами, як, наприклад, у машин від американського виробника «Karter». Також існують технологічні схеми дворазового очищення зерна повітрям – перед ситом та після нього, як у моделях Petkus-Gigant K531A від німецької фірми «Petkus» або у СВУ-5.

«Класифікацію повітряних систем ЗОСМ наведено на рис. 3.5» [1].

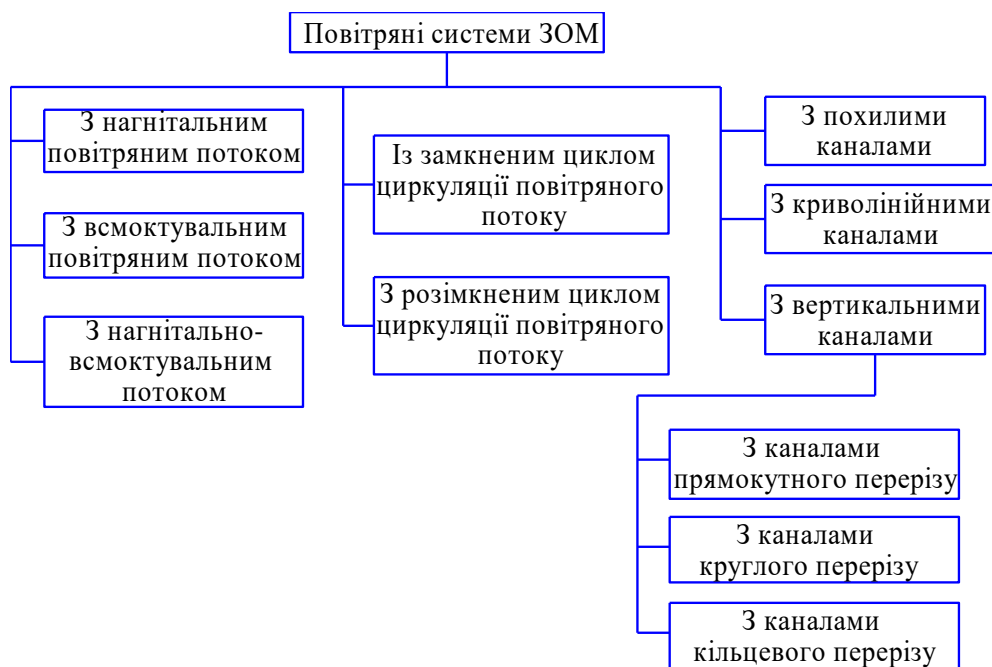


Рис. 3.5. Класифікація систем очищення зерна повітрям (ЗОСМ) може бути проведена залежно від різноманітних технічних рішень та застосування відповідних технологій. Серед них можна виділити такі основні типи: ЗОСМ з одноразовим просуванням повітря через сита:

Ця система використовується у багатьох моделях машин для першого чи попереднього очищення зерна. Вона передбачає просування повітря через сітки з різними розмірами отворів для видалення великих частинок і забруднень. «ЗОСМ з дворазовим просуванням повітря через сита: Цей тип системи включає дві фази

очищення зерна повітрям. Перша фаза відбувається перед сітками, а друга - після них. Це дозволяє покращити якість очищення шляхом подальшого виділення забруднень. ЗОСМ з послідовним використанням пневматичних класифікаторів: В цих системах пневматичні класифікатори використовуються після ситових систем для розділення зернових за вагою та формою, що дозволяє ефективніше видалити легкі частинки і дрібні домішки. ЗОСМ з розширеним приміщенням для повітряного просування: Ці системи мають розширені камери, які сприяють більш ефективному контролю та очищенню зерна завдяки збільшеному обсягу просування повітря. Кожен з цих типів має свої переваги та застосування в різних умовах та типах оброблюваного зерна. Більшість ЗОСМ мають розімкнену повітряну систему. В системах із замкненим циклом повітряного потоку в машині циркулює один і той-же об'єм повітря, що покращує умови експлуатації машин в закритих приміщеннях і знижує витрати енергії» [38]. «Теоретичні і експериментальні дослідження Г.Ф. Костюка [70], Г.А. Гриднєвой [38], С. Н. Пятякіной [105], Н.П. Сичугова [130], В.Є. Саїтова» [125] Дослідження показують, що використання пневмосепараторів із замкненим циклом роботи повітряного потоку має численні переваги порівняно з розімкненими типами цих машин. Ці переваги включають: обмежене проникнення запиленого повітря в атмосферу робочої зони завдяки обмеженому повітрообміну між пневмосепаратором і приміщенням; зменшення енергоспоживання для створення та подачі необхідного повітряного потоку; компактне розташування робочих органів і зменшення розмірів машин завдяки оптимізації роботи осадкових пристроїв. Для покращення ефективності роботи зерночисних машин, яка залишається низькою, часто в конструкціях використовують кілька пневмосистем, що дозволяє підвищити ефективність очищення повітряним потоком, але суттєво збільшує енергоспоживання процесу. Технічні та економічні характеристики повітряно-решітних та повітряних сепараторів представлені в таблиці 3.2. З таблиці 3.2 випливає, що деякі машини не досягають необхідної повноти розділення, що важливо для агротехнічних вимог. Крім того, енергоспоживання та металоємність

						<i>ПК 00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			34

дослідженнях такого способу введення зерна встановлено, що при $q = 2...4$ кг/(с·м) відстань між введеними зерновими потоками має суттєвий вплив на якість очистки. Так, при глибині каналу $C = 0,13$ м і питомому навантаженні $q = 4$ кг/(с·м) при збільшенні h до $2C$ ефект очищення зерна підвищується на 12,5 %.» [2, 47, 122]

«Оскільки в пневмоканали зерновий матеріал вводиться з певною товщиною h_3 , яка в поєднанні з концентрацією зернової суміші створює опір повітряному потокові, то увесь процес повітряної сепарації похилим потоком за аналогією з вертикальним» [45, 53] можна поділити на дві фази:

- «перша – шар зернової суміші рухається під дією похилого повітряного потоку, в той час як повітря намагається його продути і розшарувати (відфільтрувати);

- друга – фаза безпосередньої сепарації, коли відстань l між частинками в потоці перевищує п'ятикратний розмір самих частин» [77], що сприяє їх вільному продуванню і виносу.

«Для цих двох фаз сепарації похилим повітряним потоком в залежності від середньої швидкості V_{cp} повітряного потоку, змінюється висота h_3 , концентрація m (відношення ваги зерна до всього об'єму зерноповітряної суміші) і перепад тиску ΔP зернового шару. Опір зернового шару, що відповідає першій фазі має лінійну залежність із швидкістю повітряного потоку і виходячи з рівняння Дарсі» [53]

$$\Delta P_I = \frac{V_{cp} \cdot \mu \cdot h_3}{k}, \quad (3.3)$$

«де: μ – в'язкість потоку, кг/с/м;

k – проникність зернового шару (має розмір квадрату довжини)

						ПК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			41

Під час другої фази перепад тиску визначається з рівняння Дарсі-Вейсбаха» [45, 84] тоді

$$\Delta P_{II} = \lambda \cdot \frac{h_3}{R_r} \cdot \frac{\rho \cdot V_{cp}^2}{2} = \frac{G}{S} = const, \quad (3.4)$$

«де λ – коефіцієнт гідравлічного опору;

R_r – гідравлічний радіус, м;

ρ_{II} – густина повітря, кг/м³;

G – маса зернового шару, кг;

S – площа перерізу каналу, м².

Коефіцієнт аеродинамічного опору в інженерних розрахунках можна визначити за емпіричною формулою А.Д. Альтшуля» [111]

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{K_e}{d_e} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (3.5)$$

де K_e – абсолютна еквівалентна шорсткість поверхні пневмоканалів (для пневмоканалів з листової

сталі приймають $K_e = 0,0001 \dots 0,00015$;

d_e – еквівалентний діаметр пневмоканалів, м;

Re - число Рейнольдса $Re = \frac{V_{cp} \cdot d_e}{\nu}$;

ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості, м²/с.

«З врахуванням цього перепад тиску, що відповідає другій фазі процесу можна записати так

$$\Delta P_{II} = 0,11 \left(\frac{K_e}{d} + \frac{68 \cdot \nu}{V_{cp} \cdot d_e} \right)^{0,25} \cdot \frac{h_3}{R_{\Gamma}} \cdot \frac{\rho_{II} \cdot V_{cp}^2}{2}. \quad (3.6)$$

Тоді загальний перепад тиску по перерізу похилого пневмоканали напряду залежить від того, в якій частині пневмоканали відбувається фаза фільтрації, в якій фаза сепарації. Під впливом компонентів зернової суміші та зміною опору повітряного потоку, особливо в зоні введення, і відбувається перерозподіл швидкостей. Теоретично одержати залежності перепаду тиску по площі перерізу каналу та закономірності зміни швидкостей неможливо, дослідження цих факторів можливе експериментальним шляхом.

Згідно рівняння Бернуллі» [3, 90]

$$P_n = P_{cm} + P_{\partial} = const. \quad (3.7)$$

Після зіткнення потоку повітря з зерною сумішшю відбуваються значні зміни у величинах статичного та динамічного тиску. Статичний тиск зростає залежно від опору зернового потоку, а динамічний - в областях з найменшою концентрацією зернових матеріалів, діючи лише в напрямку потоку повітря. Величина динамічного тиску залежить від швидкості потоку.

$$P_{\partial} = \frac{\rho \cdot V_{cp}^2}{2}. \quad (3.8)$$

Таким чином, коли зерновий матеріал вводиться в канал, у зоні його введення виникає перешкода для повітряного потоку, що призводить до значного збільшення статичного тиску, що майже дорівнює повному тиску, тоді як динамічний тиск наближається до мінімуму. «Потім матеріал створюється простір повітряному потоку, при цьому, в цій зоні збільшується

кута введення зерна в пневмоканали до 0° і далі, в область від'ємних значень сприяє розділенню частинок в обмеженому по розмірам пневмоканалі» [36].

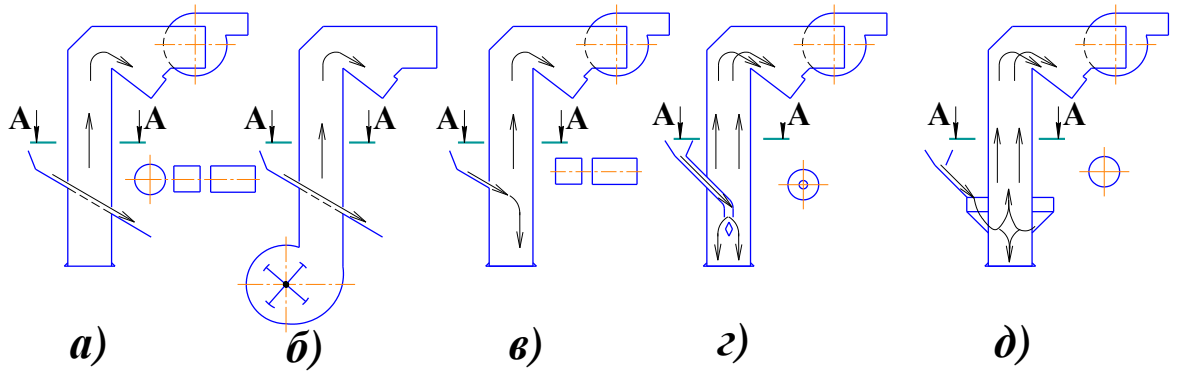


Рис. 3.7. «Схеми пневмоканалі з різними формами перерізу і різними способами введення матеріалу [1]:

a) і б) – круглий, квадратний і прямокутний переріз; *в)* – квадратний і прямокутний переріз; *з)* – кільцевий переріз; *д)* – круглий переріз.» [17, 88]

Отримання оптимальної ефективності каналу напряму залежить від його конструктивної форми. У сучасних ЗОСМ найбільш поширеними є вертикальні повітряні канали з прямокутним поперечним перерізом. Незважаючи на відомі недоліки, такі канали відрізняються простотою конструкції, легкістю виготовлення і зручністю в компонуванні з решітними робочими органами ЗОСМ. Дослідження показали, що вони забезпечують задовільний ефект сепарації при менших енерговитратах порівняно з іншими типами каналів [17, 88]. Це підтверджує необхідність подальших досліджень і вдосконалення конструкції з метою підвищення загальної технологічної ефективності.

