

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”
Зав. кафедрою СГМ
д.т.н., професор
_____ Микола СВІРЕНЬ
“ ____ ” _____ 2021 р.

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

«Механізація вирощування соняшника з обґрунтуванням
параметрів турбінного сепаратора»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи АІ-20М(1,4)-1
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Шапошник Артем Анатолійович
« ____ » _____ 2021 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук
_____ Дмитро ПЕТРЕНКО
« ____ » _____ 2021 р.
Рецензент _____

Зміст

Номер розділу	Структурна одиниця і розділ	Сторінка
1	Вступ	
2	Технологічна частина	
3	Наукова частина	
4	Охорона праці	
5	Економічна частина	
6	Висновок	
-	Список використаної літератури	
-	Додатки	

[illegible]

1. Вступ

В сучасних глобалізованих умовах для агропромислового комплексу України постають ряд проблем, що обумовлені, перш за все, непрогнозованим підвищенням цін на нафтопродукти, засоби виробництва (зокрема і сільськогосподарську техніку), відсутність обігових коштів на їх придбання. Це призводить до збільшених витрат праці, прямих і експлуатаційних затрат на виробничі потреби, і внаслідок цього – низький рівень конкурентоздатності внаслідок завищених питомих витрат при виробництві продукції. Ще одним важливим чинником є недостатня кількість техніки для застосування інноваційний систем землеробства при вирощуванні культур, неможливість дотримання агростроків виконання операцій, що призводить до недоврожайності та якості отриманого врожаю.

Серед можливих шляхів вирішення проблем сільськогосподарських виробників можна виділити створення вітчизняного комплексу машин для якісного виконання технологічних операцій при меншій вартості відносно закордонних аналогів, підтримка держави стосовно лізингового придбання техніки, добрив та посівного матеріалу.

Розробку і виробництво вітчизняного комплексу сільськогосподарських машин неможливо уявити без проведення науково-обґрунтованих досліджень, що дозволить отримати інноваційний продукт, що зможе конкурувати з технікою іноземного виробництва. Метою даної роботи є спроба підвищити ефективність виробництва соняшника шляхом дослідження і обґрунтування параметрів зерноочисної машини турбінного типу для післязбиральної обробки зібраного врожаю.

					МВС 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Шапошник				Пояснювальна записка		Літ.	Аркуш
Перевірів	Петренко							Аркушів
Н. контр.	Мачок						ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-1	
Затверд.	Свірень							

2. Технологічна частина

2.1 Аналіз прогресивних технологій вирощування соняшника

Соняшник, без сумніву, є цінною олійною та технічною культурою, що має підвищений попит. Зокрема можемо спостерігати збільшення площ його посіву, на що впливає і підвищений експортний потенціал цієї культури та продуктів його переробки. Слід зазначити, що серед основних напрямів збільшення валового збору соняшнику є застосування інтенсивних технологій при його вирощуванні з метою отримання врожайності на рівні 35-50 ц/га [1, 2].

Серед складових успішного використання технологій вирощування є використання відповідних агрокліматичним умовам сортів, сівозмін, раціонального поєднання механічного і хімічного способів захисту від бур'янів, шкідників та хвороб, науково обґрунтоване застосування технологічних карт на вирощування з дотриманням всіх агротехнічних вимог, раціональне комплектування агрегатів для виконання всіх механізованих робіт.

Загальновідомим є факт, що близько 50% приросту врожаїв соняшника отримується за рахунок раціонального застосування системи живлення. Відповідно до даних наукових досліджень і передового досвіду господарств [1-5], що районують соняшник в зонах Степу і Лісостепу України доцільним є орієнтація на наступні норми внесення мінеральних добрив –азот 40, фосфор – 60, калій – 50 згідно поживним речовинам кг/га. Зазначимо, що дані норми необхідно корегувати залежно від типу ґрунту і забезпеченість його поживними елементами, а також попередника.

При внесенні твердих мінодобрив використовують машини вітчизняного виробництва РУН 600 (1200) фірми HERMES, розкидачі серії МВД виробника ННЦ «ІМЕСГ», РМД-1000 виробництва «ТОВ «Оріхівсільмаш», РУ-7000 від ТОВ "ОМХ", серія МВУ виробництва «Завод Кобзаренка, та інші, а також закордонного виробництва серії РУ-1600 (3000, 7000) від ВАТ «Бобруйськагромаш», республіка Білорусь, серія розкидачів ЗА фірми

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

AMAZONE, універсальні машини типу AXENT 100.1, AGT та інші групи компаній KUHN тощо.

Останнім часом популярним є внесення рідких комплексних добрив (РКД) і розчинів КАС (сплавів карбаміду і аміачної селітри), внесення яких і зароблення у ґрунт забезпечують машини типу ПЖУ від ВАТ «Завод Львівсільмаш» і «Богуславська сільгосптехніка», «Yukon» 3000 виробництва «ВК Технополь», а також аплікатори фірм John Deere, Unverferth та інших [6]. Представлені підживлювачі дозволяють вносити РКД внутрішньогрунтово, що буде сприяти їх більш ефективному використанню рослинами.

Серед основних органічних добрив для соняшнику є гній, що містить 5-6 кг азоту, 2-4 кг фосфору і 4-7 кг калію, крім того значну кількість мікроорганізмів, що сприяють підвищенню рівня родючості ґрунтів. Норми внесення напівперепрілого гною залежать від властивостей ґрунту і зони районування. Так для зони Степу рекомендовано застосувати норму в 20-30 т/га, Лісостепова – 30-40 т/га, а на Поліссі – 40-50 т/га.

При внесенні твердих органічних добрив використовують кузовні розкидачі модельного ряду РМД, РТД вантажопідйомністю 9 і 14 т, ПРТ-7А, МТТ-9, МТУ-13, а також самохідні РМД «Капелька-У», розкидач ЕСМ-3 та інші вітчизняного виробництва.

Серед закордонних розкидачів добрив можна виділити причіпний розкидач оргдобрив серії PROTWIN SLINGER виробництва KUHN, JOSKIN від компанії AMAKO, ORION фірми SIP (Словенія), а також самохідну машину M4040DN від John Deere. Хотілося б відмітити, що автономні розкидачі не знайшли широкого використання в сільськогосподарському виробництві України.

Серед органічних методів підвищення поживних властивостей ґрунтів при вирощуванні соняшнику є використання сидеральних культур (ріпаку, люпину та ін.), а також виконання мульчування ґрунту за рахунок подрібнення рослинних решток (соломи, стебел кукурудзи, гичка буряків тощо). При перепріванні рослинних решток, з метою компенсувати рівень азоту, необхідно на тону

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

біологічної маси додатково вносити 10-15 кг діючої речовини азотного добрива [1, 3].

Серед кращих попередників соняшнику у більшості областей України виступає озима пшениця, зернобобові і кукурудза, також застосовують в сівозміні ярі колосові культури. Однак, після посівів кукурудзи залишаються великі кореневі рештки, що не дозволяє використовувати мінімальну чи нульову технології підготовки ґрунту під посів соняшника. Зважаючи на особливості соняшника висушувати ґрунти та виносити значну кількість поживних елементів з великої глибини, наявність хвороб і шкідників, повторне його вирощування на одному полі допускається не раніше, як через 8-9 років.

Універсальних способів і термінів підготовки ґрунту під вирощування соняшнику не існує, а тому використовують диференційований підхід, що залежить від попередника, наявної сільськогосподарської техніки, і полягає у використанні однієї з трьох популярних на сьогодні технологій: класичної (традиційної), мінімальної чи нульової (No-Till) [7-9].

Дуже ефективно останнім часом себе зарекомендувала технологія мульчування рослинних решток, що полягає в подрібненні рослинних решток з їх заробкою в ґрунті на глибині 5-10 см. Серед представлених на ринку України мульчувачів відзначимо вітчизняні серії ПП, ПН (Білоцерківмаз), ПРР (Завод "Агротех"), а також зарубіжні, зокрема, моделі мульчувача-косарки серії ALCE від DELEKS SRL, RM та RMS різної ширини захвату групи компаній KUHN, STARK KDX від фірми STARK (Литва) тощо.

При проведенні основного мінімального обробітку використовують відповідні технічні засоби, що дозволяють підготувати ґрунт під посів за один прохід, наприклад комбіновані машини АКШ різної ширини захвату від БАТ «Хмільниксільмаш», КПФ-4000 Apollo виробництва Фаворит, КШН «Резидент» виробництва БАТ «Галещина машзавод», АК-6 (Георгій) від ТОВ «Агромаш-Калина», Dolomit або Koralin 9 фірми Lemken, KUHN PERFORMER та KUHN Krause Dominator, AMAZONE Centaur 5001-2 Super тощо. Використання мінімального обробітку ґрунту з виконанням подрібнення рослинних решток має

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

як енергетичні переваги, так і дозволяє зменшити негативні наслідки водної і вітрової ерозії ґрунтів.

Але у систем мінімального та нульового обробітку ґрунту маються і негативні наслідки – накопичення рослинної маси призводить до активного розвитку бур'янів. Тому необхідним є проведення заходів для боротьби з бур'янами, що полягають у додатковому внесенні ґрунтових гербіцидів.

Виходячи з вищевказаного, раціональним є використання комбінованих систем основного обробітку, що полягає в періодичному застосуванні оранки з інтервалом у 4-5 років, особливо при підготовці ґрунту під просапні культури, що мають глибоке розміщення кореневої системи (соняшник, кукурудза, цукровий буряк тощо) [7-9].

Підготовку ґрунту під посів соняшника відповідно до класичної (традиційної) технології виконують як з застосування вирівнювачів типу ВП-8Б, ВПН-5,6, культиваторів для поверхневого суцільного обробітку типу КГ, КПСН, КПС та КШУ-12, котків ЗКВГ, ЗККШ тощо, так і комбінованими агрегатами, що мають відповідний набір робочих органів для виконання культивації, вирівнювання поверхні поля та її коткування тощо.

На вегетативні властивості соняшнику значною мірою впливає якість посівного матеріалу. Поряд з всесвітньо відомими селекційними фірмами Сенгента, Монсанта, Лімагрейн та іншими, вітчизняні сорти апробовуються і Всеукраїнським науковим інститутом селекції, який пропонує сорти з потенційною урожайністю до 50-57 ц/га [10].

При вирощуванні соняшника однією з найвідповідальніших операцій є посів, якість проведення якого характеризується своєчасністю і точністю виконання заробки і розміщення на полі. Посів соняшнику починають за прогріву ґрунту на глибині 10 см до температури +10-12°C і виконують на глибину 5-6 см при відповідній вологості верхнього шару ґрунту, за умов недостатньої вологості верхнього шару – глибина заробки становить 7-8 см [2, 4].

Сіяти необхідно одразу після проведення передпосівного обробітку, щоб не допустити пересихання верхніх шарів ґрунту. Для посіву використовують сівалки вітчизняного виробництва марок СУПН, УПС, СТБТ різних виробників, VEGA і

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

VESTA виробництва Ельворті, тощо, та зарубіжного, як приклад Massey Ferguson 555 TFF, Gaspardo серії SP, JOHN DEERE 1780, MAXIMA 3, PLANTER 3 від KUHN та ін. На сьогоднішній день сівалки від вітчизняних виробників складають конкуренцію зарубіжним і забезпечують універсальність, надійність, можуть застосовуватись для посіву за різних систем землеробства і мають широкий модельний ряд.

При посіві соняшнику слід враховувати найбільш оптимальну густоту рослин перед збиранням, що становить, наприклад, для південного Степу 30-35 тис./га, центрального – 40-45, північного – 45-50 тис./га. Тому необхідно, з врахуванням польової схожості і можливого пошкодження рослин, забезпечити норму висіву, що на 20-30% більша рекомендованої густоти [1-3]. Орієнтовні норми посіву насіння залежать від агрокліматичних умов і знаходяться в діапазоні 4-8 кг/га посівних одиниць.

Одразу після посіву без розривів у часі поле прикочують, що забезпечує необхідний контакт насіння із ґрунтом і дозволяє прискорити появу сходів. Сучасні конструкції сівалок дозволяють виконувати цю операції одночасно з посівом.

Догляд за посівами соняшнику передбачає, в основному, боротьбу з бур'янами, для чого використовують як хімічні, так і механічні способи або їх комбінацію.

Так, при внесенні гербіцидів значно послаблюється розвиток бур'янів у захисних зонах, а обробка посівів полицевими загортачами, наприклад, культиваторів серії КРН, що додатково присипають бур'ян землею за висоти соняшнику 35-40 см дозволяє повністю їх знищити.

В боротьбі з бур'янами також широкого використання набули голчасті диски, прополювальні борінки і та дискові загортачі.

Іншим видом догляду за посівами соняшнику є виконання підживлення, що виконують, як правило, одночасно з міжрядним обробітком культиваторами типу КРН або КРНВ.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захист рослин від бур'янів, хвороб і шкідників полягає в проведенні обприскування як причіпними (начіпними) машинами типу ОП, ОПШ, ОВП, ОГН, ОПК «Кронос» тощо, так і самохідними обприскувачами з великим кліренсом: Mazzotti MAF-4200-36, Богуслав IBIS 3000-24, Водолій, Богдан-2500 та ін. Останнім часом широкого розповсюдження набуває використання агродронів.

З метою мінімізації втрат насіння соняшника, через 40-45 днів після масового цвітіння та за вологості насіння в межах 25-30%, посіви обробляють десикантами, що прискорюють дозрівання соняшнику. Після цієї операції, через близько 5-6 днів, починають збирати урожай. Для збирання соняшнику використовують зернові комбайни з приставками типу ПС, ПЗН, ПСМ, FANTINI GO3, CAPELLO Helianthus 9400, CASE IH AFX-G-DT 870 та ін., що застосовуються як до вітчизняних так і зарубіжних комбайнів.

Сучасні інтенсивні технології виробництва соняшнику передбачають проведення потокового обмолоту і післязбиральної обробки вороху, що виконується збирально-транспортним комплексом, до складу якого входять комбайно-транспортні ланки, які містять від 2 до 5 комбайнів та відповідну кількість транспортних засобів. При цьому транспортні засоби закріплені не за окремим комбайном, а за всією ланкою загалом.

Післязбиральна обробка насіння соняшнику полягає в обробці на зерноочисно-сушильних комплексах типу КЗС або зерноочисних типу ЗАВ з обов'язковим сушінням маси. До складу комплексів малих фермерських господарств входять зерноочисні машини загального призначення типу ОВП, ОВС, МС чи «Петкус-Гігант».