Один із найважливіших конструктивних параметрів, який суттєво впливає на продуктивність комп'ютера, це глибина і висота каналу, а також відстань від його верхнього і нижнього країв до зони введення матеріалу (див. рис. 3.8).

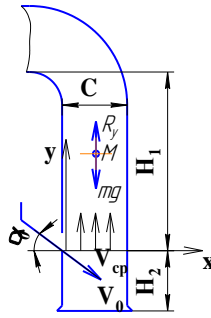


Рис. 3.8. «Схема пневматичного каналу» [1]

«Встановлено, що із збільшенням глибини каналу C до певного значення ефект очистки ε зростає, а потім знижується. Величина раціонального значення C , для якого ефект досягає максимального значення, насамперед залежить від навантаження q_B » [12, 52] рис. 3.9. Ця закономірність пояснюється збільшенням тривалості взаємодії повітряного потоку з зерною сумішшю, що сприяє кращим умовам для видалення легких домішок і захоплення частин повного зерна потоком повітря. Для забезпечення необхідної чіткості сепарації при збільшенні глибини каналу середню швидкість повітряного потоку зменшують, що призводить до зниження ефективності очищення.

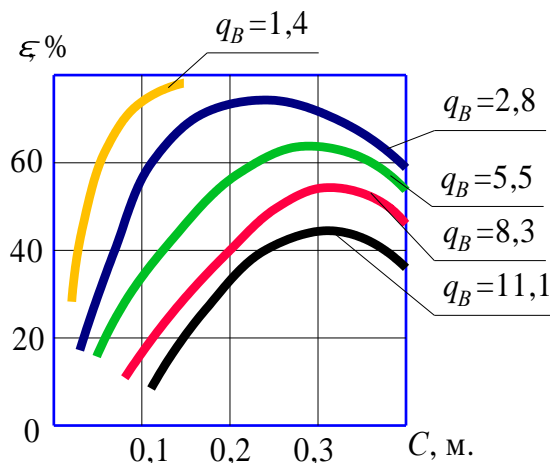


Рис. 3.9. «Залежність ефекту очистки ε від глибини C пневмоканали при різних питомих навантаженнях q_B , кг/с·м, при $H_1 = 0,8$ м, початковій швидкості зернової суміші $V_0 = 0,3$ м/с і куті введення суміші в канал $\alpha = 35^\circ$ та чіткості сепарації $z = 2\%$ » [1]

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

«Так, в роботі В.Е. Саїтова [25] складено математичну модель розділення відходів повітряним потоком в осадовій камері. Ним одержані параметричні рівняння траєкторії руху частин (рис. 3.9), які дозволяють спрогнозувати політ частин зернового матеріалу в осадовій камері залежно від коефіцієнту парусності» [1].

$$\begin{cases} x(t) = V_0 \sin \alpha \cdot t + k_{II} \cdot \sqrt{V_0^2 - 2V_0 \cdot V_b \sin(\alpha + \beta) + V_b^2} (V_b \cos \beta - V_0 \sin \alpha) \frac{t^2}{2} \\ y(t) = V_0 \cos \alpha \cdot t + \left[g + k_{II} \cdot \sqrt{V_0^2 - 2V_0 \cdot V_b \sin(\alpha + \beta) + V_b^2} (V_b \sin \beta - V_0 \cos \alpha) \frac{t}{2} \right] \end{cases} \quad (2.9)$$

«де V_0 – початкова швидкість подачі частинки в боковий повітряний потік, м/с;

V_b – швидкість бокового повітряного потоку, м/с;

α – кут між віссю y і напрямком швидкості потрапляння частинки в боковий повітряний потік, град;

β – кут між віссю x і напрямком швидкості бокового повітряного потоку, град;

k_{II} – коефіцієнт парусності частинки, m^{-1} .

Дослідження А.С. Матвеева» [87, 89], «А.Г. Демського [44], А.Я. Маліса [83, 84], В.Л. Злочевського [55] та ін. присвячені встановленню закономірностей впливу аеродинамічних факторів на ефективність пневмосепарації. Дослідженнями А.Я. Маліса встановлено [83], що збільшення середньої швидкості повітряного потоку підвищує ефект сепарації, та її збільшення доцільне в незначних межах. Збільшення швидкості за граничне значення переводить зернову суміш в зоні сепарації в стан «кипіння», погіршуючи умови виділення домішок та збільшуючи винос повноцінного зерна в відходи» [44, 83].

На «рис 3.10 приведені залежності ефекту очистки ε та чіткості сепарації зерна пшениці z від середньої швидкості повітряного потоку, отримані відповідно А.Я. Малісом (ε_1, z_1) та А.Г. Демським (ε_2, z_2)» [44, 83].

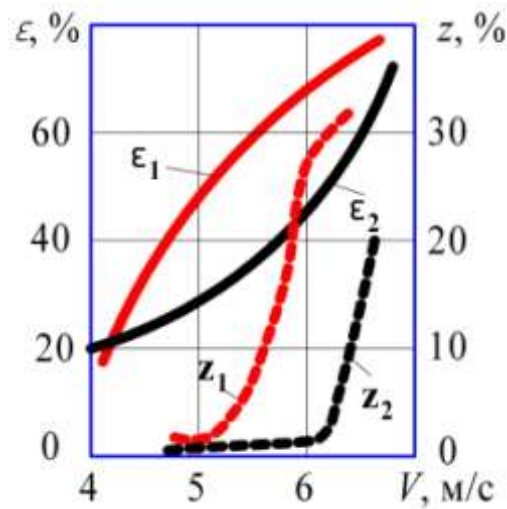


Рис. 3.10. «Залежність ефекту очистки ε та чіткості сепарації z , від середньої швидкості повітряного потоку V , м/с

Із графіка 3.10 видно, що використання в процесі повітряної сепарації режимів з підвищеними швидкостями повітряного потоку сприяє збільшенню втрат повноцінного зерна у відходи, хоч і підвищує загальну ефективність розділення. Тому вибір середньої швидкості повітряного потоку в кожному конкретному випадку повинен базуватися на умовах забезпечення заданого ефекту очистки з мінімальними втратами повноцінного зерна» [1].

«Чисельно ступінь рівномірності повітряного потоку прийнято оцінювати за коефіцієнтом варіації Φ :

$$\Phi = \frac{\sigma}{V_{cp}} \cdot 100\%, \quad (3.10)$$

де σ – середнє квадратичне відхилення швидкостей в окремих точках від середньої швидкості повітряного потоку, м/с.

На рівномірність повітряного потоку впливають ряд факторів» [3, 12] На основі графіка (див. рис. 3.8) видно, що зі збільшенням останнього відбувається різке зменшення швидкості близько до внутрішньої та зовнішньої стінки каналу. У той же час у центральній частині каналу швидкості зростають, що пояснюється виникненням додаткового опору для повітряного потоку в областях введення та виведення матеріалу.

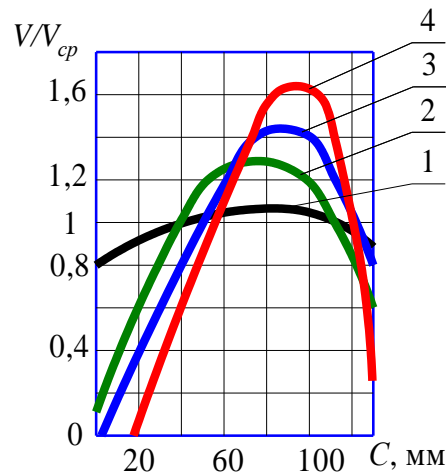


Рис. 3.11. «Поле швидкостей повітряного потоку в пневмоканалі при різному зерновому навантаженні: 1 – $q_B = 0$ кг/см·год;

2 – $q_B = 50$ кг/см·год; 3 – $q_B = 100$ кг/см·год; 4 – $q_B = 200$ кг/см·год

В результаті проведення швидкісної зйомки ПСП» [44] встановлено, «що в зонах зменшення швидкісного поля спостерігається погіршення виділення легких домішок, що призводить до зниження ефекту очистки.

Проведені дослідження» [17, 23, 62, 66, 91, 94] підтверджують, «що одним із найбільш впливових факторів на ефективність ПСП є питома зернове навантаження. А.Б. Демський» [44] на основі «експериментальних даних побудував модель пневмосепарації вертикального пневмоканалі з врахуванням п'яти основних факторів: питомого навантаження, швидкості повітряного потоку, кута введення зернового матеріалу в пневмоканалі, швидкості витання та глибини каналу. При аналізі коефіцієнтів регресії

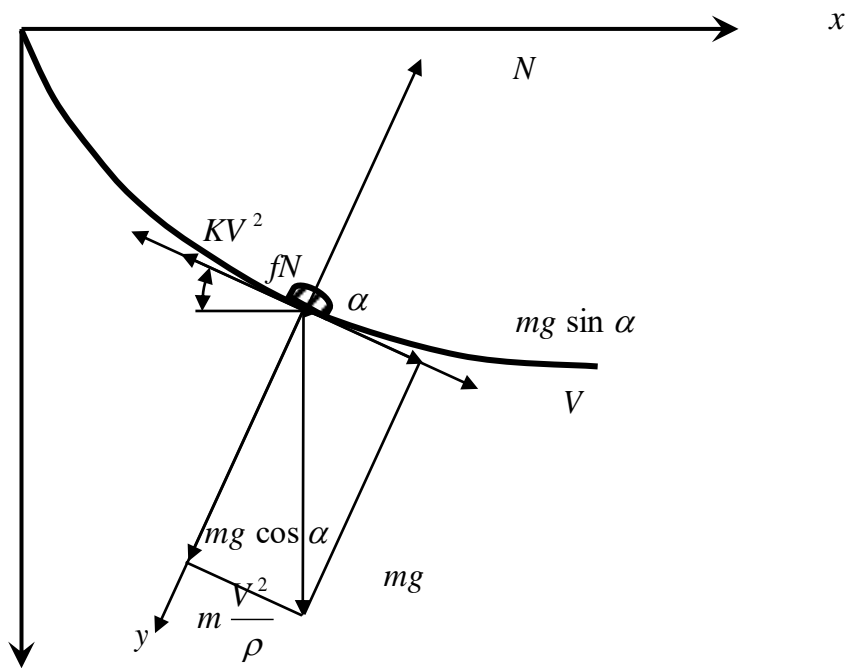


Рис. 3.12. Розрахункова схема

«описує рівняння:

$$\frac{dV}{dt} = g (\sin \alpha + f \cos \alpha) - f \frac{V^2}{\rho} - k_0 V^2, \quad (3.1)$$

де V - швидкість руху частинки, окремої зернини;

g - прискорення вільного падіння;

f - коефіцієнт тертя зернини та поверхні живильного пристрою;

k_0 - парусність зернини;

ρ - радіус кривизни;

α - кут між напрямом вектора швидкості та віссю OX;

t - час протікання процесу» [3].

«Враховуючи, що

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

$$\cos \alpha = \frac{dx}{ds}; \sin \alpha = \frac{dy}{ds}; \rho = \frac{ds}{d\alpha}; d\alpha = y'' \frac{ds}{1+y'^2}, (3.2)$$

рівняння (3.1) прийме вигляд» [3]:

$$\frac{dV}{dt} + P(x)V = Q(x)V^{-1}, (3.3)$$

-

«де $P(x)$ та $Q(x)$ функції що визначаються:

$$P(x) = \frac{-f y'' + k_0 \sqrt{(1+y'^2)^3}}{1+y'^2}; (3.4)$$

-

$$Q(x) = g (y' - f); (3.5)$$

-

$y = y(x)$ - функція, якою визначено траєкторію руху, при цьому зауважимо, що наявна підтримуюча крива тобто виконується умова:

$$N = mg \cos \alpha - m \frac{V^2}{\rho} \geq 0. (3.6)$$

-

Розв'язок рівняння (3) визначає функціональну залежність швидкості руху зернини від координати x та має вигляд» [3]:

$$V(x) = \sqrt{e^{-2\int P(x)dx} \left(C + 2 \int Q(x) e^{2\int P(x)dx} dx \right)}, (3.7)$$

-

умов в загальному випадку розв'язок можливий при $i \geq 2$. Розглянемо найпростіший випадок, прийнявши $i = 2$, та шукає рівняння підтримуючої гравітаційної кривої у вигляді:

$$y(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2. \quad (3.10)$$

Враховуючи що $y'(0) = a_1 = \operatorname{tg} \alpha_0$ тобто $a_1 = \operatorname{tg} 60^\circ = 1.73205$.

Прийmemo, що $a_0 = 0$ оскільки даний коефіцієнт не впливає на форму кривої (до функцій $P(x)$ та $Q(x)$ входять лише похідні функції $y(x)$ в яких відсутній коефіцієнт a_0 , а отже він відсутній і в рівнянні (3.3)).

Знаходження коефіцієнта a_2 при виконанні умови (3.8) під час підстановки всіх знайдених значень в (3.7) в аналітичному вигляді ускладнене. Тож для його знаходження скористуємося наближеним методом розв'язку рівняння (3.3) - методом Рунге-Кутта для задачі Коші з початковою умовою $V_0 = 0,5 \text{ м/с}$ при виконанні умови (3.8). Скориставшись вбудованими можливостями MathCAD розраховали значення a_2 , що складає $a_2 = -3,42643$.

За даних умов довільна постійна $C = -42,61033$.

Таким чином маємо:

- рівняння підтримуючої гравітаційної кривої:

$$y(x) = 1,73205 x - 3,42643 x^2 \quad (3.11)$$

- функціональну залежність швидкості руху зернини від координати x [3]:

$$V(x) = \sqrt{e^{-2\int P(x)dx} \left(-42,61033 + 2 \int Q(x) e^{2\int P(x)dx} dx \right)}, \quad (3.12)$$

«де $P(x)$ та $Q(x)$ функції що визначаються:

						ПК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			57

$$P(x) = \frac{-2 f a_2 + k_0 \sqrt{(1 + (a_1 + 2 a_2 x)^2)^3}}{1 + (a_1 + 2 a_2 x)^2}; \quad (3.13)$$

$$Q(x) = g ((a_1 + 2 a_2 x) - f). \quad (3.14)$$

Для умов, що розглядались, графіки $y(x)$ та $V(x)$ представлено на рис. 3.13.

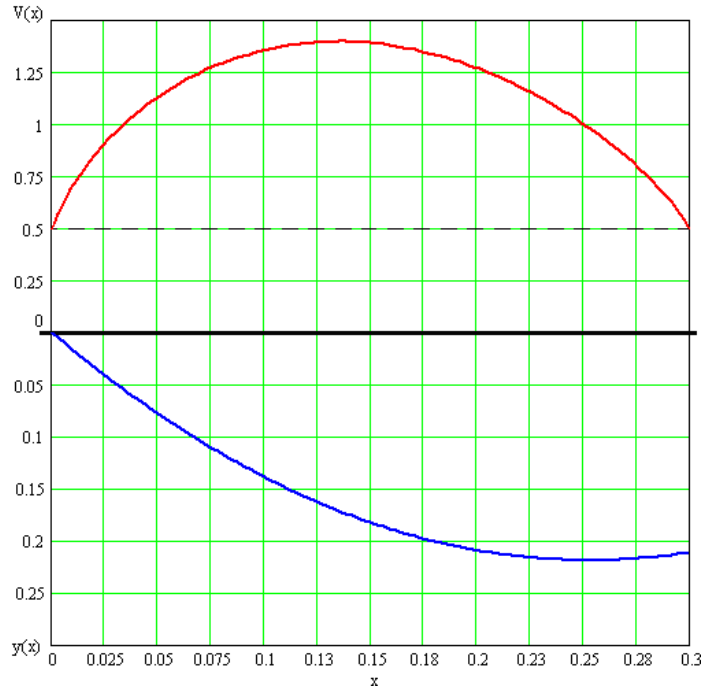


Рис. 3.13. Побудовані за допомогою пневмоканали, зведені графіки підтримуючої гравітаційної кривої $y(x)$ та швидкості $V(x)$ в залежності від x (при $f = 0,42$, $k_0 = 0,15$, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, $\alpha_0 = 60^\circ$, $0 \text{ м} \leq x \leq 0,3 \text{ м}$, $V(x = 0) = V(x = 0,3 \text{ м}) = 0,5 \text{ м/с}$).

Розрахунки підтримуючої гравітаційної кривої $y(x)$ та швидкості $V(x)$ в залежності від x були переведена на пневмоканали. Одержано графічне зображення форми напрямної поверхні живильного пристрою, рис. 3.13. Проведені теоретичні дослідження визначили методику розрахунку параметрів підтримуючих гравітаційних кривих руху частинок, що можуть виникати в аналогічних задачах за інших відмінних умов або до визначення» [5].

Пожежні ризики включають попадання іскор у сухі насіння, пил та інші горючі матеріали, а також коротке замикання. Вимоги ДБН В.2.5-26:2006 "Будівлі і споруди. Правила пожежної безпеки" встановлюють стандарти щодо пожежної безпеки у промислових приміщеннях та закладах.

Мікроклімат значно впливає на працездатність та увагу людини. Висока температура може призводити до перегріву та загальної слабкості, що знижує продуктивність на 10-15%. Відносна вологість повітря 70-90% також ускладнює працю та знижує продуктивність на третину. Вимоги ДСТУ EN ISO 7730:2006 "Людина і середовище робоче. Аналіз та оцінка теплових умов шляхом визначення індексів комфорту теплового середовища" встановлюють методи оцінки та забезпечення комфортних теплових умов у робочих приміщеннях.

Виробничий шум може негативно впливати на органи слуху та нервову систему, що знижує продуктивність на 5-12% та підвищує ризик виробничого травматизму. Вимоги ДСТУ ISO 9612:2013 "Акустичні умови роботи. Визначення шуму за виробничими та соціальними факторами, пов'язаними з виробництвом" встановлюють методи вимірювання та аналізу шумового середовища на робочих місцях та необхідність дотримання нормативів щодо шуму.

Психофізіологічні аспекти:

Стомлюваність та зниження працездатності протягом зміни є частою проблемою. Робота на підприємстві відповідає II категорії – середньої тяжкості згідно з СН-245-71.

					ПК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		60

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Під час модернізації очисної машини для досягнення продуктивності на рівні 2 тонни на годину при збереженні якості процесу сепарації за довжиною на трієрах, був встановлений варіатор на механізм приводу трієрного блоку. Це дозволяє змінювати обороти механізму та скорочувати час на переналагодження машини під інші культури на 15 хвилин. Під час експлуатації виявлено, що підшипники механізму приводу решіт вимагають змащення кожні 2400 годин при номінальному навантаженні очисної машини. Для вирішення цього питання рекомендується встановити закриті шарикові підшипники типу 60000 за ГОСТ 8338-85, що мають покращений строк служби до 480000 годин.

Аналізуючи результати розрахунків, можна визначити значний позитивний економічний вплив як для виробників, так і для споживачів модернізованих машин. Це підтверджує ефективність конструкторських розробок, що були виконані в рамках дипломного проекту. Висновок зроблений на підставі ретельного аналізу та експертної оцінки переваг нововведень. Рекомендується активно впроваджувати ці розробки в виробництво з метою підвищення ефективності та конкурентоспроможності у ринкових умовах.

Повний розрахунок наведено у додатку А» [67]

					ПК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		61

Вісник ХНУСГ. – Харків. – 2008. – Вип. 75, т.1. – С. 59-65.
Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск №5
(104)

7. Абдуєв М.М. Обґрунтування параметрів сепаратора з нахиленим повітряним каналом для розділення зернових сумішей [Текст] / М.М. Абдуєв // Автореф. дис...канд.техн.наук. – Харків, 2007. – 21 с. 8. Розробити техніко-технологічні основи вдосконалення сепарації зерна і насіння за комплексом фізико-механічних властивостей. [Текст] Звіт про НДР: У 2 т. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2008. – 156 с.
8. Котов Б.І. Результати експериментальних досліджень пневмосепарації зерна у пневмовідцентровому сепараторі з удосконаленим експериментальним диском [Текст] / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, В.О. Швидя // Зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету – Вип. 23. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – С. 250 – 257.
9. Степаненко С.П. Математическая модель движения зерна в коническом аспирационном канале [Текст] / С.П. Степаненко, В.О. Швидя // Механізація та електрифікація сільського господарства: [Загальнодержавний збірник]. – 2015. – Вип.2(101). / [ННЦ «ІМЕСГ»]. – Глеваха, 2015. – С.108-115.
- 10.Петренко Н.Н. Анализ процесса сепарации зерна на решете в среде пульсирующего воздушного потока [Текст] / Н.Н. Петренко, И.В. Марченко, К.Н. Марченко // Конструювання, виробництво та експлуатація с-г машин. Кіровоград. – 2003. – Вип.33. – С.141-149
11. Дударев І.М., Ольховський В.О. Моделювання подачі си пневмоканаліого матеріалу на решето сепаратора ножичного типу [Текст] / І.М. Дударев, В.О. Ольховський // Конструювання, виробництво та експлуатація с-г машин. Кропивницький. – 2020. – Вип.50. – С.59-68 Режим доступу:
https://zbirniksgm.kntu.kr.ua/archive/50/50_Dudarev.html