Зважаючи на проведений аналіз та керуючись рекомендаціями [10, 11, 13] складаємо технологічну карту вирощування соняшнику за мінімальної технології (рис. 2.1).

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Культура	соняшник	Попередник	газіла пшениця	Середня відстань передвезень, км	10
Гібрид	ЗАГРАВА	Норма висіви, пос. ад	0,55	Урожайність основної культури, т	3,2
Тип гібриду	простий	Площа посіву, га	100	Вологий збір основної культури, т	320,0

№ п/п	Назва операції	Фізичний об'єм	Склад агрегату		Термін проведення операції	Коефіцієнт швидкості роботи в стод. годині	Експлуатаційний об'єм, умовних годин	Зміна норми виробітку, т/га	Кількість нормозмін	Час змін, год	Всього нормозмін	Витрати основних виробничих ресурсів					
			Енергетичний засіб	Марка с/г машини								Затрати праці	Польове (електроенергія)	ЗЗР	Добрива	Насіння	Послуги апаратури
												л-год	грн, кг кВт	грн	грн	грн	грн
1	Дискування на глибину 20-22 см	100 га	МТЗ-82	Дискова борошна ДЛ-4	Обробка після збирання	2,7	4,725	4,0	2,5	7	1	17,5	350	910	13650		14000
2	Культивація на глибину 8-10 см	100 га	МТЗ-82	Культиватор РQ,ARS 4	По міді відстоювання бур'янів	2,7	35,66	53	189	7	1	13,2	660,4	500	7500		8160,4
3	Культивація на глибину 8-10 см (за необхідності)	100 га	МТЗ-82	Культиватор РQ,ARS 4	По міді відстоювання бур'янів	2,7	35,66	53	189	7	1	13,2	264,2	500	7500		7764,2
4	Захистляння волого пружинною бороною	100 га	МТЗ-82	БСЗП-15,2	При настанні фізичної стиглості бур'янів	1,5	116,7	90	111	7	1	7,8	14,76	56	84,0		987,6
5	Підвезення вологи (розчин, 200 л/га)	20 т	МТЗ-82	Бочка Jaskin Qadra	Перед посівом	1,5	3,6	50	2,0	6	1	2,4	120	32	480		600
6	Внесення гранульованого гербіциду "Харнес" або докатою сумішю гербіцидів гербіцидів фронтьєр + Елмеп	100 га	Самодійний обприскувач Арасте AS 1010		Перед посівом			102	0,98	6	1	5,9	294,2	80	1200	50775	52269,2
7	Передпосівна культивування	100 га	МТЗ-82	Культиватор РQ,ARS 4	Перед посівом	2,7	37,8	50	2,0	7	2	28	560	520	7800		8360
8	Надміщення насіння і мн. добрив, діаметром	20 т	Надмішувач New Holland LM732		Перед посівом			105	0,89	7	4	5,3	106,6	24	360		466,6
9	Підвезення мінеральних добрив	20 т	КАМАЗ - 6520		Перед посівом			120	0,17	7	1	1,2	60,4	16	240		3500,4
10	Посіб х одночасним внесенням діаметром	100 га	МТЗ-82	Сівалка УПС-8	При настанні температури ґрунту на глибину посіву 10-12°C	2,53	39,36	4,5	2,22	7	2	31,1	622,2	560	8400	79270	133292,2
11	Підвезення вологи (розчин, 200 л/га)	20 т	МТЗ-82	Бочка Jaskin Qadra	У фазі 6-8 листків	1,5	4,2	50	2,0	7	1	2,8	14,0	32	480		620
12	Внесення мікродобрива "Агроліф Топал"	100 га	МТЗ-82	Примічний обприскувач Вагдал	У фазі 6-8 листків			90	1,11	7	1	7,8	388,8	160	2400	35600	38388,8
13	Підвезення вологи (розчин, 200 л/га)	20 т	МТЗ-82	Бочка Jaskin Qadra	За два тижні до збирання	1,5	3,6	50	2,0	6	1	2,4	120	32	480		600
14	Приготування і внесення розчину пестицидів "Реалон Супер"	100 га	Самодійний обприскувач Арасте AS 1010		За два тижні до збирання			180	0,56	6	1	3,3	166,5	80	1200	36483	37849,5
15	Збирання врожаю	100 га	Комбайн MF 7274 Lega		При дозозрітості зерна 12-14, %			50	2,0	7	1	14	700	1100	16500		17200
16	Транспортування зерна з поля	320 т	Зернабаз КАМАЗ - 6520		Після збирання врожаю			120	2,08	7	1	14,6	672,4	200	3000	250	7672,4
17	Попереднє очищення зерна	320 т	КЗС-50		Після збирання врожаю			250	1,0	7	2	12,2	193,67	673	1224,86		1418,53
18	Перфінна очистка	320 т	КЗС-50		Після збирання врожаю			224	1,11	7	1	7,13	121,12	433,2	788,4		909,52
Всього												1187,51	6262,11	5808,8	73862,4	87258	7200
																45000	450
																	334633,37

Добрива	Норма внесення %	Необхідно на всю площу, кг/га др.	Норма внесення кг/га	Термін внесення
Діакарбас	N2P750	N4,3P100	200	Після збирання
Агроліф Топал	N20P20K20	N20P20K20	4	Після збирання

Засади запису регіон		
Назва регіону	Норма внесення	Необхідно на всю площу, л
Харнес 90% к.е	3,00	300,0
Стом 330 к.е	3,00	300,0
Фронталь Опіма, к.е	0,8	80,0
Реалон Супер 150 г/л др.к	2,5	250,0

Рис. 2.1. Технологічна карта вирощування соняшнику за мінімальної технології

2.2. Розробка технології очищення зерна на підприємстві

Представимо технологічну схему післязбиральної обробки соняшника у вигляді двох можливих варіантів протікання техпроцесу (табл. 2.1), що дозволяє провести як потокову, так і часткову обробку вороху.

Таким чином використання запропонованих технічних засобів дозволить довести якість як насіння соняшника, так і інших культур до необхідних кондицій.

Паспортна продуктивність зернообробного обладнання визначається для певних (стандартних) умов. Наприклад, паспортна (планова) продуктивність зерносушарок встановлюється для зниження вологості матеріалу з 20 до 14%. За будь-яких відхилень зовнішніх умов від стандартного значення будемо спостерігати зміну продуктивності обладнання, і ці зміни потрібно враховувати при встановленні нормативних показників процесу та налаштуванні машин.

Серед якісних і кількісних характеристик роботи сушильно-очисних машин та обладнання виступають засміченість і вологість зернового вороху як до, так і після обробки. Ці характеристики переважно і визначають типорозмір технічних засобів і їх продуктивність.

Розрахунок комплексу

Визначаємо максимальне середньодобове надходження зерна на обробку, що є визначальним при проведенні розрахунків технологічного обладнання та потужностей комплексу, т/добу:

$$M_x = P \cdot H \cdot 1,1$$

де P – кількість ланок, що задіяні на збиранні врожаю, шт.;

H – денна норма виробітку однієї комбайнової ланки, т/га;

1,1 – коефіцієнт запасу потужності.

Отже маємо:

$$M_{x1} = 1 \cdot 40 \cdot 1,1 = 44 \text{ т/добу};$$

$$M_{x2} = 1 \cdot 37 \cdot 1,1 = 40,7 \text{ т/добу};$$

$$M_{x3} = 5 \cdot 16 \cdot 1,1 = 88 \text{ т/добу};$$

$$M_x = 44 + 40,7 + 88 = 172,7 \text{ т/добу}.$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1. Технологічні схеми забезпечення післязбиральної обробки

Операція	Потоковий обробіток	Роздільний обробіток
1	2	3
Зважування матеріалу	Ваги автомобільні	
Розвантаження матеріалу	Автомобільні підйомники ПГА-11 або ГУАР-15Н	Автосамосвал або вручну
Попереднє очищення	Зерноочисні машини загального призначення ЗД-10.000, Петкус К 523	Ворохоочисник ОВС-25 або Петкус К 523
Тимчасове зберігання, активне вентилування	Бункери активного вентилування ОБВ-25/100 (50), бункери БВ-25, 40, С-50В67, холодильні машини ХМВ1-30, підлогові установки	Підлогові установки
Сушіння	Шахтні зерносушарки СЗШ-8 (16, 16Р), Т-662, барабанні СЗСБ-4 (8)	Барабані зерносушарки СЗПБ-2, підлогові установки
Первинне очищення насіння чи зерна	Зерноочисні машини KDC8000, ЗАВ-10.30.000, ОВС-25 або ЗВС-20, БЦСМ-25 (50, 100)	Ворохоочисник ОВС-25 або Петкус К 523
Трієрування насіння чи зерна	Трієрні блоки ЗАВ-10.90.000, ЗАВ-10.90.000А або БТ-5	
Вторинне очищення насіння чи зерна	Насінноочисні машини СВУ-5, пневмосепаратор SIGMA, СВО, або Петкус К-545	Насінноочисні машини ОС-4,5, СМ-4, СВО або Петкус К-531
Зважування насіння	Автоматичні ваги Д-100-3	—
Зашивка мішків з насінням	Зашивальна машина для мішків ЗЗЕ-М	Ручна робота
Перевезення до місць зберігання	Автомашиною або електрокаром у мішках або розсипом у тарі	Автомашиною або електрокаром у мішках або розсипом у тарі
Зберігання	У силосах або насипом	У силосах або насипом

Проаналізуємо можливості комплексу стосовно можливості виконати попереднє очищення вороху не пізніше 24 годин від моменту його надходження, при цьому сире і вологе зерно необхідно довести до вологості не вище 14%. З

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цією метою обсяг максимального середньодобового надходження матеріалу на комплекс розділимо на розрахункову продуктивність машин загального призначення при нормальних умовах:

$$T = M_x / \Sigma \partial_{розр.п}$$

де T – значення фактичної кількості часу, необхідного для проведення попереднього очищення, год;

$\Sigma \partial_{розр.п}$ – сукупне розрахункове значення продуктивності машин загального призначення при проведенні попереднього очищення, т/га.

Розраховуємо потребу у технологічному обладнанні та аналізуємо фактичну забезпеченість ним.

Визначаємо загальну продуктивність машин для виконання попередньої обробки:

$$\Sigma \partial_{розр.п.} = K_1 \Sigma \partial_{насн.п} - K_2 \cdot \Sigma \partial_{насн.п} - K_3 \cdot \Sigma \partial_{насн.п}$$

де $\Sigma \partial_{насн.п}$ – сумарна нормативна продуктивність машин при виконанні попереднього очищення, т/год;

K_1 – коефіцієнт, що враховує складність обробки виду матеріалу (для соняшника і пшениці становить 1);

K_2 – коефіцієнт, що враховує втрати продуктивності від обробки суміші підвищеної вологості понад встановлену норму у 16% (для 21% вологості становить 0,25);

K_3 – коефіцієнт, що характеризує втрати продуктивності при підвищених значеннях засміченості понад 10%, (приймаємо засміченість 17% , тоді значення коефіцієнта становить 0,14).

Тоді

$$\Sigma \partial_{розр.п} = 1 \cdot 25 - 0,25 \cdot 25 - 0,14 \cdot 25 = 15,25 \text{ т/год.},$$

отже

$$T = 172,7 / 15,25 = 11,3 \text{ год.}$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проаналізуємо потребу комплексу в додаткових машинах для виконання попереднього очищення:

$$МПО_{дод.} = (T/16,8) - 1$$

де 16,8 – максимально допустимий час роботи зерноочисного комплексу за добу, год.

$$МПО_{дод.} = 11,3 / 16,8 - 1 = - 0,3 \text{ шт.}$$

Приходимо до висновку, що додаткових машини для поведення попереднього очищення не потрібно.

Встановлюємо масу відходів, що отримуються після попереднього очищення, керуючись виконанням технологічних вимог, які регламентують необхідність виділення не менше 50% домішок від їх вихідної кількості в зерновому воросі та не більше 1,5% втрат насіння основної культури:

$$M_{смiття} = (M_x \cdot P_p / 100) \cdot 0,515$$

де P_p – початкова засміченість вороху домішками, %.

$$M_{смiття} = (172,7 \cdot 17 / 100) \cdot 0,515 = 15,12 \text{ т.}$$

Таким чином, залишок зернової маси після виконання попереднього очищення становитиме:

$$M_{x1} = M_x - M_{смiття} = 172,7 - 15,12 = 157,58 \text{ т.}$$

Потребу комплексу в зерносушарках визначимо за формулою:

$$ЗС = M_{x1} / (16,8 \cdot \partial_{насн.с} \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6)$$

де $\partial_{насн.с}$ – значення паспортної продуктивності наявної зерносушарки, т/год;

K_4 – коефіцієнт, що характеризує вид насіння: для соняшника 1,0;

K_5 – коефіцієнт, що враховує поправку на вологість (для 21% – 1,1);

K_6 – коефіцієнт, що враховує цільове призначення – для сушіння на насіння становить 0,5.

Аналогічно до попереднього розрахунку, встановлені дані порівнюємо з фактичною завантаженістю зерносушарок та приймаємо рішення стосовно необхідності їх кількості:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$3C = 157,58 / (16,8 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,5) = 157,58 / 73,92 = 2,1 \approx 2,$$

тобто необхідно зерносушарки.

З метою тимчасового розміщення, охолодження та вирівнювання вологості по всьому об'єму зерноsumіші призначенні бункери активного вентилявання, потреба в яких становить:

$$BAP = [M_{x1} - 16,8 \cdot (\partial_{нас.с} \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6)] / B \cdot K_7$$

де B – ємкість бункерів активного вентилявання, т;

K_7 – коефіцієнт врахування виду зерноsumіші: для соняшнику – 1;

$$BAP = (172,2 - 16,8 \cdot (8 \cdot 1 \cdot 0,5)) / 25 \cdot 1 = 3,9 \approx 4,$$

тобто потреба складає 4 бункери для активного вентилявання.

Зменшення маси зерноsumіші (%) після сушіння та тимчасового зберігання становить:

$$X = (W_{\Pi} - W_K / 100 - W_K) \cdot 100$$

$$X = (21 - 15 / 100 - 15) \cdot 100 = 7,1 \%$$

де W_{Π} – початкова величина вологості, %;

W_K – вологість, отримана після сушіння, %.