						ПК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			64

12. Котов Б.І. До теорії розділення зерна в повітряному потоці [Текст] / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, В.О. Швидя, Ю.Г. Коваль // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 39. – Кіровоград, 2009. – С. 209-214.
13. Giyevskiy A.M., Orobinsky V.I., Tarasenko A.P., Chernyshov A.V., Kurilov, D.O. Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018. Vol. 327. P. 042035.
14. Kugbei S., Avungana M., Hugo W. Seeds Toolkit. Module 2: Seed processing: principles, equipment and practice. The FAO of the UN and AfricaSeeds: Rome, 2018.
15. Vasylykovskiy O., Vasylykovska K., Moroz S., Sviren M., Storozhyk L. The influence of basic parameters of separating conveyor operation on grain cleaning quality. INMATEH – Agricultural Engineering. 2019. Vol. 57(1). P. 63–70.
16. Basiry M., Esehaghbeygi A. Cleaning and charging of seeds with an electrostatic separator. Applied Engineering in Agriculture. 2012. Vol. 28(1). P. 143–147. DOI: 10.13031/2013.41274
17. Bracacescu C., Gageanu I., Popescu S., Selvi K.C. Researches concerning impurities separation process from mass of cereal seeds using vibrating sieves in air flow currents. Engineering for Rural Development. Jelgava, 2016. P. 364–370.
18. Magalhaes F.G.R., Atman A.P.F., Moreira J.G., Herrmann H.J. Analysis of the velocity field of granular hopper flow. Granular Matter. 2016. Vol. 18(33). DOI: 10.1007/s10035-016-0636-y
19. Balevicius R., Kacianauskas R., Mroz Z., Sielamowicz I. Analysis and DEM simulation of granular material flow patterns in hopper models of different

- shapes. *Advanced Powder Technology*. 2011. Vol. 22. P. 226–235. DOI: 10.1016/j.appt.2010.12.005
20. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V. M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54, №1. P. 95-104.
21. Aliev Elchin, Pryshliak Viktor, Yaropud Vitaly Research of physical and mechanical properties of oil seed crops. *MOTROL: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2017. Vol. 19., № 3. P. 103-108.
22. Andersson J., Krus P., Wallace D. Multi-objective optimization of hydraulic actuation systems. *Proceedings of the 2017 ASME Design Automation Conference (DETC'17)*. 2017. №3. P. 19-28.
23. Pirchio M., Fontanelli M., Frasconi Ch. Autonomous Mower vs. Rotary Mower: Effects on Turf Quality and Weed Control in Tall Fescue Lawn. *Agronomy*. 2018. Vol. 8, Is. 2. P. 15-24.
24. Алієв Е.Б., Яропуд В.М. Фізико-математичний апарат руху насіння в повітряному потоці. *Техніка, енергетика, транспорт А ПНЕВМОКАНАЛИ*. 2017. №2. С. 19-23.
25. Бакум М. В., Нікітін С. П., Сергєєва А. В. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. Харків : Харк. держ. техн. ун-т с.- г., 2003. 336 с.
26. Булгаков В.М., Адамчук В.В., Черниш О.М., Березовий М.Г., Калетнік Г.М., Яременко В.В.. *Прикладна механіка: Навчальний посібник*. Київ : Аграр. наука, 2016. 816 с.
27. Булгаков В.М., Пилипака С.Ф., Яропуд В.М., Захарова Т.Н., Калетнік Г.М. Плоскі вертикальні криві, що забезпечують постійні тиск і швидкість руху матеріальної точки. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2014. Вип. 1, 73. С. 25-33.

28. Войтюк Д. Г., Булгаков В. М., Кропивко С. В., Онищенко В. Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. вузів. Київ : Друк, 2005. 464 с.
29. Войтюк Д. Г., Яцун С. С., Довжик М. Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навч. посіб. Суми : Унів. кн., 2008. 543 с.
30. ДСТУ 46.012-2000. Техніка сільськогосподарська. Методи економічної оцінки техніки. [Чинний від 2001.02.01]. К. : Мінагрополітики України, 2000. – III, 18 с. – (Галузевий стандарт України).
31. Патент №120020, М ПНЕВМОКАНАЛИ В07В 4/02. Пневматический сепаратор для си пневмоканалиого матеріалу. №а2012116693/03; заявл.: 24.04.2012; опуб. 10.09.2012. Бюл. № 25. С. 3.
32. Патент №135944, М ПНЕВМОКАНАЛИ В07В 4/00. Пристрій для розподілу си пневмоканалиих матеріалів на фракції. №u2013131485/03; заявл. 9.07.2013; опуб. 27.12.2013. Бюл. №36. С. 3.
33. Патент №146703, М ПНЕВМОКАНАЛИ А01F 12/00. Агрегат для очистки насіння. №u2014119451/13; заявл. 14.05.2014; опуб. 20.10.2014. Бюл. №29. С. 3. Патент №165721, М ПНЕВМОКАНАЛИ А01F 7/00. Самопересувний агрегат для обмолоту та пневмосепарації зернового вороху. №u2016115197/13; заявл. 20.04.2016; опуб. 10.11.2016. Бюл. №31. С. 3.
34. Пришляк В. М., Ковальчук О. В. Сільськогосподарські машини: метод. вказівки для виконання лаб. робіт студ. фак. механізації с.-г. Вінниця : ВДАУ, 2005. 44 с.
35. Рудницький Б.О., Антонів С.Ф., Запрута О.А. Особливості технології вирощування насіння нових та перспективних сортів бобових трав в умовах Лісостепу України. Сільське господарство та лісівництво. 2017. Вип. №7, Т. 2. С. 70-76.

- 36.Сивак І.О., Деревенько І.А., Островський А.Й. Практикум з механіки матеріалів і конструкцій : навчальний посібник.. Вінниця : ВНАУ, 2011. 144 с.
- 37.Сивак Р.І., Деревенько І.А. Короткий курс теоретичної механіки. Вінниця: ТОВ «Вінницька міська друкарня», 2016. 200 с.
- 38.Солона О. В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування : Навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2019. 249 с.
- 39.Солона О.В. Статика взаємодії абсолютно твердих тіл із сипучим середовищем. Вібрації в техніці та технологіях. 2018. №3. С. 105-116
40. Солона О.В., Березовий М.Г., Черниш О.М. Алгоритми кінематичного і силового аналізу важільних механізмів з гідроприводом. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. 2012. №11. С. 383-387.
- 41.Солона О.В., Купчук І.М. Практикум з Теорії механізмів і машин : навчальний посібник. Вінниця : Друк, 2020. 250 с.
42. Спирін А.В., Котов Б.І., Зозуляк О.В. Моделювання та ідентифікація процесу сепарації дрібного вороху вібраційно-повітряними очистками зернозбирального комбайну. Техніка, енергетика, транспорт пневмоканали. 2016. №4. С. 42-45.
43. Анішин С. Як підготуватися до збирання озимої пшениця / С. Анішин // Пропозиція. - 2008. - № 5. - С. 54-56.
44. Бикін А.В. Вплив водорозчинних комплексних добрив на продуктивність пшениця озимої в умовах Лівобережного Лісостепу / А. В. Бикін, Н. М. Зінченко // Вісник аграрної науки. - 2012. - № 3. - С. 9-12.
45. Бондаренко В. М. Удосконалення технології вирощування пшениця ярого в умовах зрошення Півдня України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / В. М. Бондаренко ; Херсон. держ. аграр. ун-т. - 2003. - 16 с.
46. Гусєв М. Г. Агроєкологічна оцінка режимів зрошення пшениця ярого при вирощуванні в умовах південного Степу України / М. Г. Гусєв //

Зміст

стор.

1. Вступ
2. Технологічна частина
3. Наукова частина
4. Охорона праці
5. Економічна частина
6. Висновки
7. Список використаної літератури
8. Додатки

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ПК 00.000 ПЗ	Арк.
						71

Додаток А

Оцінка техніко-економічного рівня модернізованої машини Таблиця 5.1.

Техніко-економічні показники порівнюваних машин

Показники	Один. виміру	Машина	
		Базова	Модернізована
1	2	3	4
1. Агрегаткування		стаціонарна	
2. Маса машини	кг	1300	1360
3. Маса покупних виробів	кг	262	200
4. Оптова ціна машина	грн.	53589	
5. Собівартість машини	грн.	45550	
5. Вартість покупних виробів у собівартості машини	грн.	5013	4050
8. Продуктивність	т/год	1,5	2
7. Коефіцієнт використання часу зміни – -робочого -експлуатаційного		0,76 0,7	
10. Кількість обслуговуючого персоналу	чол.	1	1
11. Кількість комплектувань оригінальних деталей, розроблених в процесі модернізації	шт.		11
12. Середньогодинна заробітна плата -робітника -конструктора -технолога	грн.	6,5 11,5 11,5	6,5 11,5 11,5
14. Кількість найменувань деталі в машині всього у тому числі: -оригінальних -стандартних	шт.	112 47 65	118 50 65
15. Кількість деталей в машині	шт.	386	392

15.Середньорічна програма випуску машин	шт.		100
---	-----	--	-----

$$K_d = \frac{D_3 - D_{op}}{D_3} \quad (5.1)$$

де D_3 – загальна кількість найменувань деталей у машині за винятком метизів;

D_{op} – кількість найменувань оригінальних деталей.

$$K_{ум} = \frac{112 - 47}{112} = 0,58 \quad K_{уд} = \frac{118 - 50}{118} = 0,57 \quad (5.2)$$

Відносний показник рівня уніфікації конструкції

$$K_{ку} = K_{ум} / K_{уд} = 0,58 / 0,57 = 1,01 \quad (5.3)$$

Коефіцієнт стандартизації продукції

$$K_{ст} = D_{ст} / D_3; \quad (5.4)$$

де $D_{ст}$ – кількість найменувань стандартних деталей в машині

$$K_{стд} = 65 / 112 = 0,58 \quad K_{стм} = 65 / 118 = 0,55$$

Відносний показник рівня стандартизації конструкції

$$K_{ст} = K_{стм} / K_{стд} = 0,55 / 0,58 = 0,95 \quad (5.5)$$

Коефіцієнт конструктивної повторюваності

$$K_{кп} = H_3 / D_3 \quad (5.6)$$

де H_3 – загальна кількість деталей в машині,

$$K_{кпд} = 386 / 112 = 3,44 \quad K_{кпм} = 392 / 118 = 3,32$$

Відносний показник рівня конструктивної повторюваності:

$$K_{кп} = K_{кпм} / K_{кпд} = 3,32 / 3,44 = 0,97 \quad (5.7)$$

Собівартість модернізованої машини

$$C_M = \frac{C_{\delta} - C_{\text{пб}}}{M_{\delta} - M_{\text{пб}}} \cdot (M_M - M_{\text{пм}}) + C_{\text{пм}}, \quad (5.8)$$

де C_{δ} – собівартість виготовлення базової машини;

$C_{\text{пб}}$ та $C_{\text{пм}}$ – ціна покупних виробів у собівартості базової модернізованої машини;

M_{δ} та M_M – маса базової та модернізованої машини;

$M_{\text{пб}}$ та $M_{\text{пм}}$ – маса покупних виробів базової та модернізованої машини;

$$C_M = \frac{45550 - 5013}{1300 - 262} \cdot (1360 - 200) + 4050 = 49348 \text{ грн.}$$

Продуктивність машини за 1 годину експлуатаційного та змінного часу:

$$P_{\text{ек}} = P_0 \cdot K_{\text{ек}} \quad (5.9)$$

$$P_{\text{зм}} = P_0 \cdot K_{\text{ер}} \quad (5.10)$$

де P_0 – продуктивність машини за 1 годину основного часу,

$K_{\text{ек}}$ та $K_{\text{ер}}$ – коефіцієнт використання експлуатаційного та робочого часу зміни. Для базової машини даки задані, а для модернізованої визначаємо за формулами:

$$K_{\text{екм}} = \frac{K_{\text{екб}} + \frac{T_{\text{то}} + T_{\text{лп}}}{60}}{T_{\text{зм}}} = \frac{7,6 + \frac{15}{60}}{10} = 0,79 \quad (5.12)$$

$$K_{\text{ерм}} = \frac{T_{\text{вр.в}} + \frac{T_{\text{то}}}{60}}{T_{\text{зм}}} = \frac{7,0 + \frac{15}{60}}{10} = 0,73 \quad (5.13)$$

де $T_{\text{екб}}$ – кількість годин експлуатаційного часу базової машини у зміну;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість роботи зміни;

$T_{\text{ап}}$ та $T_{\text{то}}$ – кількість хвилин у робочу зміну, на яку скорочується витрати часу відповідно, на ліквідування поломок та деформацій та на технічне обслуговування в результаті модернізації базової машини;

$$P_{\text{ек.б}} = 1,5 \cdot 0,7 = 1,05 \text{ т/г}$$

$$P_{\text{ек.м}} = 2 \cdot 0,73 = 1,46 \text{ т/г}$$

$$Пзм.δ=1,5 \cdot 0,76=1,14 \text{ т/г}$$

$$Пзм.м=2 \cdot 0,79=1,58 \text{ т/г}$$

Питома собівартість машини

$$Cп=C/Пек$$

де C – собівартість машини.

$$Cпδ=40192/1,05=38278 \text{ грн/т/г}$$

$$Cпм=49348/1,46=33800$$

грн/т/г

Відносний показник рівня питомої собівартості

$$Vсп=Cпδ/Cпм=38278/33800=1,13 \quad (5.15)$$

Питома матеріаломісткість машини

$$Mп=M/Пек; \quad (5.16)$$

де M – маса “сухої”, тобто незавантаженої машини;

$$Mпδ=1300/1,05=1238,1 \text{ грн/т/г}$$

$$Mпм=1360/1,46=931,5 \text{ кг/т/г}$$

Відносний показник рівня питомої матеріаломісткості:

$$Vмп=Mпδ/Mпм=1238,1/931,5=1,33 \quad (5.17)$$

Узагальнений показник техніко-економічного рівня – модернізованої машини

$$Утр=\sum_i^m a_i \cdot \beta_{gi} \quad (5.18)$$

де β_{gi} – величина i -го відносного показника техніко-економічного рівня;

M – кількість відносних показників, приймаючих до розрахунків;

a_i – коефіцієнт вагомості i -го відносного показника техніко-економічного рівня;

$$Утр=1,01 \cdot 0,1+0,95 \cdot 0,05+0,97 \cdot 0,05+1,13 \cdot 0,45+1,33 \cdot 0,35=1,25$$

Якщо величина узагальненого показника більше одиниці, то це свідчить про те, що внесені конструктивні зміни підвищують техніко-економічний рівень базової машини та її конкурентоспроможності.

Визначення витрат на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$V_p = N_f \cdot T_{\text{кон}} \cdot Z_{\text{сг}} \cdot (1 + \beta / 100) \cdot (1 + P_{\text{св}} / 100) \quad (5.19)$$

де N_f – кількість найменувань оригінальних деталей, які розробляються в процесі модернізації.

Так сумарна трудомісткість розробки конструкторської документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі (90–140 годин);

$Z_{\text{сг}}$ – середньогодинна заробітна плата конструкторів;

$V_{\text{с}}$ – відрахування на соціальне страхування та в спеціальні фонди;

$P_{\text{св}}$ – процент попередних витрат (200–300%).

$$V_p = 11 \cdot 100 \cdot 11,5 \cdot (1 + 37,5 / 100) \cdot (1 + 200 / 100) = 52182 \text{ грн.} \quad (5.20)$$

Витрати на розробку технології виготовлення модернізованої машини:

$$V_t = N_{\text{ор}} \cdot T_{\text{т}} \cdot Z_{\text{сг}} \cdot (1 + V_{\text{с}} / 100) \cdot (1 + P_{\text{св}} / 100), \quad (5.21)$$

де $T_{\text{т}}$ – сумарна трудомісткість розробки технологічної документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі (60–80 год),

$$V_t = 11 \times 60 \cdot 11,5 \cdot (1 + 37,5 / 100) \cdot (1 + 200 / 100) = 31309 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення технологічного оснащення, необхідного для виробництва модернізованої машини.

$$V_{\text{осн}} = N_{\text{ор}} \cdot \sum_{-1}^k K_{\text{гго}}(i) \cdot K_{\text{ксм}}(i) \cdot Ц_{\text{об}}(i), \quad (5.22)$$

де k – кількість груп оснащення;

$K_{\text{тос}}(i)$ – коефіцієнт технологічного оснащення, по i -ї групі оснащення;

$K_{\text{ксм}}(i)$ – кількість комплектів i -ої групи оснащення;

$Ц_{\text{ос}}(i)$ – ціна одиниці оснащення i -ої групи

$$V_{\text{осн}} = 11 \cdot (0,35 \cdot 2 \cdot 3800 + 0,6 \cdot 2580 + 0,8 \cdot 3 \cdot 90 + 0,1 \cdot 3 \cdot 35) = 48779 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення дослідного зразка

$$V_{уз}=(1,2\div 1,3) \cdot C_{м}=1,2 \cdot 49348=59218 \text{ грн} \quad (5.23)$$

Витрати на виготовлення дослідної партії

$$V_{дп}=(1,1-1,2) \cdot C_{м} \cdot N_{м}=1,2 \cdot 49348 \cdot 2=118435 \text{ грн} \quad (5.24)$$

де $N_{м}$ – кількість машин у дослідній партії (2-8 шт).

Інші витрати на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$I_{нв}=K_{ін}/100 \cdot \sum_1^5 \beta(i) \quad (5.25)$$

де $K_{ін}$ – % на інші витрати на освоєння виробництва до суми п'яти попередніх статей витрат (15-20%).

$$I_{нв}=15/100 (52182+31309+48779+59218+118435)=46488 \text{ грн.} \quad (5.26)$$

Сума витрат на проектування та освоєння виробництва

$$V_{осв}=52182+31309+48779+59218+118435+46488=356411 \text{ грн.}$$

Питомі витрати на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини

$$V_{пос}=V_{осв}/N_{св} \quad (5.27)$$

де $N_{св}$ – середньорічна програма випуску модернізованої машини

$$V_{пос}=356411/100=3564 \text{ грн} \quad (5.28)$$

Оптову ціну модернізованої визначаємо за формулою:

$$C_{опм}=C_{опд} \cdot \frac{\Pi_{екм}}{\Pi_{екб}} \cdot K_p$$

де K_p – коефіцієнт розподілу економічного ефекту між споживачем та виробником модернізованої машини

$$C_{опм}=53589 \cdot \frac{1,46}{1,05} \cdot 0,8 = 59590 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект заводу виробника від впровадження модернізованої машини у виробництво:

$$E_{рв} = (C_{опм} - C_{м}) - (C_{спд} - C_{д}) - V_{пос} \cdot E_{н}, \quad (5.29)$$

де $E_{н}$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних витрат

$$E_{рв} = (59590 - 49348) - (53589 - 45550) - 3564 \cdot 0,16 = 21633 \text{ грн.}$$

Визначення річного економічного ефекту споживача модернізованої машини.

Визначення експлуатаційних витрат, які припадають на одиницю роботи порівнювальних машин.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу

$$Z_{п} = \frac{\sum_{i=1}^k P_{сс}(i) \cdot P_{тв}(i)}{Пз} \quad (5.30)$$

Де $P_{сд}(i)$ – кількість робітників, виконуючих роботу i -го розряду;

$P_{тв}(i)$ – годинна тарифна ставка i -го розряду роботи;

K – кількість розрядів робіт, які виконують робітники

$$Z_{пд} = \frac{1 \cdot 6,5}{1,14} = 5,7 \text{ грн/т} \quad Z_{пн} = \frac{1 \cdot 6,5}{1,58} = 4,11 \text{ грн/т}$$

Витрати на амортизацію та ремонт машини

$$B_{ам} = K_{п} \cdot C_{оп} \cdot (N_{а} + N_{р}) / (100 \cdot P_{ек} \cdot P_{з}) \quad (5.31)$$

де $K_{п}$ – коефіцієнт переводу оптових цін у балансову вартість (1,3-1,5);

$N_{а}$, $N_{р}$ – норма щорічних амортизаційних відрахувань на реновацію машини, та на ремонт;

$P_{з}$ – коефіцієнт, який враховує виплати податку;

$$B_{ам,рем,з}^{ам} = \frac{1,3 \cdot 53589 \cdot (15 + 9)}{100 \cdot 1,05 \cdot 260} = 61,2 \text{ грн/т}$$

$$B_{ам,рем,м}^{ам} = \frac{1,3 \cdot 59590 \cdot (15 + 9)}{100 \cdot 1,46 \cdot 260} = 48,9 \text{ грн/т}$$

Витрати на електроенергію

$$B_n = \frac{B_{нд} \cdot C_e}{\Pi_{зм} \cdot K_{кд} \cdot K_{км}}$$

де $B_{нд}$ – встановлена потужність електродвигунів, кВт;

C_e – ціна 1 кВт-год електроенергії, грн;

$K_{кд}$ та $K_{км}$ – коефіцієнт використання дії електродвигунів (0,85) та мережі (0,96-0,98)

$$B_{нд} = \frac{4 \cdot 0,55}{1,14 \cdot 0,85 \cdot 0,96} = 2,36 \text{ грн/т}$$

$$B_{нм} = \frac{4 \cdot 0,55}{1,58 \cdot 0,85 \cdot 0,96} = 1,7 \text{ грн/т}$$

Витрати на збереження

$$B_з = \frac{\sum H_3(i)}{\text{Пек}}$$

де H_3 – норматив витрат, які припадають на 1 годину збереження

$$B_{зд} = \frac{1,6}{1,05} = 1,52 \text{ грн/т}$$

$$B_{зм} = \frac{1,6}{1,46} = 1,1 \text{ грн/т}$$

Визначення суми експлуатаційних витрат, які припадають на роботи порівнювальних машин

$$E'_{\delta\delta} = 5,7 + 61,2 + 2,36 + 1,52 = 70,78 \text{ грн/т} \quad (5.34)$$

$$E_{\delta\delta} = 4,11 + 48,9 + 1,7 + 1,1 = 55,81 \text{ грн/т} \quad (5.35)$$

Визначаються питомі капітальні витрати на одиницю вироблювальної продукції або роботи по зрівнюванні машин:

$$P_{кв} = (1/\text{Пек}) \cdot (B_{вм}/P_{зм} + B_{ам}/P_{зт}) \quad (5.36)$$

де $B_{ам}$, $B_{вт}$ – балансова вартість машини трактора;

$P_{ам}$, $P_{зт}$ – нормативне річне завантаження машини, трактора.

$$Пк\vartheta_{\delta} = \frac{1}{1,05} \cdot \left(\frac{1,3 \cdot 53589}{260} \right) = 254 \text{ грн/т} \quad (5.37)$$

$$Пк\vartheta_{\text{м}} = \frac{1}{1,46} \cdot \left(\frac{1,3 \cdot 59590}{260} \right) = 203 \text{ грн/т} \quad (5.38)$$

Балансова вартість машини визначається таким чином:

$$Б\vartheta = Кп \cdot Цоп \quad (5.39)$$

$$Б\vartheta_{\text{м}} = 1,3 \cdot 53589 = 69665 \text{ грн}$$

$$Б\vartheta_{\delta} = 1,3 \cdot 59590 = 77467 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект споживача модернізованої машини.

$$Ер.сп = [(70,78 + 0,16 \cdot 254) - (55,81 + 0,16 \cdot 203)] \cdot 1,46 \cdot 260 = 128229 \text{ грн.}$$

Як видно із розрахунків і виробник і споживач модернізованої машини можуть отримати значний позитивний економічний ефект, що свідчить про ефективність конструкторських розробок, які виконані в дипломному проекті. Тому ці розробки доцільно рекомендувати до впровадження у виробництво.