Таким чином, після сушіння отримаємо наступну масу зерноsumіші:

$$M_{x2} = M_{x1} - (M_{x1} \cdot X / 100),$$

$$M_{x2} = 157,58 - (157,58 \cdot 7,1 / 100) = 146,4 \text{ т.}$$

Для тимчасового розміщення насипом без псування від самозігрівання призначені профільовані площі і криті майданчики, необхідна площа яких становить:

$$S_{mn} = M_x / (\gamma \cdot 0,2) = 172,7 / 0,75 / 0,2 = 1151,3 \text{ м}^2$$

де γ – натура зерна, т/м³ (соняшник $\gamma = 0,75 \text{ т / м}^3$);

0,2 – товщина насипу зерноsumіші, м.

Потребу комплексу в машинах для первинного та вторинного очищення, а також сортувальних машинах розраховуємо кожен окремо, виходячи з нормативної завантаженості цих машин:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$MPr(MB, CM) = M_{x2} / (16,8 \cdot \partial_{насн.i} \cdot K_1 \cdot 0,8),$$

де $MPr(MB, CM)$ – відповідно потреба в машинах для попереднього, вторинного очищення та сортування, шт;

$\partial_{насн.i}$ – відповідно, паспортна продуктивність машин для попереднього, вторинного очищення та сортування, т/год;

0,8 – коефіцієнт оптимального завантаження машини.

$$MPr = 146,4 / (16,8 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 0,8) = 0,43 = 1 \text{ шт.}$$

$$MB = 146,4 / (16,8 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 0,8) = 0,6 = 1 \text{ шт.}$$

$$CM = 146,4 / (16,8 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 0,8) = 0,9 = 1 \text{ шт.}$$

Таким чином, для виконання вказаних видів робіт достатньо мати по одній машині.

Потреба у вантажних площах складського приміщення становить:

$$S_3 = M_3 / (\gamma \cdot 2,5 \cdot K_8)$$

де M_3 – маса насіння, призначеного для стаціонарного зберігання, т;

2,5 – максимальна висота насипного зберігання, м;

K_8 – коефіцієнт, що регламентує використання геометричної площі зерноскладу, і при зберіганні соняшника насипом становить 0,7...0,8.

$$S_3 = 140 / (0,75 \cdot 2,5 \cdot 0,7) = 106,6 \text{ м}^2$$

Потрібно 106,6 м² складських приміщень.

Загальна площа комплексу складає:

$$S = S_3 + S_{ПП} + S_{обл.} + S_{БАР}$$

де S_3 , $S_{ПП}$, $S_{обл.}$, $S_{БАР}$ – відповідно площі зерноскладів і профільованих майданчиків, площі під автовагами, лабораторією, стаціонарним зерночисним обладнанням, та площі під бункерами активного вентилявання, підсобними приміщеннями, санітарними об'єктами, м².

$$S = 106,6 + 1151,3 + 4400 + 140 = 5798 \text{ м}^2$$

Отримані потреби в технологічному обладнанні та їх найменування заносимо до таблиці 2.2.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2. Баланс технологічного устаткування

Найменування і марка	Кількість
Стаціонарний зерноочисний агрегат ЗАВ-20	1
Пересувна зерноочисна машина ОВС-25М	1
Пневмосепаратор СВО-1	2
Зерносушарка СЗШ-8	2
Вентильовані бункери	4
Зернокидач ЗН-120	1
Машина вторинного очищення СМ-4	1
Криті майданчики	1
Вантажні площі	1

Висновки

Проведений аналіз сучасних технологій вирощування соняшника та комплексу машин для виконання основних технологічних операцій дозволив встановити, що сьогоdnішній рівень розвитку сільськогосподарського виробництва дозволяє виконувати всі операції механізованими засобами. Крім того, представлений комплекс машин дозволяє використовувати всі сучасні системи землеробства, як традиційну, так і Mini-till та No-till, що забезпечує можливість отримати потенційно можливу врожайність соняшника на рівні 50-57 ц/га. Тому було розроблено і обґрунтовано інтенсивну технологію виробництва цієї культури з застосування мінімальної технології землеробства.

Крім того, отриманий врожай необхідно очистити від сторонніх домішок і довести до необхідної вологості, що дозволить зберегти вирощений врожай. Зважаючи на це, було проведено технологічний розрахунок зерносушильного комплексу, що дозволило обґрунтувати потребу в технологічному обладнанні та відповідних площах комплексу. В якості машини для очищення повітряним потоком використовується машина пневматична СВО-1, яка потребує підвищення продуктивності, аналіз якості роботи якої ми проведемо в наступному розділі.

3. Наукова частина

3.1. Напрямок удосконалення зерноочисної машини

Аналізуючи різноманітні конструкції повітряних сепараторів приходимо до висновку, що так звані турбінні пневмосепаратори є одними з найбільш перспективних стосовно можливостей підвищення ефективності очищення, оскільки мають одне з найкращих співвідношень продуктивність – енергометалоємність [14-24]. Для удосконалення за базову машину прийнято повітряний сепаратор СВО-1 виробництва ТОВ «ОЛИС» [23].

Сепаратор СВО-1 (рис.3.1) представляє собою зерноочисну машину пневматичного типу з вертикальним пневмоканалом (ПСК) кільцевого перерізу. Повітряний потік створюється вентилятором 5, що приводиться в дію електродвигуном. Розділення зерноsumіші відбувається повітряним потоком методом «зважування», тобто легка фракція піднімається за рахунок дії повітряного потоку догори, а важка фракція падають донизу.

За принципом роботи даний сепаратор класифікується як турбінний. Зернова суміш надходить через завантажувальну горловину 1 до активного розподільника 2, якому надається обертальний рух, завдяки чому відбувається рівномірний розподіл суміші по перерізу кільцевого повітряного каналу. ПСК з'єднано з входним отвором вентилятора 5, що створює всмоктуючий повітряний потік, при цьому забір повітря відбувається через повітрязабірники 4. При взаємодії зернової суміші з повітряним потоком відбувається сепарація за аеродинамічними ознаками – легкі частинки видувуються вентилятором до пилоочисника, а важкі частки рухаються донизу в приймальну горловину 3. Подачу повітря до повітряного каналу регулюють за допомогою заслінки, встановленої у вихідному патрубку машини.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

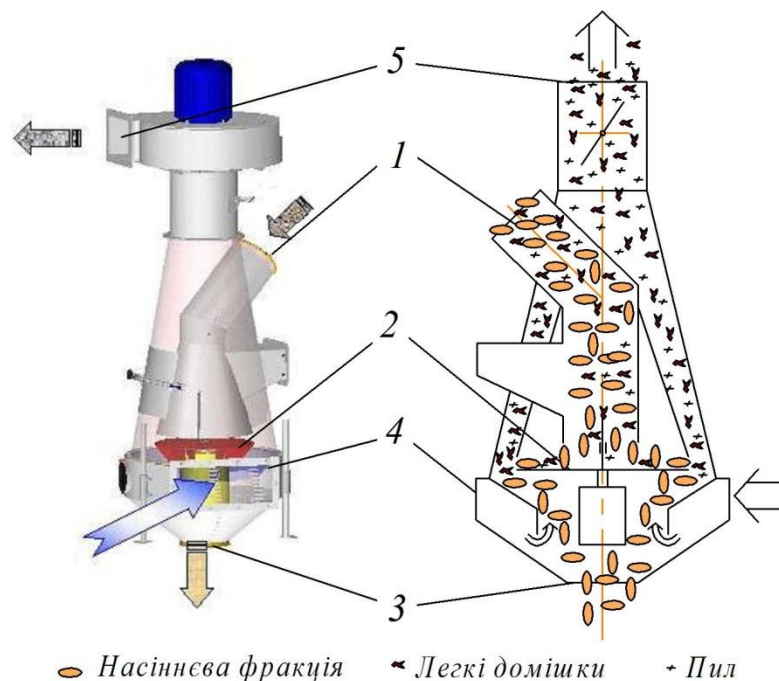


Рис. 3.1. Функціональна схема пневмосепаратора СВО-1 фірми «ОЛІС»

Серед виявлених недоліків сепаратора турбінного типу відмітимо втрату якості та збільшені енерговитрати, що спостерігаються при збільшенні завантаженості ПСК, оскільки досягнення рівномірності розподілення зерноsumіші по перерізу каналу з використанням активного розподільника має свої обмеження, що викликані збільшенням швидкості переміщення зерноsumіші в каналі і, як наслідок, зменшується час взаємодії її з повітряним потоком. Якщо ж не збільшувати частоту обертання розподільника, це призведе до збільшення товщини зерноsumіші, яку не зможе якісно сепарувати повітряний потік. Провівши критичний аналіз [14-16, 19, 20] нами запропоновано виконати ПСК кільцевого перерізу зигзагоподібним (рис. 3.2), що дозволить збільшити час взаємодії повітряного потоку з сумішшю та сприятиме більш рівномірному її розпушенню. Крім того, активний розподільчий диск пропонується замінити пасивним конусом-розподільником з перфорованою нижньою кромкою, що дозволить отримати струменевий зерновий потік, який буде краще продуватися повітряним потоком (рис.3.3).

Принцип роботи запропонованого пневмосепаратора (рис.3.2) аналогічний наведеному вище, але має деякі відмінності.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



До приймального бункера 1, що закріплений на кронштейнах до спеціальної опорної рамки 16, відбувається подача засміченої насінневої суміші. подача зернової суміші регулюється за допомогою шиберної заслінки 14. Суміш через направляючий випускний патрубок 18 потрапляє безпосередньо до накопичувального бункера 2. Випускний патрубок 18 розташований співвісно осі сепаратора, що дозволяє рівномірно заповнити накопичувальний бункер 2.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення рівномірності подачі зерноsumіші від накопичувального бункера, передбачено конус-дозатор 3. Поверхня конуса-дозатора, як зазначалося вище, виконана перфорованою низпадаючою до краю конуса. Регулювання питомого завантаження ПСК 6, що пов'язане, в тому числі, і з товщиною насінневого шару що подається в ПСК, здійснюється завдяки регулювальній штанзі 4.

Регулювання швидкості повітряного потоку в ПСК відбувається завдяки регулюючій заслінці 17, що розміщена в середині перехідного дифузора 19.

З метою візуального контролю за процесом сепарації передбачено оглядове вікно 13, що монтується на зовнішній поверхні корпусу 5. Пневмосепаратор стаціонарний, але для переміщення по приміщенню складу або току передбачені колеса 20, прикріплені до рами сепаратора 15.

3.2. Технологічні вимоги до пневматичного сепаратора

Серед основних показників, які визначають якість очищення, є чистота насіння, абсолютна або питома вага, вирівняність за розмірами, схожість тощо.

Відповідно до стандартів [27], очищене насіння соняшнику повинно мати наступні характеристики:

- вологість продовольчого зерна не повинна перевищувати 6-8%;
- засміченість сміттєвими домішками – не вище 3%, вміст олійних домішок інших культур – не більше 5-7%.

Насіння повинно мати нормальний запах і колір, зараження шкідниками не допускається.

Сортова чистота насіння соняшнику I і II класу має становити 98-99%,

Зерноочисна машина повинна за один пропуск виконувати очищення насіння відповідно до вимог на продовольче і посівне призначення. Конструкція машини повинна бути пристосована для доведення насіння до потрібних кондицій відповідно до призначення, мати переналагодження, що здійснюються легко, бути зручною в експлуатації та обслуговуванні.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Теоретичні дослідження

Інтенсифікації процесу очищення зернових сумішей сприяє вибір раціонального способу подачі її в сепаруючий канал. Від цього залежить рівномірність подачі, товщина шару і швидкість введення матеріалу в зону сепарації. Як зазначалося вище, за гіпотезу прийнято доцільність введення зерноsumіші до ПСК не суцільним потоком, а окремими сформованими струменями. Для цього розподільчий конус пропонується виготовити перфорованим з встановленими ділильниками (рис.3.3). Для аналізу роботи запропонованого ділильника проведемо аналітичний аналіз загального переміщення зернового матеріалу в ньому, який розділимо на два характерних етапи: переміщення до ділильників та переміщення під час входження в ділильники і переміщення в утвореному ними жолобі.

Аналіз переміщення зернової суміші під час розділення струменевим ділильником

Розглянемо 1 етап – переміщення до зерноsumіші до ділильників

В загальному випадку диференційне рівняння переміщення в цьому випадку має вигляд:

$$m\bar{a} = \bar{G} - \bar{F}_{тв} - \bar{F}_{бок}, \quad (3.1)$$

де $\bar{G} = m\bar{g}$ – сила тяжіння, віднесена до матеріалу, Н;

$\bar{F}_{тв} = f \cdot N$ – сила тертя, що виникає при переміщенні матеріалу по твірній конуса, Н;

f – коефіцієнт тертя, що характеризує взаємодію матеріалу з поверхнею твірної конуса;

N – нормальна складова сили реакції твірної конуса, Н;

$\bar{F}_{бок} = f_{вн} \cdot N_{бок}$ – сила, що виникає від внутрішнього тертя зерноsumіші, Н;

$f_{вн}$ – коефіцієнт, що характеризує внутрішнє тертя;

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

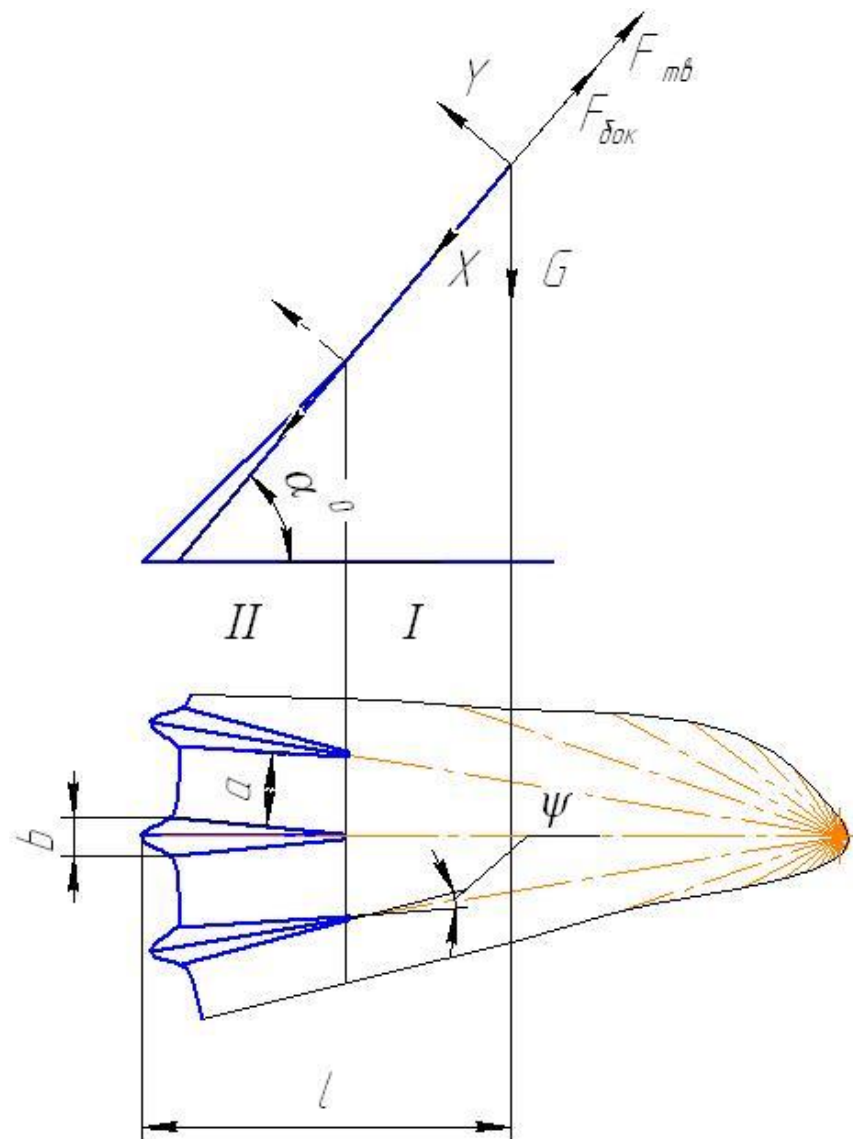


Рис. 3.3. Математична модель струменевого ділильника

$N_{бок}$ – сила бічної реакції сусідніх часток зернової суміші, яка визначається як:

$$N_{бок} = 2 \int_0^h \rho \cdot g \cdot y \cdot \Delta l dy = 2 \rho g \Delta l \frac{y^2}{2} \Big|_0^h = 2 \rho g \Delta l \frac{h^2}{2} = (\rho B \Delta l h) g \frac{h}{B} = mg \frac{h}{B}, (3.2)$$

де $h = h_0 \frac{V_0}{\dot{X}}$ – висота потоку зерноsumіші в момент часу t ;

h_0 – початкова висота потоку, м.