Допущено до захисту

Зав. кафедрою СГМ

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2024 р.

Графічна частина

кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти здобувача
вищої освіти

на тему «Обґрунтування параметрів пневматичного каналу очищувача насіння
агрокультур»

на 5 аркушах формату А1 (змаштабованих на аркушах формату А4)

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи ГМ-22М-2 ОНП «Галузеве машинобудування»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

_____ Д.В. Мандзюк

Керівник _____ Д.В. Богатирьов

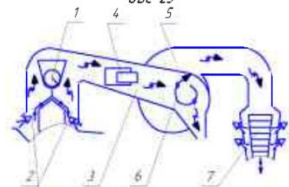
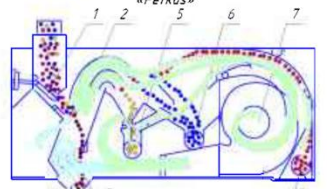
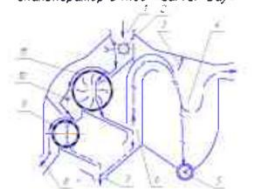
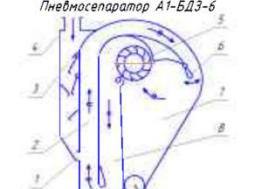
Нормоконтроль _____ Ю.В. Мачок

на тему.

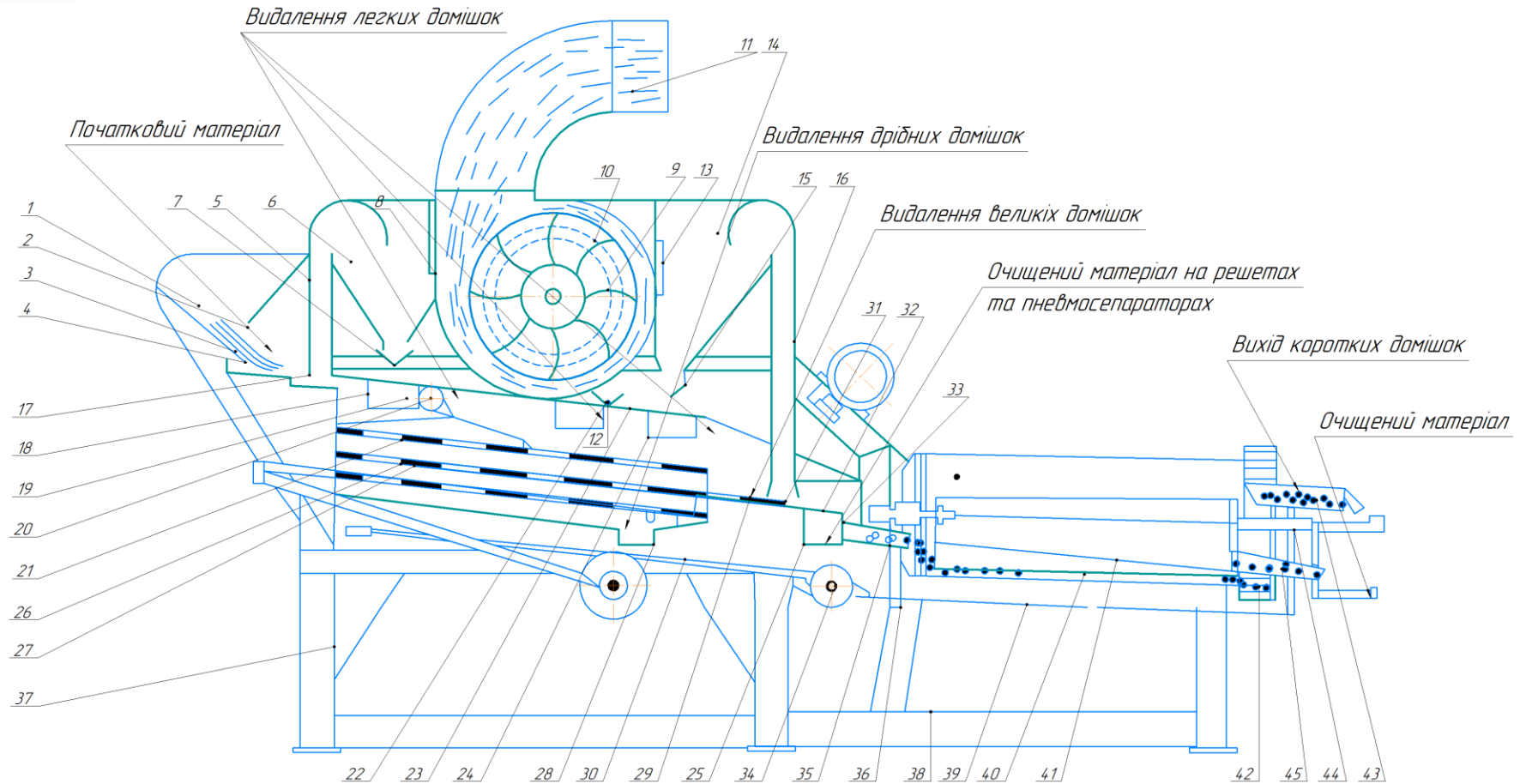
Обґрунтування параметрів пневматичного каналу очищувача насіння агрокультур

Виконав здобувач вищої освіти __II__ курсу,
групи ГМ-22М-1,2
спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”

Мандзюк Дмитро Валерійович

Функціональна схема повітряної системи	Позиції	Основні переваги та недолги	Аналогічні схеми
<p align="center">ОВС-25</p>  <p>1 – приймальна камера, 2 – ПК, 3 – повітропровід, 4 – регульовальна заслінка, 5 – вентилятор, 6 – осадова камера, 7 – пилословбвач.</p> <p>→ Чисте повітря → Зерновий матеріал → Повітряний потік з домішками → Легкі домішки → Повітряний потік з плям</p>	<p>1 – приймальна камера, 2 – ПК, 3 – повітропровід, 4 – регульовальна заслінка, 5 – вентилятор, 6 – осадова камера, 7 – пилословбвач.</p>	<p>Переваги - має два ПК, що обробляють матеріал паралельно до решіт за рахунок чого підвищена продуктивність пневмосистеми</p> <p>Недолги - складність регулювання пневмосистеми, так як збільшення опору в одному ПК призводить до різкого збільшення швидкості в другому, - суттєво знижується продуктивність пневмосистеми при обробці більш вологої та засміченої зернової маси</p>	<p>ЗМП-50 [64], К-527А10 «Petkus» (Німеччина) [17], SM-120 «Camas», C800D «Ab Line Machinery» (Швеція)[10], Hance 100, Hance 36 «IW Hance Manufacture-ring Co» [40], Clipper Super X297D, Super X29-X «A.T Ferrell and Co» (США) [12], [55]</p>
<p align="center">«Petkus»</p>  <p>1 – живильник, 2 – ПК, 3 – напрямник повітряного потоку, 4 – приймач очищеного зерна, 5 – приймач пошкодженого зерна, 6 – приймач фуражного зерна, 7 – вентилятор, 8 – приймач дрібних домішок.</p> <p>• Повноцінне зерно • Легкі домішки • Частково пошкоджене зерно • Фуражна фракція → Повітряний потік</p>	<p>1 – живильник, 2 – ПК, 3 – напрямник повітряного потоку, 4 – приймач очищеного зерна, 5 – приймач пошкодженого зерна, 6 – приймач фуражного зерна, 7 – вентилятор, 8 – приймач дрібних домішок.</p>	<p>Переваги: - інтенсифіковано введення матеріалу в ПК, - конструкція нижньої частини каналу забезпечує дворазове продування матеріалу, - машина має замкнену схему циркуляції повітряного потоку.</p> <p>Недолги - складність в переналаштуванні на очистку різних культур, - висока енерго- та мета-ємність при низькій щільності розділення (50%)</p>	<p>Модифікації машин фірми «Petkus» К-523 – додатково встановлені стержні для розривлення матеріалу в зоні введення [17, 51]</p>
<p align="center">Скальператор 34х60 «Carter Day»</p>  <p>1 – задантжадувальний дункер, 2 – живильний валець, 3 – регулятор витрат повітря, 4 – осадова камера, 5 – шнек легких відходів, 6 – ПК, 7 – приймач очищеного зерна, 8 – приймач крупних домішок, 9, 10 – вітер, 11 – циліндричні решета</p> <p>→ Зерновий матеріал → Крупні домішки → Повітря з легкими домішками → Легкі домішки → Очищене повітря</p>	<p>1 – задантжадувальний дункер, 2 – живильний валець, 3 – регулятор витрат повітря, 4 – осадова камера, 5 – шнек легких відходів, 6 – ПК, 7 – приймач очищеного зерна, 8 – приймач крупних домішок, 9, 10 – вітер, 11 – циліндричні решета</p>	<p>Переваги - матеріал, що потрапляє на обробку повітряним потоком поперечно очищується від крупних домішок циліндричними решетами, - за рахунок живильного вальця матеріал більш рівномірно потрапляє на очистку</p> <p>Недолги - значне заповнення робочої зони; - обмеження продуктивності через необхідність забезпечення руху зернодаого матеріалу по циліндричному решеті в один шар, - складність регулювання продуктивності та ефекту очищення</p>	<p>Скальператори різних фірм «Carter» (США) [154], «Shule» (Німеччина), «AB Linde Masking» (Швеція), «Heid» (Австрія), «Simbria» (Данія), «Speros» (Чехія) і ін. [152]</p>
<p align="center">Пневмосепаратор А1-БДЗ-6</p>  <p>1 – пристрій введення зерна, 2 – ПК, 3 – приймально-розподільчий пристрій, 4 – приймальний патрубок, 5 – вентилятор, 6 – дросельна заслінка, 7 – осадова камера, 8 – повітровідвідний канал, 9, 10 – пристрій виведення відходів та чистого зерна</p> <p>→ Зерновий матеріал → Повітряний потік</p>	<p>1 – пристрій введення зерна, 2 – ПК, 3 – приймально-розподільчий пристрій, 4 – приймальний патрубок, 5 – вентилятор, 6 – дросельна заслінка, 7 – осадова камера, 8 – повітровідвідний канал, 9, 10 – пристрій виведення відходів та чистого зерна</p>	<p>Переваги: - використання замкненого повітряного потоку та діаметрального вентилятора, - дворазове продування матеріалу в зоні введення та в нижній частині каналу, - значно знижена металемність – в 1,3-1,6 разів та енергоємність – в 2 рази в порівнянні з звичайними пневмосепараторами</p> <p>Недолги - пристрій введення зернового матеріалу такого типу не здатний забезпечити рівномірної подачі матеріалу.</p>	<p>А1-БДЗ-12, СР-5 (Російська Федерація), пневмосепаратори фірм «Carter» (США) [17], «Simon» (Англія) [117] та ін.</p>