Відповідно, α_0 – кут, що визначає нахил твірної конуса до горизонту, град;
 V_0 – початкова швидкість суміші при витіканні з бункеру, м/с; B – робоча
 ширина конуса по твірній, м.

Серед параметричних обмежень – опір повітря має незначну величину (при
 швидкості руху матеріалу $V < 0,5$ м/с), тому ним знехтуємо.

Розглядаємо декартову систему координат, що розміщена на площині ХУ
 (рис.3.3) з початком координат у точці О, яка знаходиться в точці виходу
 матеріалу з бункеру, при цьому напрямок осі ОХ співпадає з напрямом початкової
 швидкості переміщення зерноsumіші, а вісь ОУ направляємо догори,
 перпендикулярно твірній конуса.

Зважаючи на вибрану систему координат рівняння (3.1) в проекціях на вісь
 ОХ прийме наступного вигляду:

$$m\ddot{x} = mg \sin \alpha_0 - fmg \cos \alpha_0 - f_{\text{вн}} mg \frac{h}{B}. \quad (3.3)$$

Таким чином, залежність (3.3), враховуючи (3.2) можливо представити у
 вигляді:

$$\ddot{x} + f_{\text{вн}} \cdot g \frac{h_0 V_0}{B \dot{x}} = g (\sin \alpha_0 - f \cdot \cos \alpha_0). \quad (3.4)$$

Рівняння (3.4) являє собою диференціальне рівняння другого порядку, що
 дозволяє провести відповідне пониження порядку. Для цього проведемо заміну
 $\dot{x} = V$, тоді $\ddot{x} = \dot{V}$ а з (3.4) отримаємо:

$$\dot{V} + f_{\text{вн}} \cdot g \frac{h_0 V_0}{BV} = g (\sin \alpha_0 - f \cos \alpha_0). \quad (3.5)$$

Диференціальне рівняння (3.5) являється диференціальним рівнянням першого порядку, що має роздільні змінні, розділивши які отримаємо:

$$\frac{dV}{g(\sin \alpha_0 - f \cos \alpha_0) - f_{\text{ен}} \cdot g \frac{h_0 V_0}{BV}} = dt, \quad (3.6)$$

або

$$A_1 \cdot \frac{V}{V - A_2} dV = dt, \quad (3.7)$$

$$\text{де } A_1 = \frac{1}{g(\sin \alpha_0 - f \cos \alpha_0)}, \quad A_2 = \frac{g}{B} A_1 f_{\text{ен}} \cdot h_0 V_0.$$

Провівши інтегрування отримаємо:

$$A_1 \cdot (V + A_2 \ln|V - A_2|) = t + C, \quad (3.8)$$

де C – постійна інтегрування, яка характеризує початкові умови при $V = V_0$,
тоді $t = t_0$.

Маємо

$$C = A_1 \cdot (V_0 + A_2 \ln|V_0 - A_2|) - t_0. \quad (3.9)$$

Підставляючи (3.9) в (3.8) одержимо:

$$A_1 \cdot (V + A_2 \ln|V - A_2|) = t + A_1 \cdot (V_0 + A_2 \ln|V_0 - A_2|) - t_0, \quad (3.10)$$

або

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_1 \cdot \left(V - V_0 + A_2 \ln \left| \frac{V - A_2}{V_0 - A_2} \right| \right) = t - t_0. \quad (3.11)$$

Залежність (3.11) визначає швидкість V в неявному вигляді як функцію по часу t .

Таким чином, для визначення закону переміщення матеріалу до ділильника необхідно розв'язати рівняння виду:

$$\dot{x} = V, \quad (3.12)$$

де швидкість переміщення V є розв'язком рівняння (3.11).

Оскільки рівняння (3.11) неможливо розв'язати в аналітичному вигляді відносно V , то (3.12) необхідно розв'язати в наближеному вигляді:

$$x_{i+1} = x_i + V_i \cdot \Delta t, \quad (3.13)$$

де V_i є коренем розв'язку рівняння, тоді рівняння (3.11) при по-кроковій інтеграції набуде вигляду:

$$A_1 \cdot \left(V_i - V_0 + A_2 \ln \left| \frac{V_i - A_2}{V_0 - A_2} \right| \right) = t_i - t_0, \quad (3.14)$$

де $t_i = t_{i-1} + \Delta t$.

Тепер розглянемо 2 Етап, що характеризує переміщення суміші під час входження в струменевий ділильник і переміщення в жолобі.

Під час взаємодії з парою ділильників потік зернового матеріалу можна розбити на три частини: дві крайні, які надходять на ділильники, та центральну, що буде спрямована вздовж жолобу, утвореному ділильниками. При отриманні

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

закону переміщення матеріалу на вході в ділильники використаємо закон збереження енергії.

Розглянемо рух частинок зерноsumіші, що знаходяться між двома вертикальними площинами, що перпендикулярні боковій поверхні ділильників. Прийнемо відстань між площинами, рівною Δl .

Тоді маса Δm , що проходить в жолоб між площинами матеріалу становить:

$$\Delta m = \rho a h \Delta l, \quad (3.15)$$

де ρ – щільність матеріалу, кг/м^3 ;

a – відстань між боковими поверхнями ділильників, м;

h – висота шару матеріалу, що переміщується між поверхнями ділильників, м.

При розгляді прийнятої декартової системи координат на площині $ХОУ$ (рис.3.3) з початком координат в точці O , маємо на твірній конуса в точці, де бере початок ділильник, вісь $ОХ$, що направлена паралельно твірній у напрямку переміщення матеріалу, а вісь $ОУ$ – розміщена перпендикулярно твірній конуса.

Закон збереження енергії стосовно вибраної частки зерноsumіші становитиме:

$$K_1 + \Pi_1 = K_2 + \Pi_2 + Q_{12}, \quad (3.16)$$

де K_1, Π_1, K_2, Π_2 – відповідно, значення кінетичної та потенціальної енергії в деякий момент часу t (індекс «1») та $t + \Delta t$ (індекс «2»);

Q_{12} – енергія, що буде витрачена на подолання сил тертя на переміщення матеріалу за час Δt .

Визначимо всі складові залежності (3.16) для визначення кінетичної і потенціальної енергій:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_1 = \frac{\Delta m V^2}{2}, \quad \Pi_1 = \Delta m g H, \quad K_2 = \frac{\Delta m (V + \Delta V)^2}{2}, \quad \Pi_2 = \Delta m g (H + \Delta H),$$

де $V, V + \Delta V, H, H + \Delta H$ – відповідно, швидкість та положення центра ваги матеріалу в моменти часу t та $t + \Delta t$.

Припустимо, що за час Δt зерноsumіш пройшла шлях Δx , тоді

$$\Delta H = -\Delta x \sin \alpha_0 + \frac{\Delta h}{2},$$

де Δh – величина зміни висоти шару зерноsumіші за час Δt .

Закон зміни висоти потоку зерноsumіші $h(x)$ за умови нерозривності потоку за час Δt запишемо у вигляді:

$$h_1 a_1 V_1 \Delta t = h_2 a_2 V_2 \Delta t,$$

де h_1, h_2 – значення висот потоку зерноsumіші відповідно на початку та в кінці другого етапу переміщення, м;

a_1, a_2 – відстань між боковими поверхнями ділильників на початку та в кінці другого етапу переміщення, м;

V_1, V_2 – швидкість зерноsumіші на початку та в кінці входження матеріалу в зону дії струменевих ділильників, м/с;

маємо:

$$h a V = (h + \Delta h)(a - \Delta x \sin \psi)(V + \Delta V),$$

або спростивши і записавши залежність з точністю до малих величин другого порядку:

$$0 = h a \Delta V + V a \Delta h - h V \sin \beta \Delta x - h \sin \psi \Delta x \Delta V + a \Delta h \Delta V - V \sin \psi \Delta h \Delta x \sin \psi \quad (3.17)$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи точність малих величин першого порядку отримаємо:

$$\Delta h \approx \frac{h}{a} \sin \psi \Delta x - \frac{h}{V} \Delta V, \quad (3.18)$$

Розділивши (3.18) на Δx і виконавши перехід до границі при $\Delta x \rightarrow 0$ матимемо диференціальний зв'язок між висотою суміші та її швидкістю:

$$h'_x = \frac{h}{a} \sin \psi - \frac{h}{V} V'_x. \quad (3.19)$$

Витрати Q_{12} , що затрачуються на подолання тертя можемо представити в наступному вигляді:

$$Q_{12} = Q_1 + Q_2 + Q_3,$$

де $Q_1 = \Delta m g f \cos \alpha_0 \Delta x$ – затрати енергії, що витрачаються при подоланні сил тертя об твірні розподільника;

$$Q_2 = f \cdot \rho g \frac{h^2}{2} \Delta l \frac{\Delta x}{\cos \psi} = f \Delta m g \frac{h}{2a} \frac{\Delta x}{\cos \psi} - \text{затрати енергії на подолання сил}$$

тертя об бокові стінки ділильників;

Q_3 – втрати кінетичної енергії, що характеризують удар матеріалу об бокові стінки ділильників.

Оскільки швидкість зерносуміші до контакту V і після контакту $V_{y\partial}$ пов'язані залежністю $V_{y\partial} = V(\sin \beta - f \cos \beta)$, то енергія Q_3 знаходиться як різниця кінетичної енергії до ΔK_1 і після ΔK_2 контактних моментів матеріалу з боковими стінками ділильників.

$$\begin{aligned} Q_3 &= \Delta K_1 - \Delta K_2 = 2 \frac{\Delta m_{\Delta x} V^2}{2} - 2 \frac{\Delta m_{\Delta x} V^2 (\sin \psi - f \cos \psi)^2}{2} = \\ &= \Delta m_{\Delta x} V^2 (1 - (\sin \psi - f \cos \psi)^2) = \Delta m \frac{\Delta x \cdot \operatorname{tg} \psi}{a} V^2 (1 - (\sin \psi - f \cos \psi)^2) \end{aligned} \quad (3.20)$$

де $\Delta m_{\Delta x} = \Delta m \frac{\Delta x \cdot \operatorname{tg} \psi}{a}$ – маса матеріалу, що зазнає удару об бокову стінку

ділильників.

Таким чином, підставляючи знайдені залежності для енергій, отримаємо загальне значення

$$\frac{\Delta m V^2}{2} + \Delta m g H = \frac{\Delta m (V + \Delta V)^2}{2} + \Delta m g \left(H - \Delta x \sin \alpha_0 + \frac{h}{2a} \sin \psi \Delta x - \frac{h}{2V} \Delta V \right) + \\ + \Delta m g f \cos \alpha_0 \Delta x + f \Delta m g \frac{h}{2a} \frac{\Delta x}{\cos \psi} + \Delta m \frac{\Delta x \cdot \operatorname{tg} \psi}{a} V^2 \left(1 - (\sin \psi - f \cos \psi)^2 \right).$$

Після відповідного спрощення наведеної залежності отримаємо:

$$0 = V \frac{\Delta V}{\Delta x} + g \left(-\sin \alpha_0 + \frac{h}{2a} \sin \psi - \frac{h}{2V} \frac{\Delta V}{\Delta x} \right) + \\ + g f \cos \alpha_0 + f g \frac{h}{2a \cos \psi} + \frac{\operatorname{tg} \psi}{a} V^2 \left(1 - (\sin \psi - f \cos \psi)^2 \right). \quad (3.21)$$

А застосувавши перехід в (3.21) до границі при $\Delta x \rightarrow 0$ отримаємо:

$$\left(V - \frac{gh}{2V} \right) V'_x = g \left(\sin \alpha_0 - f \cos \alpha_0 - \frac{h}{2a} \left(\sin \psi + \frac{f}{\cos \psi} \right) \right) - \\ - \frac{V^2}{2a} \sin 2\psi (1 - f^2 + 2f \cdot \operatorname{tg} \psi) \quad (3.22)$$

Таким чином, поставлене завдання звелось до розв'язання системи рівнянь виду:

$$\begin{cases} V'_x = \frac{Vg}{2V^2 - gh} \left[\left(2(\sin \alpha_0 - f \cos \alpha_0) - \frac{h}{a} \left(\sin \psi + \frac{f}{\cos \psi} \right) \right) - \frac{V^2}{2a} \sin 2\psi (1 - f^2 + 2f \cdot \operatorname{tg} \psi) \right] \\ h'_x = \frac{h}{a} \sin \psi - \frac{h}{V} V'_x \end{cases}$$

Наведену залежність стосовно моделювання переміщення зернового матеріалу при його розділенні багатоструменевими дільниками вирішуємо шляхом моделювання за допомогою пакету прикладних програм «MathCAD». Графічна інтерпретація вирішення задачі залежності швидкості введення при використанні струменеих ділильників від параметрів останніх наведена на рис. 3.4.

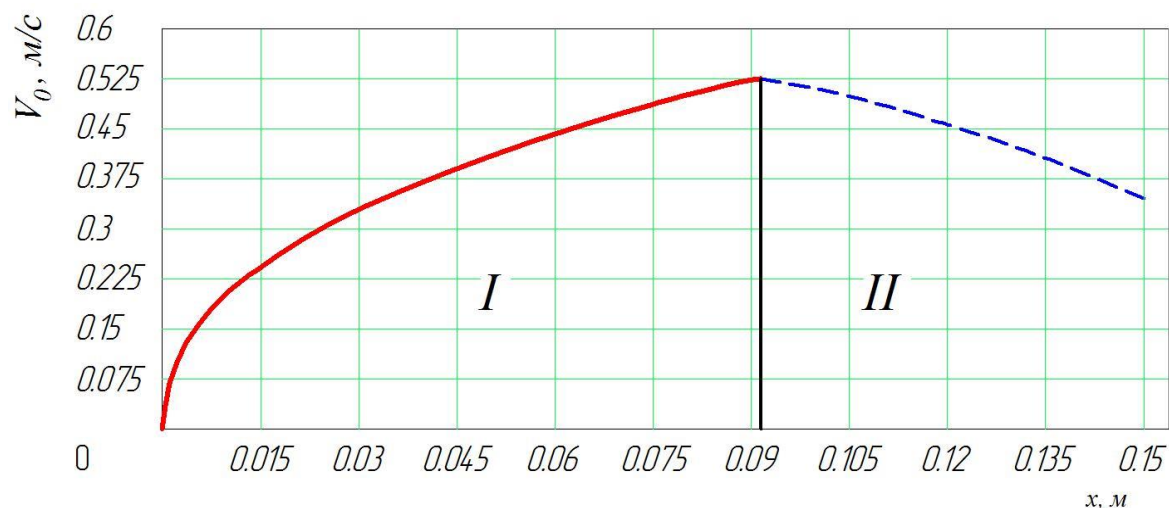


Рис. 3.4. Графічна інтерпретація залежності початкової швидкості введення зернової суміші від параметрів струменеих ділильників при $\alpha_0 = 50^\circ$; $\beta = 80^\circ$; $B = 0,6$ м

Аналіз одержаних залежностей (рис. 3.4) свідчить про наступні особливості:

1) залежно від початкових умов введення та величини довжини кожного з етапів переміщення суміші в струменеих ділильниках можна досягти відповідних прогнозованих швидкостей введення матеріалу в активну зону сепарації. При цьому, перший етап переміщення до ділильників характеризується наростанням швидкості матеріалу, а тому довжину цієї ділянки X_1 рекомендується встановити такою, щоб набута швидкість була достатньою для проходження послідуного етапу – розділення матеріалу струменевими ділильниками, на якому спостерігається не лише сповільнення суміші, але й збільшення її товщини. При застосування стосовно наведених умов рекомендовано приймати $X_1 = 0,01 \dots 0,092$ м. Другий етап визначає переміщення

матеріалу при вході в ділильники, при цьому спостерігається зниження швидкості переміщення часток зернової суміші, а тому довжину цієї ділянки необхідно вибрати в межах $X_2 = 0,048 \dots 0,062$ м. За результатами проведеного моделювання можливо відзначити, що за загальної довжини струменевих ділильників 48...58 мм можливо досягти початкової швидкості введення зерносуміші на рівні $V_0 = 0,3 \dots 0,5$ м/с. Для менших швидкостей введення є необхідним зменшити довжини I та II ділянок, при цьому додатково необхідно провести аналітичні моделювання (аналогічні проведеним вище).

3.4. Технологічні розрахунки

Розрахунок параметрів повітряного каналу

Вихідні дані:

- тип машини – пневматична з вертикальним зигзагоподібним каналом кільцевого перерізу;
- питома продуктивність $q = 1500$ кг/дм·год;
- призначення – для первинного очищення зерносуміші;
- ефект очищення $\varepsilon = 60\%$;
- чіткість сепарації – не більше 2 %;
- габаритна висота машини – не більше 1450 мм;

Глибина каналу C визначається за емпіричною залежністю з умов оптимальної подачі, при якій забезпечується задана якість очищення [25]:

$$C = \frac{q + 1350 \cdot \eta - 1135}{22,7 - 27 \cdot \eta} = \frac{1500 + 1350 \cdot 0,6 - 1135}{22,7 - 27 \cdot 0,6} = 180 \text{ мм},$$

де q – питоме завантаження одиниці ширини каналу, кг/год·дм;

$\eta = 0,6 \dots 0,7$ – повнота виділення легких домішок при попередньому очищенні.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величину глибини каналу можна визначити з графіку залежності, що пов'язує навантаження на сепаруючий канал, глибину ПСК і ефект очищення (рис. 3.5).

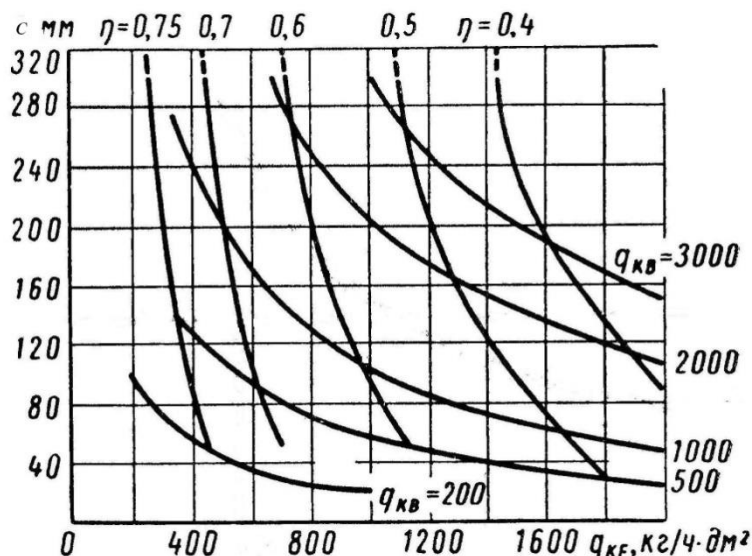


Рис. 3.5. Графік залежності ефекту повітряної сепарації η від навантаження $q_{кв}$ і $q_{кF}$ сепаруючого каналу та його глибин C .

Таким чином, при продуктивності $q_{кF}=900$ кг/дм²·год і навантаженні $q=1500$ кг/дм·год глибина каналу C становить $C = 180$ мм.

Мінімальне значення ширини сепаруючого каналу B визначається за оптимальним навантаженням q для заданої продуктивності $Q = 30$ т/год.

$$B_{min} = \frac{Q}{q} = \frac{30000}{1500} = 200 \text{ мм.}$$

Оскільки фактична конструктивна ширина каналу становить $B_{\phi}=600$ мм, визначимо внутрішній діаметр кільцевого ПСК:

$$D_{вн} = 2 \cdot R;$$

де $B_{\phi} = \pi \cdot R$;

Тоді внутрішній діаметр ПСК складає:

$$D_{\text{вн}} = 2R = 2 \frac{V_{\text{ф}}}{\pi} = 2 \frac{600}{3,14} = 382 \text{ мм}_{\text{мм}}$$

Визначаємо зовнішній діаметр машини (рис. 3.6):

$$D_{\text{зов}} = D_{\text{вн}} + 2C = 382 + 2 \cdot 180 = 742 \text{ мм}$$

На встановлення значення кута завантаження в ПСК мають вплив кут α взаємодії повітряного потоку з зерноsumішшю та її швидкість V_0 . При цьому значення кута нахилу пасивного конуса-дозатора до горизонту α_0 , для забезпечення переміщення зернової суміші повинен бути більшим за кут тертя зерноsumіші φ по поверхні дозатора, тобто $\alpha_0 \geq \varphi$. Попередніми дослідженнями встановлено, що кут введення зернової суміші α_0 до повітряного каналу при інших однакових умовах має незначний вплив на ступінь розсіювання, але впливає на його віддалення від зони введення, тому його величина встановлюємо конструктивно $\alpha_0 = 50^\circ$, забезпечуючи виконання наведеної умови переміщення.

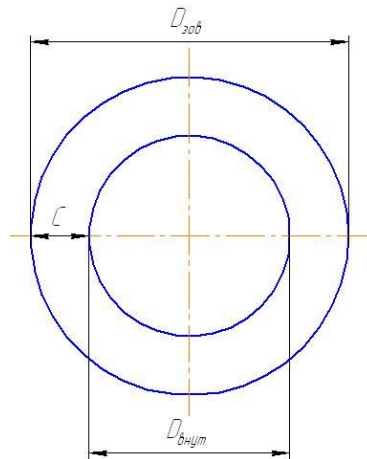


Рис. 3.6. Схема до визначення розміру ПСК кільцевого перерізу.

Висота каналу здійснює вплив на ефективність сепарації. Зі збільшенням H до 1500 мм ефективність сепарації збільшується, зі зменшенням H – знижується. Тому H потрібно приймати максимально великою (1500 мм), виходячи із конструктивним міркувань.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість подачі зернового матеріалу в сепаруючий канал слід приймати рівною 0,3 м/с. При цій швидкості, як показали досліди [4] отримується найбільша ефективність сепарації.

Розрахунок витрат повітря

Витрати повітря в каналі становлять:

$$V = 3600S \cdot v_0 = 3600 \cdot 0,55 \cdot 6 = 11880 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де v_0 – швидкість повітряного потоку в каналі, $v_0 = 6$ м/с.

S – площа перерізу кільцевого каналу;

$$S = \pi R^2 - \pi r^2$$

де R – зовнішній радіус сепаратора;

r – внутрішній радіус сепаратора;

$$S = 3,14 \cdot (0,371^2 - 0,191^2) = 0,55 \text{ м}^2$$

Визначення втрат тиску повітряного сепаратора

Загальні втрати тиску ΔN_1 повітряною системою сепаратора становлять:

$$\Delta N_1 = N_{\text{пов}} + N_{\text{зерн}} + N_{\text{верт}}$$

де $N_{\text{пов}}$ – втрати тиску на тертя об стінки каналу та на подолання місцевих опорів (розширення, звуження, поворот), кг/м²;

$N_{\text{зерн}}$ – втрати тиску при русі повітря разом з зерновим матеріалом, кг/м²;

$N_{\text{верт}}$ – втрати тиску на підймання матеріалу у вертикальному каналі, кг/м².

Втрати тиску повітря на подолання тертя визначимо за формулою:

$$N_{\text{пов}} = \left(\lambda \cdot \frac{l_{\kappa}}{d} + \sum \xi \right) \cdot \rho \cdot \frac{v_0^2}{2 \cdot g}$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де λ – коефіцієнт, що характеризує опір тертя, відповідно до формули Блесса:

$$\lambda = 0,0125 + \frac{0,0011}{d_e} = 0,0125 + \frac{0,0011}{0,722} = 0,014$$

де l_k – довжина каналу, $l_k = 1,45$ м;

d_e – еквівалентний діаметр, $d_e = 0,722$ м;

ξ – коефіцієнт, що характеризує місцеві опори, для наших умов $\xi = 1,2$;

ρ – щільність повітря за нормальних умов, $\rho = 1,2$ кг/м³;

Коефіцієнт опору тертя становить:

Тоді втрати на подолання тертя становлять:

$$N_{нов} = \left(0,014 \cdot \frac{1,45}{0,722} + 1,2 \right) \cdot 1,2 \cdot \frac{6^2}{2 \cdot 9,81} = 2,7 \text{ кг / м}^2$$

Втрати тиску на переміщення повітря разом з зерною сумішшю складають:

$$N_{зерн} = N_{нов} \cdot (1 + K_0 \cdot \mu)$$

де K_0 – коефіцієнт, що залежить від параметрів каналу та фізико-механічних властивостей зернової суміші, $K_0 = 0,75$;

μ – коефіцієнт, що характеризує концентрацію суміші, та визначається як:

$$\mu = \frac{G_m}{G_g} = \frac{1800}{7516,8} = 0,27 \approx 0,3$$

де G_m , G_g – відповідно подача зернового матеріалу та повітря, кг/год.

Для заданої продуктивності машини 30000 кг/год будемо вважати, що повітряним потоком видаляється 10% від завантаження. Тоді для ефекту

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очищення $\varepsilon=60\%$ подача зернового матеріалу становить $G_m = 1800$ кг/год. Подачу повітря визначаємо за формулою:

$$G_g = V \cdot \rho$$

де V – витрати повітря в каналі, м³/год;

Тоді подача повітря в сепаратор складає:

$$G_g = 6264 \cdot 1,2 = 7516,8 \text{ кг/год}$$

Втрати тиску при русі повітря разом з зерною сумішшю складають:

$$N_{\text{зерн}} = 2,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,75) = 3,3 \text{ кг / м}^2$$

Втрати тиску на підйом зерноsumіші вертикальним каналом складуть:

$$N_{\text{верт}} = \rho \cdot g \cdot l_k \cdot \mu \cdot \sin \alpha = 1,2 \cdot 9,81 \cdot 1,45 \cdot 0,3 \cdot \sin 75^\circ = 4,94 \text{ кг / м}^2$$

де α – кут нахилу твірних каналу до горизонту, $\alpha = 75^\circ$.

Таким чином втрати повного тиску складають:

$$N_1 = 2,7 + 3,3 + 4,94 = 10,94 \text{ кг / м}^2,$$

а загальні втрати тиску пневмосистемою та пилоочисником:

$$N = \Delta N_1 + N_{\text{пил}} = 10,94 + 49,2 = 60,14 \text{ кг / м}^2$$

Висновки

Аналіз роботи турбінного сепаратора виявив можливість підвищити ефективність розділення зернової суміші на фракції шляхом його розпушування по вертикалі у зигзагоподібному каналі кільцевого перерізу з введенням матеріалу в ПСК у вигляді струменів. Аналітично проаналізовано умови введення суміші в зону сепарації, параметри струменевих ділильників для забезпечення

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективності очищення Згідно отриманих досліджень можемо зробити наступні висновки і рекомендації.

Зерновий матеріал необхідно вводити в зону дії повітряного потоку під кутом $\alpha_0 = 50^\circ$ зі швидкістю $V_0 = 0,3 \dots 0,5$ м/с. Вказані параметри забезпечуються відповідною довжиною розгінної ділянки, яка становить $S = 150$ мм при товщині шару матеріалу в зоні введення $h_z = 6 \dots 10$ мм.