ПСА 00.001 НЧ				
Аналіз				
пневматичних каналів				
Лист	Маса	Масштаб	16	1:1
Лист	Листів	Листів		
М. Кошар	М. Кошар	М. Кошар		
В. Кошар	В. Кошар	В. Кошар		
І. Кошар	І. Кошар	І. Кошар		
К. Кошар	К. Кошар	К. Кошар		
Л. Кошар	Л. Кошар	Л. Кошар		
М. Кошар	М. Кошар	М. Кошар		
Н. Кошар	Н. Кошар	Н. Кошар		
О. Кошар	О. Кошар	О. Кошар		
П. Кошар	П. Кошар	П. Кошар		
Р. Кошар	Р. Кошар	Р. Кошар		
С. Кошар	С. Кошар	С. Кошар		
Т. Кошар	Т. Кошар	Т. Кошар		
У. Кошар	У. Кошар	У. Кошар		
Ф. Кошар	Ф. Кошар	Ф. Кошар		
Х. Кошар	Х. Кошар	Х. Кошар		
Ц. Кошар	Ц. Кошар	Ц. Кошар		
Ч. Кошар	Ч. Кошар	Ч. Кошар		
Ш. Кошар	Ш. Кошар	Ш. Кошар		
Щ. Кошар	Щ. Кошар	Щ. Кошар		
Ъ. Кошар	Ъ. Кошар	Ъ. Кошар		
Ы. Кошар	Ы. Кошар	Ы. Кошар		
Э. Кошар	Э. Кошар	Э. Кошар		
Ю. Кошар	Ю. Кошар	Ю. Кошар		
Я. Кошар	Я. Кошар	Я. Кошар		



Видалення легких домішок

Початковий матеріал

Видалення дрібних домішок

Видалення великих домішок

Очищений матеріал на решетах та пневмосепараторах

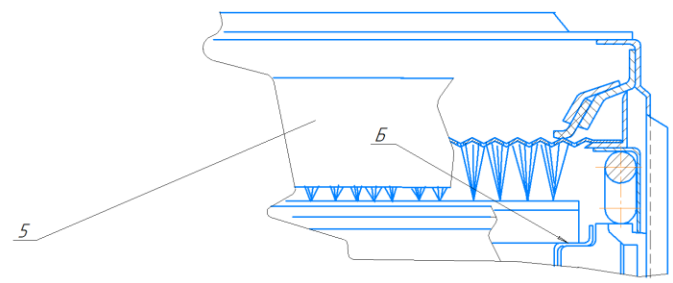
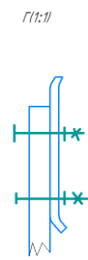
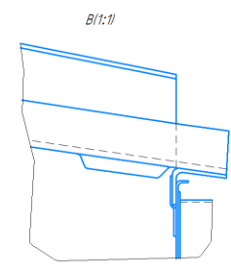
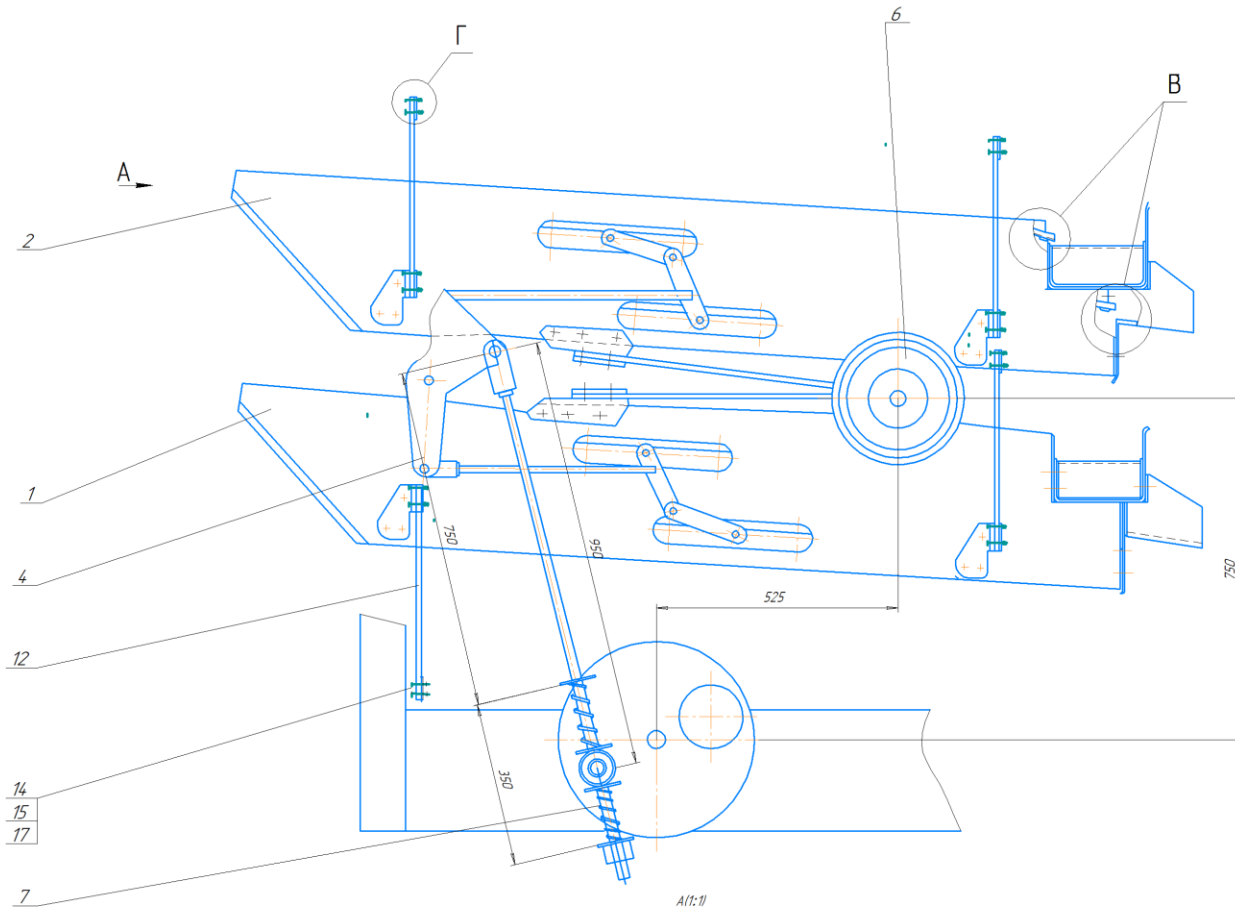
Вихід коротких домішок

Очищений матеріал

- 1 – задантажувальний ківш,
- 2 – багатострумений живильник,
- 3 – живильний вал,
- 4, 8, 13 – заслінки,
- 5, 16 – аспіраційні канали,
- 6, 14 – осадкові камери,
- 7, 12, 15 – клапани випуски,
- 9 – вентилятор,
- 10 – сітчастий дарадан,
- 11 – вихідний патрубков вентилятора,
- 17, 31 – сітки аспіраційних каналів,
- 18, 22, 24, 25, 28, 32, 35 – жолоби подачі відходів і зерна,
- 19 – решітний стан,
- 20, 23, 26, 29 – решета,
- 21 – ударник,

- 27 – щітки,
- 30 – привід щіток,
- 33 – кришка подачі зерна в трієра,
- 34 – вал приводу решітного стану,
- 36 – пружинна стійка решітного стану,
- 37 – рама легко решітній частини,
- 38 – рама трієра,
- 39 – шатун жолоба трієра,
- 40 – циліндр трієра,
- 41 – жолоб трієра,
- 42 – черпакове колеса,
- 43 – лоток чистого зерна,
- 44 – важіль установки жолоба,
- 45 – лоток відходів

ПСА 00.002 С2				
Діля	Лист	№ докум	Лист	Знак
Розроб	Монвіжик			
Проф	Богатирьов			
Г.контр				
Н.контр	Мрчак			
Конт	Лявченка			
Функціональна		Лист	Маса	Масштаб
СХЕМА			-	-
-		Лист	Листов	
-		ЦНТУ, гр ПМ-22М-1241		



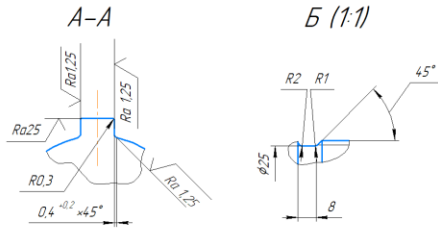
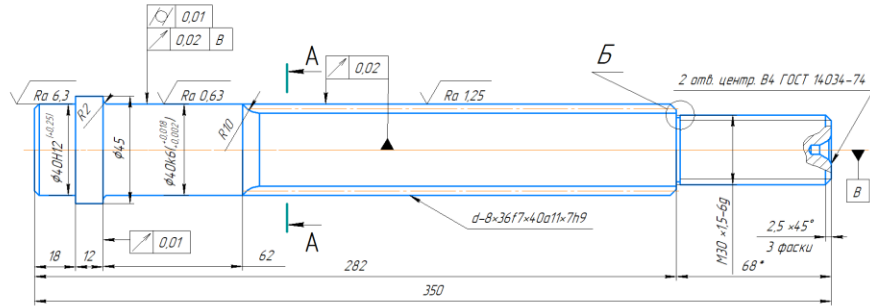
1. Поверхня Б змастити тонким шаром солідолу ГОСТ 1033-79 або ГОСТ 4366-76.
2. Касети зі щітками повинні встановлюватися при нижньому положенні паузунів.
3. Механізм очищення решет поз.4 повинен працювати вільно, без заїдань.
4. *Разміри для довідок.

ПСА 00.010 СБ				Лист	Маса	Масштаб
Лист	М. докир.	Лист	Маса	246	15	
Розроб.	Монвіж					
Проф.	Богатирьов					
Г.контр.						
Н.контр.	Мішч					
Конт.	Лещенко					
				Листів 1		
				ЦНТУ, зр. ГМ-22М-12		
				Формат А1		

Клас. № розроб. / Назва і дата / Власник / Код / Назва і дата / Розроб. / Назва і дата / Проф. / Назва і дата / Г.контр. / Назва і дата / Н.контр. / Назва і дата / Контр. / Назва і дата

ПСА 08.013.050.601

√ Ra 12,5 (✓)

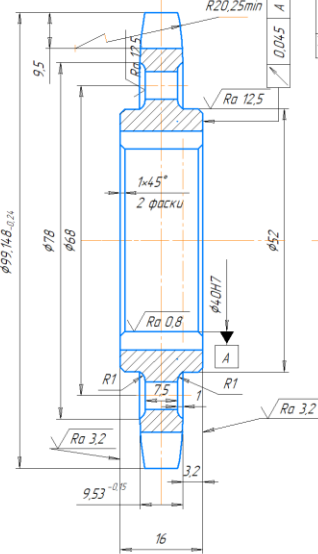


1. Твердость HRC 50..52
2. Неказані граничні відхилення розмірів за ОСТ 232456-76
3. * Розмір для довідок.

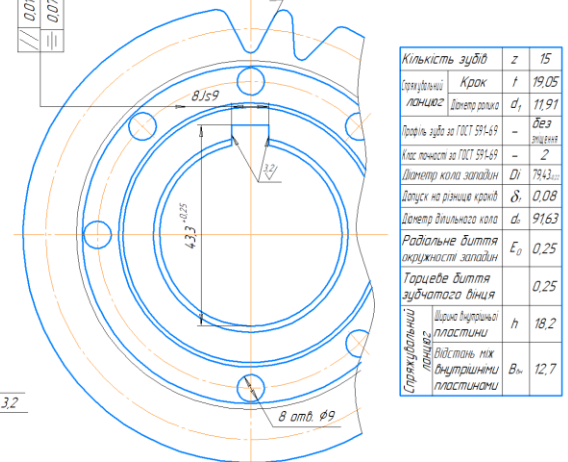
ПСА 08.013.050.601				Лист	Маса	Маса/шт
Вал				1	1,2	11
45-В ГОСТ 2590-88				ШНТУ зр. ГМ-22М-12		
45-В ГОСТ 1050-88				Катрибул		

СОС'О УЗУ

√ Ra 6,3 (✓)



0.018	A
0.072	A

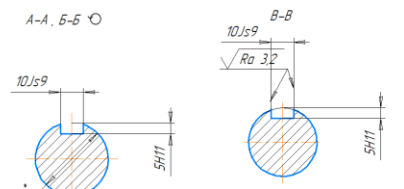
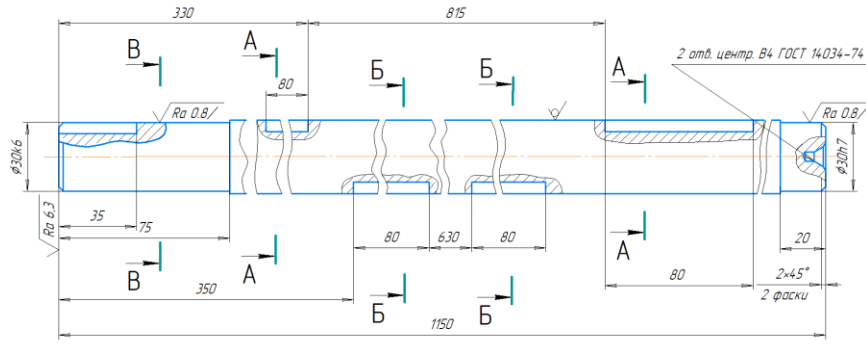


Кількість зубів	z	15
Середній крок	f	19.05
Личинка	Діаметр ділки	d ₁ 11.91
Профіль зуба за ГОСТ 591-69		- без
Клас точності за ГОСТ 591-69		- 2
Діаметр кола заходів	D ₁	79.43
Допуск на різницю кінців	δ	0.08
Діаметр дільного кола	d _d	91.63
Радіальне биття	E _d	0.25
Торцеве биття		0.25
Товщина	h	18.2
Відстань між	В _н	12.7

ПСА 05.305				Лист	Маса	Маса/шт
Зірочка				1	2.9	2.1
Сталь 45 ГОСТ 1050-74				ШНТУ зр. ГМ-22М-12		
Катрибул				Формат А3		

ПСА 02.005.601

√ Ra 6,3 (✓)

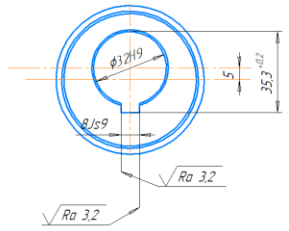
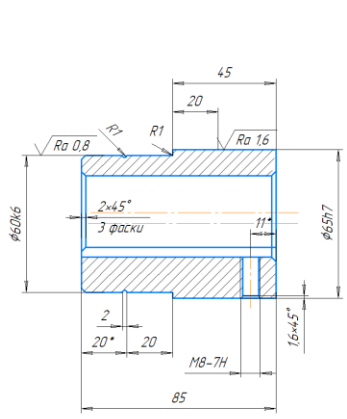


1. Неказані граничні відхилення розмірів отворів - Н14, валів - н14, інших - ±IT14/2.
2. Радіуси скруглень 0.5 мм.
3. * Розмір для довідок.

ПСА 02.005.601				Лист	Маса	Маса/шт
Вал				1	5.5	11
32 ГОСТ 2417-71				ШНТУ зр. ГМ-22М-12		
Круц. 25 ГОСТ 1050-74				Катрибул		

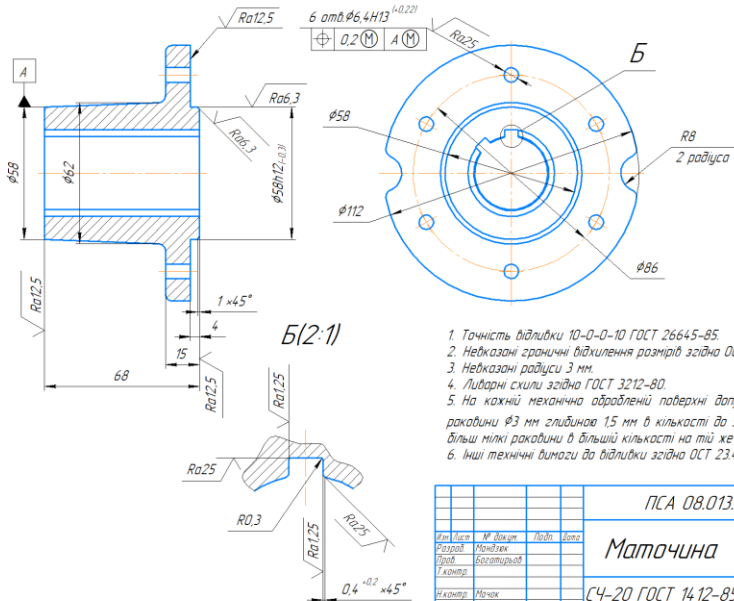
ПСА 02.005.601

√ Ra 6,3 (✓)



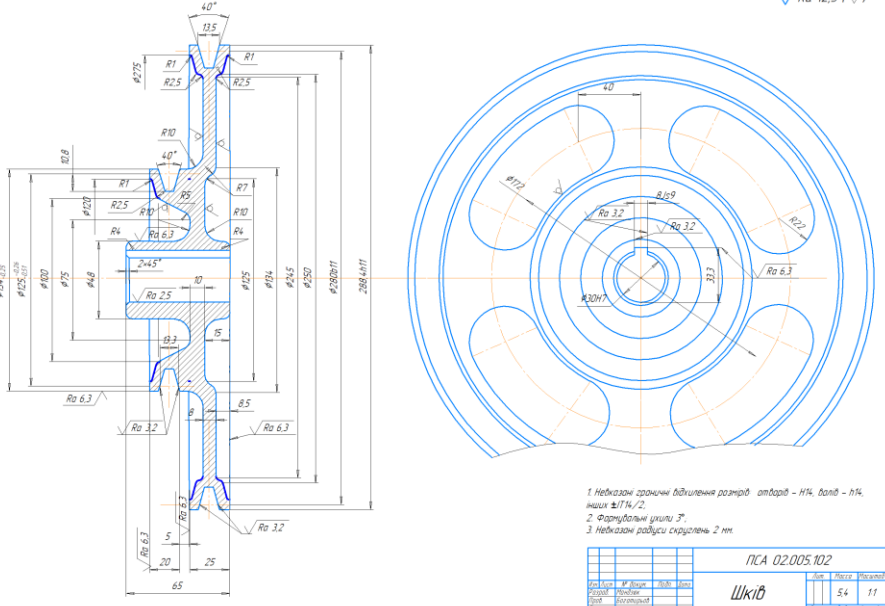
1. Неказані граничні відхилення розмірів діаметрів - Н14, валів - н14, інших - ±IT14/2.
2. Радіуси скруглень 0.5 мм
3. * Розмір для довідок

ПСА 02.005.601				Лист	Маса	Маса/шт
Ексцентрик				1	1.3	11
48 ГОСТ 2590-71				Круц. 25 ГОСТ 1050-74		
Катрибул				Формат А3		



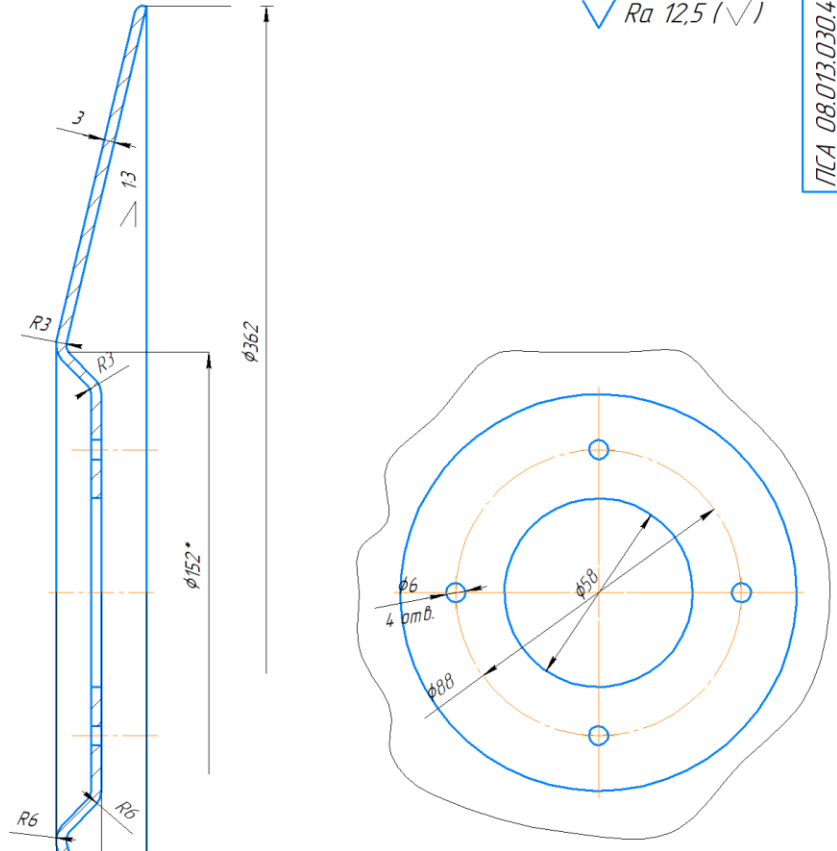
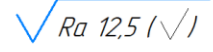
1. Точність відливки 10-0-0-10 ГОСТ 26645-85.
2. Невказані граничні відхилення розмірів згідно ОСТ 234.209-82.
3. Невказані радіуси 3 мм.
4. Лидарні скли згідно ГОСТ 3212-80.
5. На кожній механічно обробленій поверхні допускається одиниця раковини $\phi 3$ мм глибина 1,5 мм в кількості до 5 шт на 1 дм² або більш ніж раковини в більшій кількості на тій же площі.
6. Інші технічні вимоги до відливки згідно ОСТ 234.258-86

ПСА 08.013.020.101				Лист	Маса	Масштаб
Маточина				0,9	11	
СЧ-20 ГОСТ 14.12-85				ЦНТУ, гр. ГМ-22М-12		
Копіювала				Формат А3		



1. Невказані граничні відхилення розмірів отворів - НН, впади - НН, інші $\pm 0,1/0,2$.
2. Фартушальні скли 3°.
3. Невказані радіуси скруглень 2 мм.

ПСА 02.005.102				Лист	Маса	Масштаб
Шків				5,4	11	
СЧ18 ГОСТ 14.12-74				ЦНТУ, гр. ГМ-22М-12		
Копіювала				Формат А3		



1. Твердість HRC 50..52.
2. Невказані граничні відхилення розмірів за ОСТ 23.2456-76
3. * Розмір для довідок.
4. Штамповачний уклон зовнішніх поверхонь не більший за 3°, внутрішніх - не більше за 4° в сторону збільшення розмірів.
5. В місцях згину допускається радіус розміром не більше 5 мм, гофри висотою не більше 0,5 мм та вмятини глибиною не більше 0,8 мм, довжиною не більше за 5 мм.

ПСА 08.013.030.401				Лист	Маса	Масштаб
Шків				0,3	11	
Б-ПН-3 ГОСТ 19903-74				ЦНТУ, гр. ГМ-22М-12		
20-3-Г ГОСТ 1577-93				Формат А3		