При застосуванні струменевих ділильників в місці введення суміші до пневмоканалу спостерігається гальмування швидкості переміщення зерноsumіші на етапі розділення матеріалу на окремі струмені, що супроводжується збільшенням товщини шару матеріалу за рахунок зменшення ширини утвореного ділильниками жолоба. Але при цьому конструктивне виконання розподільника у вигляді конуса дозволяє досягти зменшення товщини матеріалу за рахунок збільшення площі розсіювання. Для досягнення ефективної швидкості введення суміші $V_0 = 0,3 \dots 0,5$ м/с відстань від бункера до ділильника повинна бути $X_1 = 0,01 \dots 0,092$ м, довжина ділильника – $X_2 = 0,048 \dots 0,062$ м.

Провівши конструктивне обґрунтування параметрів вдосконаленого пневмоканалу зерноочисної машини турбінного типу можемо зробити наступні висновки:

1. Внесені зміни забезпечують ефективність розділення зернового матеріалу повітряним потоком за рахунок його розпушування по вертикалі у зигзагоподібному каналі кільцевого перерізу.

2. Розрахунки параметрів вертикального пневмоканалу, такі як ширина, глибина і висота дозволили зменшити габаритні розміри машини, а отже зменшити матеріалоемність. Також це дозволило скоротити витрати часу на усунення поломок та деформацій.

3. Обґрунтовано вибір втрати тиску пневмосистемою розробленого сепаратора, що дозволяє обґрунтувати вибір пилоочисника і вентилятора, а також інших складових, що входять до конструкції машини.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Охорона праці

Інструкція з безпечної експлуатації зерноочисної машини СВО – 30

До роботи на сепараторі при його експлуатації і ремонті допускаються особи, які вивчили інструкцію по експлуатації і пройшли інструктаж з охорони праці, пожежній безпеці і правилам долікарської допомоги при враженні електричним струмом, опіках та інших нещасних випадках.

Перед початком роботи:

- впевнитися в правильності роботи зерноочисної машини, перевірити наявність і закріплення огорожень;
- перевірити наявність і комплектність протипожежного інвентарю та аптечки.

Слідкувати за справністю заземлення електрообладнання зерноочисної машини. Не працювати без заземлення або при його неполадках.

Опір контуру повторного заземлення повинен бути не більше 4 Ом, а опір ізоляції по відношенню до струмоведучих частин не менше 0,5 мОм.

Під час роботи:

- не допускати присутності поблизу зерноочисної машини сторонніх осіб;
- не виконувати огляд, очищення, змащування, регулювання механізмів і знімати огороження;

Всі роботи по технічному обслуговуванню виконувати тільки при знятті напруги.

Для зняття напруги:

- відключити рубильник, який подає напругу на ящик управління;
- відключити пакетний вимикач ящика управління.

Над рубильником і на ящикові управління повісити попереджувальний плакат: «Не вмикати – працюють люди!».

Обслуговування і ремонт електрообладнання повинно використовуватись особами, які мають допуск електрика не нижче третього розряду.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Слідкувати за тим, щоб при роботі зерноочисної машини не попадалися металеві та інші сторонні предмети. При появі в машині сторонніх шумів чи вібрацій негайно зупинити машину, виявити і усунути причину шуму та вібрацій.

Силу повітряного потоку регулювати відкриванням чи закриванням заслінки. Швидкість повітряного потоку регулюють так, щоб легкі і мілкі домішки не залишалися в очищеному зерні, а з відходами не виносилося повноцінне зерно.

Пуск сепаратора після монтажу, ремонту або довгої зупинки виконувати тільки з дозволу головного інженера (механіка) після перевірки технічного стану.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Економічна частина

За рахунок змін конструкції зерноочисної машини турбінного типу підвищилась ефективність пневмосепарації за рахунок виконання конструкції кільцевого пневмоканалу зигзагоподібним, струменевого введення матеріалу в пневмоканал, відмови в конструкції сепаратора від активного приводу розподільчого конуса, що зменшує енергоємність з 3,5 кВт до 3 кВт. Проведений розрахунок в конструкторській частині модернізованого сепаратора показав, що за рахунок більш якісного розподілення матеріалу по перерізу каналу можна зменшити його габарити і, відповідно, матеріалоємність, скоротити витрати часу на усунення поломок та деформацій на 4 хвилин та на очищення пилоочисника на 2 хвилин у робочу зміну.

Вихідні дані для визначення техніко-економічного рівня та економічної ефективності модернізованої машини наведені в таблиці 5.1. Розрахунки проводимо згідно методологічних рекомендацій [30-32], а методика представлена у додатках.

Таблиця 5.1. Вихідні дані для визначення техніко-економічного рівня та економічної ефективності модернізації

№ п/п	Показники	Умовні позн.	Один. вимір	Машина СВО - 30	
				базова	модерн.
1	2	3	4	5	6
1	Ціна машини	$C_{оп}$	грн	78870	
2	Собівартість виготовлення машини	C	грн.	63240	
3	Вартість покупних виробів собівартості машини	$C_{п}$	грн.	28760	26500
4	Маса машини	M	кг	363	306
5	Маса покупних виробів	$M_{п}$	кг	69	57
6	Потужність електродвигуна	N	кВт	3,5	3
7	Продуктивність машини за одну годину чистого часу	Q	т/год	25	30
8	Коефіцієнт використання часу зміни: робочого експлуатаційного	$K_{вр}$ $K_{ек}$		0,82 0,76	

9	Кількість обслуговуючого персоналу	$P_{об, чол}$		1	1
10	Кількість деталей в машині	H_3	шт.	1472	1483
11	Кількість найменувань деталей в машині всього в т. ч.: оригінальних стандартних	D_3	шт.	354	360
		$D_{ор}$	шт.	45	51
		$D_{ст}$	шт.	87	94
12	Кількість найменувань деталей, які розроблені в процесі модернізації	$H_{ор}$	шт.		17

Зміни внесені до конструкції зерноочисної машини дають можливість зменшити енергоємність процесу очищення і матеріалоємність конструкції. Провівши розрахунки економічної ефективності модернізованої машини можемо зробити наступні висновки:

1. Оскільки величина узагальненого показника більше одиниці то маємо, що техніко – економічний рівень модернізованої машини в 1,3 раз вищий ніж у базової.

2. Річний економічний ефект заводу-виробника від впровадження модернізованої машини у виробництво становить 14349 грн., а річний економічний ефект споживача модернізованої машини – 7003 грн.

3. Маючи позитивний ефект і споживача і виробника доцільно впроваджувати модернізовану машину у виробництво.

6. Висновки

В даній кваліфікаційній роботі проведено вдосконалення технології вирощування соняшника, зокрема його післязбиральної обробки і виконана модернізація основних робочих органів серійного пневмосепаратора турбінного типу.

На підставі аналізу базової технології, а також огляду літературних джерел по післязбиральній обробці зерна автором запропоновано внести зміни в базову технологію, доповнивши її технологічним процесом повітряної очистки в вертикальному пневмоканалі кільцевого перерізу, що дало змогу покращити якість продукції і підвищити продуктивність зерноочисно-сушильного комплексу.

В науковій частині проведено модернізацію пневмоканалу (виконаний зигзагоподібним), що підвищило якість взаємодії повітряного потоку з зерновою сумішшю, а також вдосконалено механізм введення зернової суміші до ПСК, що проявляється в використанні пасивного розподільчого конуса, нижня частина якого виготовлена перфорованою у вигляді ділильників. Для вказаної модернізації проведені теоретичні дослідження параметрів і режимів роботи сепаратора, а також визначені якісні показники процесу очищення. Проведені дослідження дозволили зробити наступні висновки:

1. Завдяки використанню запропонованого способу введення зернової суміші у пневмоканал досягається підвищення ефективності пневмосепарації за рахунок рівномірного розміщення матеріалу по перерізу ПСК у вигляді зернових струменів.

2. Розрахунок параметрів і режимів роботи модернізованого сепаратора виявив, що при розміщенні матеріалу по перерізу вертикального кільцевого каналу у вигляді зернових струменів зменшується матеріалоемність машини на 13%.

3. Зміни, внесені до конструкції сепаратора, дозволили відмовитись від активного приводу розподільчого конуса, що зменшує енергоємність на 14%.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Проведені теоретичні дослідження умов введення зернового матеріалу до ПСК дозволили обґрунтувати параметри та режими роботи пневмосепаратора. Зерновий матеріал вводиться в зону дії повітряного потоку під кутом $\alpha_0 = 50^\circ$ зі швидкістю $V_0 = 0,3 \dots 0,5$ м/с. При цьому довжина розгінної ділянки для забезпечення заданої швидкості має становити $S = 150$ мм при товщині шару матеріалу в зоні введення $h_s = 6 \dots 10$ мм.

5. Аналіз рух матеріалу по розгінній поверхні дозволив обґрунтувати параметри ділильників: ширина 10,5 мм, довжина 58 мм та відстань між ними 21 мм. Для досягнення ефективної швидкості введення суміші $V_0 = 0,3 \dots 0,5$ м/с відстань від бункера до ділильника повинна бути $X_1 = 0,01 \dots 0,092$ м.

Розроблено інструкцію по техніці безпеки при роботі зерноочисної машини СВО – 30 для забезпечення безпечних умов праці обслуговуючого персоналу і захисту навколишнього середовища.

В розділі економічної частини було розраховано доцільність впровадження модернізованого пневмосепаратора у виробництво і встановлено, що внесені зміни до конструкції дозволяють отримати позитивний економічний ефект.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Ткалич И.Д. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника): монография / И.Д. Ткалич, Ю.И. Ткалич, С.Г. Рычик; под ред. доктора. с.-х. наук, проф. И.Д. Ткалича. – Днепропетровск, 2011. – 172 с.
2. Олексюк О. М. Вплив способів сівби і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшника в північній частині Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. с.-г. н. / О. М. Олексюк. –Дніпропетровськ, 2000. – 16 с.
3. Гончаров О. Соняшник: вологу випив, добрива з’їв, нічого не залишив? // AGROONE №47. – № 10 (47). – жовтень 2019. – С. 14-18. URL: <https://www.agroone.info/magazine/agroone-47/>.
4. 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. URL: http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/3920/1/TVPR_2_2010.pdf.
5. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. К.: Аграрна освіта, 2001. С.356 – 373. URL: <http://lib.udau.edu.ua/bitstream/123456789/620/1/%D0%97%D1%96%D0%BD%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%86.%2C%20%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%92.%D0%9D.%2C%20%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B6%D0%BA%D0%BE%20%D0%9C.%D0%90.%20%D0%A0%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE.pdf>.
6. Сільгосптехніка для внесення КАС і інших рідких добрив / В. Войновський // Журнал «Пропозиція», №2, 2019 р. URL: <https://propozitsiya.com/ua/silgosp tehnika-dlya-vnesennya-kas-i-inshyh-ridkyh-dobryv>.
7. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка / Я.С. Гуков – К.: Нора-Прінт, – 1999.– 280 с.
8. Гайденко, О. Правильний обробіток ґрунту – запорука високих урожаїв / О. Гайденко // Агробізнес сьогодні. – 2017. – Жовт. (№ 18). – С. 24–26.
9. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посібник / М. С. Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. – вид. 2-ге,

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допов. – Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2012. – 84 с.

10. Соняшник. Асортимент продукції ВНІС. URL: <http://vnis.com.ua/catalog/oil-seed/sunflower/>.

11. Петров П.В. Агротехнологія і технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. / Петров П.В., Посполітак Т.Є., Юркевич Є.О. – К. : Аграрна освіта, 2009. – 268 с. URL: <http://ndarpal.lg.ua/wp-content/uploads/2020/04/%D0%90%D0%93%D0%A0%D0%9E%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%86%D0%AF.pdf>

12. Методичні рекомендації до оформлення випускної кваліфікаційної роботи здобувачів другого (магістерського) освітнього рівня спеціальності 208 «Агроінженерія» за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / [уклад. : О. М. Васильковський, Д. І. Петренко, К. В. Васильковська, С. М. Лещенко, С. М. Мороз] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 40 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10501>.

13. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» : для студ. спец. 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. ; [уклад. В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко та ін.]. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018. – 170 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8095>.

14. Тарасенко А. П. Интенсификация пневмоинерционной сепарации зерна / А. П. Тарасенко, В. П. Шацкий и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – Воронеж. – 1998. – № 1. – С. 195–203.

15. Васильковський О.М. Підвищення ефективності повітряного очищення зерна / О.М. Васильковський, Д.І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник КНТУ. – Кіровоград. – 2005. – Вип. 35. – С. 286–288.

16. Бурков А. И. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание / А. И. Бурков, Н. П. Сычугов. – Киров: Изд-во НИИСХ Северо-Восток, 2000. – 258 с.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Машина семяочистительная стационарная KDC 4000. Каталог продукции Kongskilde Industries. – Режим доступа: <http://www.kongskilde.com>.
18. Mod. PRA - Rotary cleaner with aspiration. Каталог продукції Zanin company. – Режим доступу : <http://www.zanin-italia.com>.
19. Котов Б. І. Інтенсифікація вібропневматичного розділення зернових матеріалів на решетах / Б. І. Котов, С. П. Степаненко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград. – 2005. – Вип. 35. – С. 209–214.
20. Котов Б. І. Перспективи розвитку конструкцій зернонасіноочисної техніки / Б. І. Котов, М. І. Волошин // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград. – 2001. – Вип. 31. – С. 110–111.
21. Машина предварительной очистки МПО-50С. Каталог продукции ОАО Головное специализированное конструкторское бюро (ГСКБ) "ЗЕРНООЧИСТКА". – Режим доступа : <http://zernoochistka.ru>.
22. Протокол испытаний № 14-39-2006 (4070082) от 28.09.2006 г. Сепаратор предварительной очистки зерна СПО-100.
23. Повітряний сепаратор СВО-1. Каталог продукції ТОВ «ОЛИС». URL: <https://www.olis.com.ua/ukr/vozdushnyj-separator-svo.html>.
24. Вібраційний відцентровий сепаратор БЦС – 100. Каталог продукції Компанії БЦС-Сервіс. [Електронний ресурс]. URL: <https://bcs-service.com.ua/uk/%d0%b1%d1%86%d1%81-100-2/>.
25. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки : навч. посіб. для студ. агротехн. спец. / О. М. Васильковський, С. М. Лещенко, К. В. Васильковська, Д. І. Петренко. – Харків. 2019. – 164 с. : іл. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10486>.
26. Підручник дослідника : навч. посіб. для студ. агротехн. спец. / О. М. Васильковський, С. М. Лещенко, К. В. Васильковська, Д. І. Петренко. - Кіровоград : Мачулін, 2016. - 204 с. : іл. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/2898>.
27. ДСТУ 7011:2009. Соняшник. Технічні умови (62699).

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

28. Охорона праці у сільському господарстві. – ТОВ «ТЕХ МЕДІА ГРУП», 2019 р. URL: https://techmedia.com.ua/sites/default/files/online_version/ECO_SX/files/assets/basic-html/toc.html.
29. Графічні символи: Кольори та знаки безпеки. Частина 1. Принципи проектування знаків безпеки для робочих місць та місць громадського призначення: ДСТУ ISO 3864-1:2005.– [Чинний від 2005-05-25].– К: Держстандарт України, 2006. 25 с.
30. Єрмаков О.Ю., Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.
31. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник - К.: Вища освіта, 2013. – 535с.
32. Нелеп В. М. Планування на аграрному підприємстві: Підручник. – 2-ге вид., перероб. та доп. — К.: КНЕУ, 2004. — 495 с.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оцінка техніко-економічного рівня модернізованої машини

Визначення зміни техніко-економічного рівня базової машини під впливом заходів по модернізації її конструкції проводиться шляхом розрахунків величини основних абсолютних та відносних показників, які його характеризують, та комплексного показника техніко-економічного рівня машини. Розрахунки виконуються у наступному порядку:

Визначається коефіцієнт уніфікації конструкції:

$$K_y = \frac{D_z - D_{op}}{D_z},$$

де D_z – загальна кількість найменувань деталей у машині за винятком метизів, шт;

D_{op} – кількість найменувань оригінальних деталей, шт.

$$K_{y\delta} = \frac{354 - 45}{354} = 0,87 \qquad K_{y.m} = \frac{360 - 51}{360} = 0,86$$

Відносний показник рівня уніфікації конструкції:

$$B_{ky} = K_{y.m} / K_{y\delta},$$

де $K_{y.m}$ та $K_{y\delta}$ – величини коефіцієнтів уніфікації конструкції модернізованої та базової машини.

$$K_{ky} = \frac{0,86}{0,87} = 0,99$$

Коефіцієнт стандартизації конструкції:

$$K_{ct} = D_{ct} / D_z,$$

де D_{ct} – кількість найменувань стандартних деталей в машині, шт.

$$K_{ct\delta} = \frac{87}{354} = 0,24 \qquad K_{ct.m} = \frac{94}{360} = 0,26$$

Відносний показник рівня стандартизації конструкції:

$$B_{ct} = K_{ct.m} / K_{ct\delta},$$

де $K_{ct.m}$ та $K_{ct\delta}$ – величини коефіцієнти стандартизації конструкції модернізованої та базової машини.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{cm} = \frac{0,26}{0,24} = 1,08$$

Коефіцієнт конструктивної повторюваності:

$$K_{кп} = H_3 / D_3,$$

де H_3 – загальна кількість деталей в машині, шт.

$$K_{кп б} = \frac{1472}{354} = 4,15$$

$$K_{кп м} = \frac{1483}{360} = 4,12$$

Відносний показник рівня конструктивної повторюваності:

$$B_{кп} = K_{кпм} / K_{кпб},$$

де $K_{кпм}$ та $K_{кпб}$ – величини коефіцієнтів конструктивної повторюваності модернізованої та базової машини.

$$B_{кп} = \frac{4,12}{4,15} = 0,993$$

Собівартість модернізованої машини:

$$C_m = \frac{C_b - \Pi_{пб}}{M_b - M_{пб}} \cdot (M_m - M_{пм}) + \Pi_{пм},$$

де C_b – собівартість виготовлення базової машини, грн.;

$\Pi_{пб}$ – ціна (вартість) покупних виробів у собівартості базової та модернізованої машини, грн.;

M_b та M_m – маса базової та модернізованої машини, кг;

$M_{пб}$ та $M_{пм}$ – маса покупних виробів базової та модернізованої машини, кг.

$$C_m = \frac{(63240 - 28760)}{363 - 69} \cdot (306 - 57) + 26500 = 55702 \text{ грн}$$

Продуктивність машини за 1 годину експлуатаційного та змінного часу:

$$P_{ек} = Q \cdot K_{ек},$$

$$P_{зм} = Q \cdot K_{зм},$$

де Q - продуктивність машини за одну годину чистого часу;

$K_{ек}$ та $K_{вр}$ – коефіцієнти використання експлуатаційного та робочого часу зміни. Для базової машини вони задані, а для модернізованої визначаються за формулами:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{вр.м} = \frac{T_{вр.б} + \Delta T_0 / 60}{T_{зм}}$$

$$K_{ек.м} = \frac{T_{ек.б} + (\Delta T_0 + \Delta T_{yn}) / 60}{T_{зм}}$$

де $T_{вр.б}$ і $T_{ек.б}$ – відповідно кількість годин робочого і експлуатаційного часу базової машини у зміні;

$T_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год.;

ΔT_0 та ΔT_{yn} – кількість хвилин у робочу зміну, на яку скорочуються витрати часу відповідно, на технічне обслуговування та на ліквідування поломок та деформацій в результаті модернізації базової машини.

$$T_{вр.б} = T_{зм} \cdot K_{вр.б},$$

$$T_{ек.б} = T_{зм} \cdot K_{ек.б},$$

$$K_{вр.м} = \frac{10 \cdot 0,82 + \frac{2}{60}}{10} = 0,823;$$

$$K_{ек.м} = \frac{10 \cdot 0,76 + \frac{(2+4)}{60}}{10} = 0,77;$$

$$\Pi_{зм.б} = 25 \cdot 0,82 = 20,5 \text{ м / год};$$

$$\Pi_{зм.м} = 30 \cdot 0,823 = 24,69 \text{ м / год};$$

$$\Pi_{ек.б} = 25 \cdot 0,76 = 19,0 \text{ м / год};$$

$$\Pi_{ек.м} = 30 \cdot 0,77 = 23,1 \text{ м / год};$$

Питома собівартість машини:

$$C_{п} = C / \Pi_{ек},$$

де C – собівартість машини, грн.

$$C_{п.б} = \frac{63240}{19} = 3328,4 \text{ грн};$$

$$C_{п.м} = \frac{55702}{23,1} = 2411,3 \text{ грн};$$

Відносний показник рівня питомої собівартості:

$$B_{сп} = C_{п.б} / C_{п.м},$$

де $C_{п.б}$ та $C_{п.м}$ – питома собівартість базової та модернізованої машини.

$$B_{сп} = \frac{3328,4}{2411,3} = 1,38$$

Питома матеріаломісткість машини:

$$M_{п} = M / \Pi_{ек},$$

де M – маса «сухої», тобто не завантаженої машини, кг.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{пб} = \frac{363}{19} = 19,1 \text{ кг};$$

$$M_{пм} = \frac{306}{23,1} = 13,47 \text{ кг}$$

Відносний показник рівня питомої матеріаломісткості:

$$B_{мп} = \frac{M_{пб}}{M_{пм}},$$

де $M_{пб}$ та $M_{пм}$ – питома матеріаломісткість базової та модернізованої машини.

$$B_{мп} = \frac{19,1}{13,47} = 1,42$$

Узагальнений показник техніко-економічного рівня модернізованої машини:

$$Y_{тер} = \sum_i^m a_i \cdot B_{oi},$$

де B_{di} – величина і-го відносного показника техніко-економічного рівня;

m – кількість відносних показників, прийнятих до розрахунків;

a_i – коефіцієнт вагомості і-го відносного показника техніко-економічного рівня.

$$Y_{тер} = 0,15 \cdot 0,99 + 0,05 \cdot 1,08 + 0,05 \cdot 0,993 + 0,45 \cdot 1,38 + 0,3 \cdot 1,42 = 1,3$$

Визначення витрат на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини

Витрати на проектування конструкції:

$$B_{п} = N_{ор} \cdot T_{кон} \cdot Z_{сг} \cdot \left(1 + \frac{B_c}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{П_{св}}{100}\right),$$

де $N_{ор}$ – кількість найменувань оригінальних деталей, які розроблюються в процесі модернізації, шт;

$T_{кон}$ – сумарна трудомісткість розробки конструкторської документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі (15 - 75 годин, в залежності від конструктивної складності машини);

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$Z_{\text{ст}}$ – середньогодинна заробітна плата конструкторів, грн.;

B_c – відрахування на соціальне страхування та в спеціальні фонди (37,5 – 38), %;

$\Pi_{\text{св}}$ – процент посередніх витрат (20-35 %).

$$B_n = 17 \cdot 40 \cdot 33,3 \cdot \left(1 + \frac{37,7}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 37417 \text{ грн}$$

Витрати на розробку технології виготовлення модернізованої машини:

$$B_T = H_{\text{ор}} \cdot T_T \cdot Z_{\text{ст}} \cdot \left(1 + \frac{B_c}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\Pi_{\text{св}}}{100}\right),$$

де T_T – сумарна трудомісткість розробки технологічної документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі, (16-48 годин).

$$B_m = 17 \cdot 30 \cdot 33,3 \cdot \left(1 + \frac{37,7}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 28063 \text{ грн}$$

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

$$B_{\text{осн}} = H_{\text{ор}} \cdot \sum_{i=1}^k K_{\text{тос}}(i) \cdot K_{\text{ком}}(i) \cdot C_{\text{ос}}(i),$$

де k – кількість груп оснащення (штампи, пристосування, різальний, вимірювальний та допоміжний інструмент);

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

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

$C_{\text{ос}}(i)$ – ціна одиниці оснащення i -ої групи, грн.

$$B_{\text{осн}} = 17 \cdot (0,3 \cdot 2 \cdot 1800 + 0,22 \cdot 1600 + 0,3 \cdot 3 \cdot 100 + 0,2 \cdot 3 \cdot 90 + 0,2 \cdot 3 \cdot 40) = 32096 \text{ грн}$$

Витрати на виготовлення дослідного зразка:

$$B_{\text{оз}} = (1, 2 \dots 1, 3) \cdot C_m,$$

$$B_{\text{оз}} = 1,2 \cdot 55702 = 66842,4 \text{ грн}$$

Витрати на виготовлення дослідної партії:

$$B_{\text{он}} = (1, 1 \dots 1, 2) \cdot C_m \cdot H_m,$$

де H_m – кількість машин у дослідній партії, шт (2-8 шт).

$$B_{\text{он}} = 1,1 \cdot 55702 \cdot 2 = 122544 \text{ грн}$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інші витрати на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$i_{\text{нв}} = \frac{K_{\text{ін}}}{100} \cdot \sum_1^5 B(1),$$

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

$$i_{\text{нв}} = \frac{15}{100} \cdot (37417 + 28063 + 32096 + 66842,4 + 122544) = 43044,4 \text{ грн}$$

Сума витрат на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$B_{\text{осв}} = B_{\text{п}} + B_{\text{т}} + B_{\text{осн}} + B_{\text{дз}} + B_{\text{дп}} + I_{\text{нв}},$$

$$B_{\text{осв}} = 37417 + 28063 + 32096 + 66842,4 + 122544 + 43044,4 = 330007,2 \text{ грн}$$

Питомі витрати на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$B_{\text{пос}} = \frac{B_{\text{осв}}}{H_{\text{ср}}},$$

де $H_{\text{ср}}$ – середньорічна програма випуску модернізованої машини, шт.

$$B_{\text{пос}} = \frac{330007,2}{80} = 4125 \text{ грн}$$

Обґрунтування оптової ціни модернізованої машини

Оптова ціна модернізованої машини в цьому випадку може бути визначена так:

$$C_{\text{оп.м}} = C_{\text{оп.б}} \cdot \frac{П_{\text{ек.м}}}{П_{\text{ек.б}}} \cdot K_p,$$

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

$$C_{\text{оп.м}} = 78870 \cdot \frac{23,1}{19} \cdot 0,9 = 86300 \text{ грн}$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$E_{ГВ} = (\Pi_{опм} - C_M) - (\Pi_{опб} - C_б) - B_{пос} \cdot E_H,$$

де E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних витрат(0,15-0,16).

$$E_{ГВ} = (86300 - 55702) - (78870 - 63240) - 4125 \cdot 0,15 = 14349 \text{ грн}$$

Визначення річного економічного ефекту споживача модернізованої машини

Заробітна плата обслуговуючого персоналу:

$$З_{п} = \frac{\sum_{i=1}^k \text{Роб}(i) \cdot \Gamma_{тс}(i)}{\Pi_з},$$

де $\text{Роб}(i)$ – кількість робітників, виконуючих роботу i -го розряду, чол;

$\Gamma_{тс}(i)$ – годинна тарифна ставка i -го розряду роботи, грн.;

k – кількість розрядів робіт, які виконують робітники при обслуговуванні машини.

$$З_{пб} = \frac{1 \cdot 51,8}{20,5} = 2,5 \text{ грн};$$

$$З_{пм} = \frac{1 \cdot 51,8}{24,69} = 2,1 \text{ грн};$$

Амортизація машини:

$$B_{ам} = \frac{K_{п} \cdot \Pi_{оп} \cdot H_a \cdot K_M}{100 \cdot \Pi_{ек} \cdot P_з},$$

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

H_a – норма щорічних амортизаційних відрахувань на реновацію машини, % (робочі машини та обладнання – 15%);

$P_з$ – нормативне або розрахункове річне завантаження машини, год (для зерноочисних машин $P_з = 260$ год.;

K_M – кількість машин, які входять до складу одного агрегату.

$$B_{амб} = \frac{1,3 \cdot 78870 \cdot 15 \cdot 1}{100 \cdot 19 \cdot 260} = 3,1 \text{ грн};$$

$$B_{амм} = \frac{1,3 \cdot 86300 \cdot 15 \cdot 1}{100 \cdot 23,1 \cdot 260} = 2,8 \text{ грн};$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на електроенергію:

$$B_e = \frac{B_{\text{пд}} \cdot C_e}{\Pi_{\text{зм}} \cdot K_{\text{кд}} \cdot K_{\text{км}}},$$

де $B_{\text{пд}}$ – встановлена потужність електродвигунів та інших споживачів електроенергії, кВт;

C_e – ціна 1 кВт. – год. електроенергії, грн.;

$K_{\text{кд}}$ та $K_{\text{км}}$ – коефіцієнти корисної дії електродвигунів (0,84) та мережі (0,96-0,98).

$$B_{\text{еб}} = \frac{3,5 \cdot 2,34}{20,5 \cdot 0,84 \cdot 0,96} = 0,49 \text{ грн};$$

$$B_{\text{лм}} = \frac{3 \cdot 2,34}{24,69 \cdot 0,84 \cdot 0,96} = 0,35 \text{ грн};$$

Витрати на збереження машин, які входять до складу агрегату:

$$B_z = \frac{\sum H_z(i)}{\Pi_{\text{ек}}},$$

де $H_z(i)$ – норматив витрат, які припадають на 1 годину зберігання машин, які входять до складу агрегату, грн.

$$B_{\text{зб}} = \frac{0,6}{19} = 0,031 \text{ грн};$$

$$B_{\text{зм}} = \frac{0,6}{23,1} = 0,025 \text{ грн};$$

Питомі капітальні витрати на одиницю вироблюваної продукції або роботи по зрівнюваних машинах визначаються за формулою:

$$\Pi_{\text{кв}} = \frac{1}{\Pi_{\text{ек}}} \cdot \frac{B_{\text{вм}}}{P_{\text{зм}}},$$

де $B_{\text{вм}}$ – балансова вартість машини (базової або модернізованої), грн.;

$P_{\text{зм}}$ – нормативне річне завантаження машини, год.

Балансова вартість машини, визначається таким чином:

$$B_{\text{в}} = K_{\text{п}} \cdot C_{\text{оп}},$$

$$B_{\text{вмб}} = 1,3 \cdot 78870 = 102531 \text{ грн};$$

$$B_{\text{вмм}} = 1,3 \cdot 86300 = 112190 \text{ грн};$$

$$\Pi_{\text{квб}} = \frac{1}{19} \cdot \frac{102531}{260} = 20,7 \text{ грн};$$

$$\Pi_{\text{квм}} = \frac{1}{23,1} \cdot \frac{112190}{260} = 18,7 \text{ грн};$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річний економічний ефект споживача модернізованої машини

$$E_{\text{рсп}} = [(E_{\text{вб}} + E_{\text{н}} \cdot \Pi_{\text{квб}}) - (E_{\text{вм}} + E_{\text{н}} \cdot \Pi_{\text{квм}})] \cdot \Pi_{\text{скм}} \cdot P_{\text{зм}},$$

$$E_{\text{бб}} = Z_{\text{нб}} + B_{\text{амб}} + B_{\text{нб}} + B_{\text{зб}}; \quad E_{\text{вм}} = Z_{\text{нм}} + B_{\text{амм}} + B_{\text{нм}} + B_{\text{зм}};$$

$$E_{\text{бб}} = 2,5 + 3,1 + 0,49 + 0,031 = 6,121 \text{ грн}$$

$$E_{\text{вм}} = 2,1 + 2,8 + 0,35 + 0,025 = 5,275 \text{ грн}$$

$$E_{\text{рсп}} = [(6,121 + 0,16 \cdot 20,7) - (5,275 + 0,16 \cdot 18,7)] \cdot 23,1 \cdot 260 = 7003 \text{ грн.}$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документація			
		А3			МВС 01. 010 СБ	Складальне креслення			
		А4		1	МВС 01. 010. 401	Стояк	1		
				2	МВС 01. 010. 402	Стояк	1		
				3	МВС 01. 010. 403	Поперечина	1		
				4	МВС 01. 010. 404	Поперечина	1		
				5	МВС 01. 010. 405	Поперечина	1		
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	МВС 01. 010					
				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Инв. № подл.	Разраб.	Шапошник			Стояк передній	Лит.	Лист	Листов	
	Пров.	Петренко						1	
	Н.контр.	Мачок				ЦНТУ, гр. АІ-20М(14)-1			
	Утв.	Свірень							

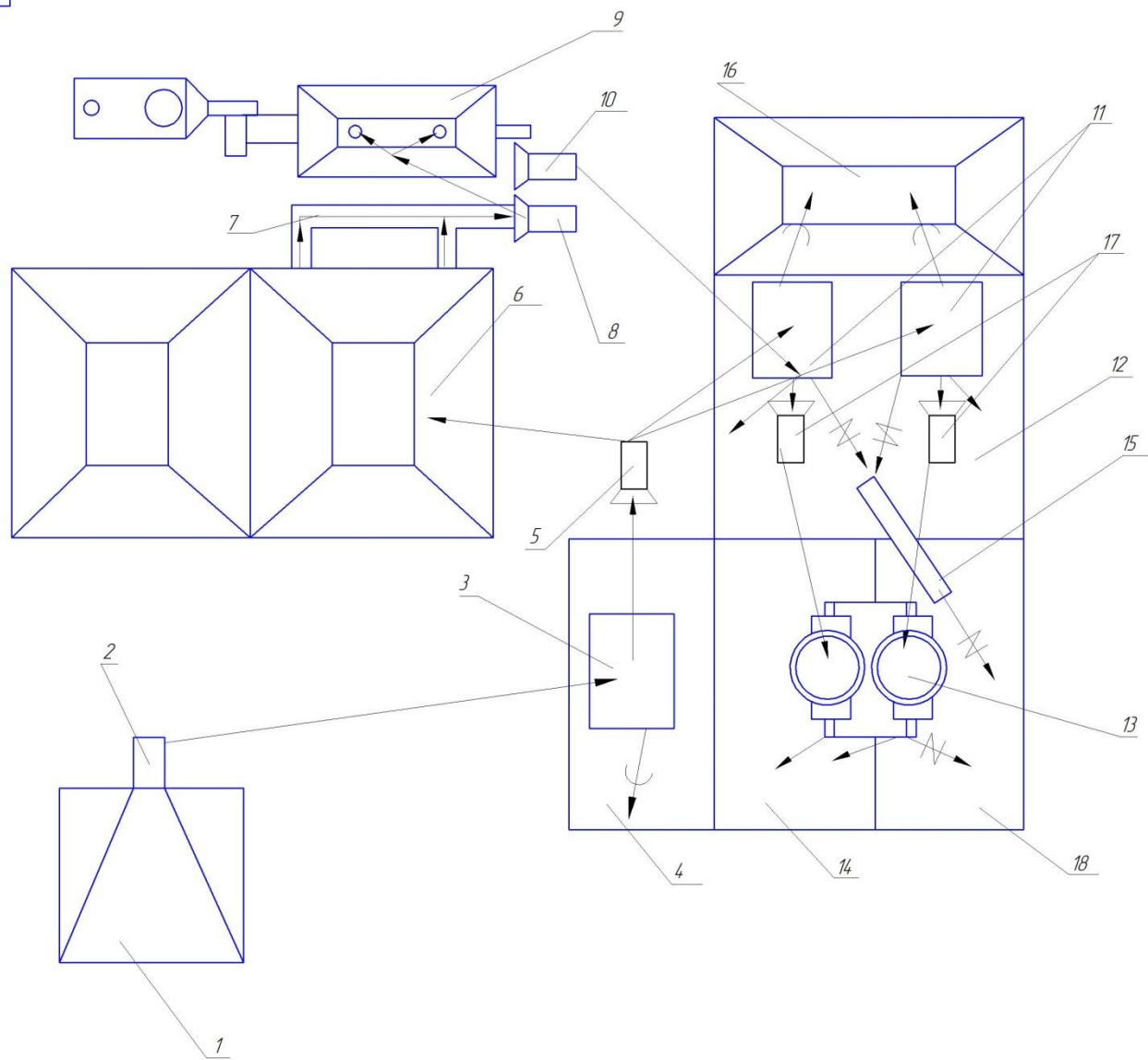
Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документація		
	A3			MBC 00.070 СБ	Складальне креслення		
					Деталі		
		1		MBC 00.070.401	Обойма	5	
Подп. и дата							
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
				MBC 00.070			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Шапошник			Модуль		
Пров.		Петренко					
Н.контр.		Мачок			ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-1		
Утв.		Свірень					
				Лит. Лист Листов			
				1			

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

«Механізація вирощування соняшника з
обґрунтуванням параметрів турбінного
сепаратора»

Виконав здобувач вищої освіти
групи AI-20M(1,4)-1
ШАПОШНИК Артем Анатолійович

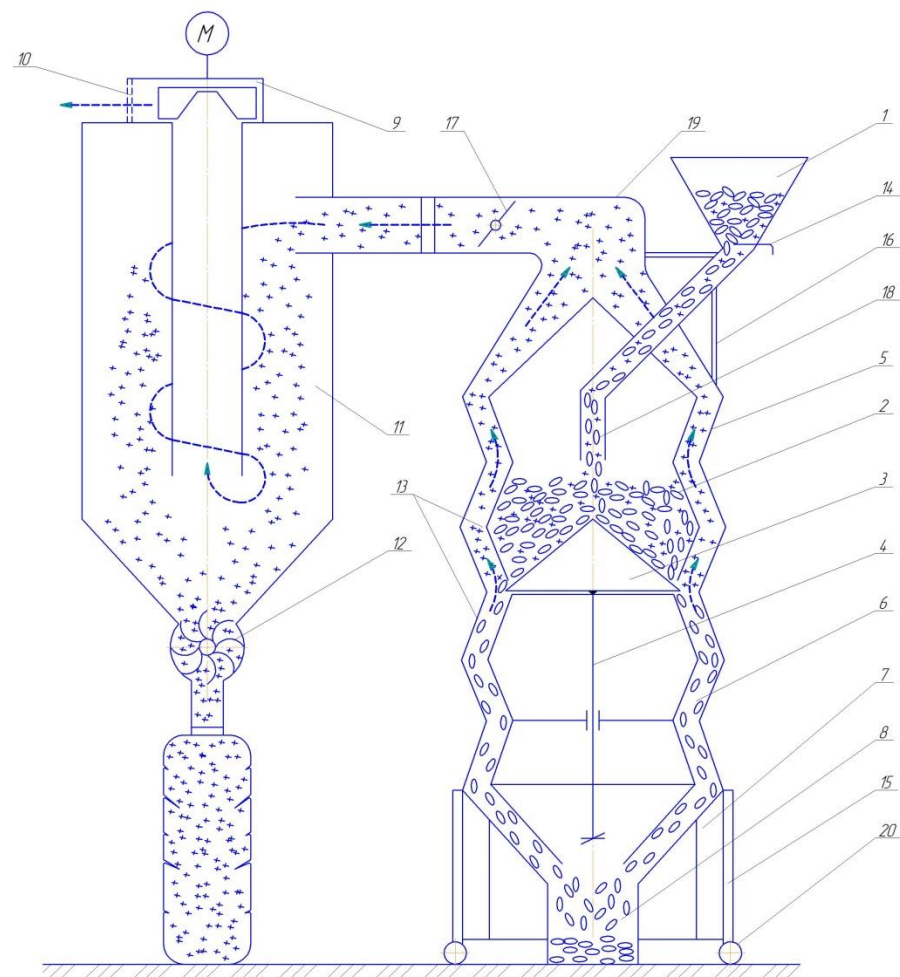
Керівник проекту
Дмитро ПЕТРЕНКО



1. Завальна яма
2. Норія 2НПЗ-20
3. Машина попередньої очистки
4. Бункер відходів
5. Норія НПЗ-50
6. Бункер накопичувальний
7. Шнек-дозатор
8. Норія НПЗ-20
9. Сушарка СЗЖ-10
10. Норія НЗ-20
11. Машина первинної очистки МЗС-25 - 2шт
12. Бункер зерновий
13. Турбінний сепаратор - 2шт
14. Бункер насіннєвого зерна
15. Транспортёр шнековий ТШ-30 L-3.5M - 2 шт
16. Бункер відходів
17. Норія НЗ-20 - 2 шт
18. Бункер фуражных відходів

—————> Переміщення зерна
 - - - - -> Переміщення фуражных відходів
> Переміщення смітних відходів

				МВС 00.000 Т4			
Зав. МВС	М. Діжур	Ліва	Право	Технологічна схема роботи зерноочисно-сушильного комплексу	Лист	Масштаб	Масштаб
Розроб.	Виконав.	Перевір.	Голов.		1		
Н. Коваленко	О. Коваленко	В. Коваленко	М. Коваленко				
М. Коваленко	О. Коваленко	В. Коваленко	М. Коваленко				



Умовні позначення:

- Повітряний потік
- Зерно основної культури
- Легкі домішки і пил

[illegible]

Аналіз руху зернового матеріалу під час його розділення багатоструменевим ділильником

МБС 00.001 НН

1. Аналіз руху до ділильників

Диференціальне рівняння руху має вигляд:

$$m\bar{a} = \bar{G} - \bar{F}_{mv} - \bar{F}_{бок}. \quad (1)$$

Сила реакції сусідніх частинок знаходиться з виразу:

$$F_{бок} = 2 \int_0^h \rho \cdot g \cdot y \cdot \Delta l dy = 2 \rho g \Delta l \frac{y^2}{2} \Big|_0^h = 2 \rho g \Delta l \frac{h^2}{2} = (\rho B \Delta l h) g \frac{h}{B} = mg \frac{h}{B}, \quad (2)$$

Провівши перетворення отримаємо:

$$\ddot{x} + f_{ен} g \frac{h_0 V_0}{B \dot{x}} = g (\sin \alpha - \cos \alpha). \quad (3)$$

Розрахункова схема

Після пониження порядку рівняння (3) та введення заміни, отримаємо його рішення в неявному вигляді для кожного кроку інтеграції (i)

$$A_1 \cdot \left(V_i - V_0 + A_2 \ln \left| \frac{V_i - A_2}{V_0 - A_2} \right| \right) = t_i - t_0. \quad (4)$$

2. Аналіз руху під час входження в багатоструменевий ділильник і переміщення в жолобі

Відстань між площинами рівна Δl а маса Δm матеріалу

$$\Delta m = \rho a h \Delta l. \quad (5)$$

Закон збереження енергії для вибраної частини матеріалу

$$K_1 + \Pi_1 = K_2 + \Pi_2 + Q_{12}. \quad (6)$$

K_1, Π_1, K_2, Π_2 - відповідно, кінетична і потенціальна енергії в деякий момент часу t ;

Q_{12} - енергія, затрачена на подолання сил тертя при русі матеріалу за час t .

МБС 00.001 НН					
Аналіз руху суміші при розділенні ділильником	-	-	-	-	-
Датум	20.01.2014	Лист	14	З	АІ-2011(4)-1

Результати дослідження руху зернового матеріалу у багатоструменевому ділильнику

МБС 00.002 НН

Закон зміни висоти потоку матеріалу визначається з умови нерозривності:

$$h_1 a_1 V_1 \Delta t = h_2 a_2 V_2 \Delta t. \quad (1)$$

Після спрощення з точністю до малих першого порядку отримаємо диференціальний зв'язок між висотою матеріалу і його швидкістю:

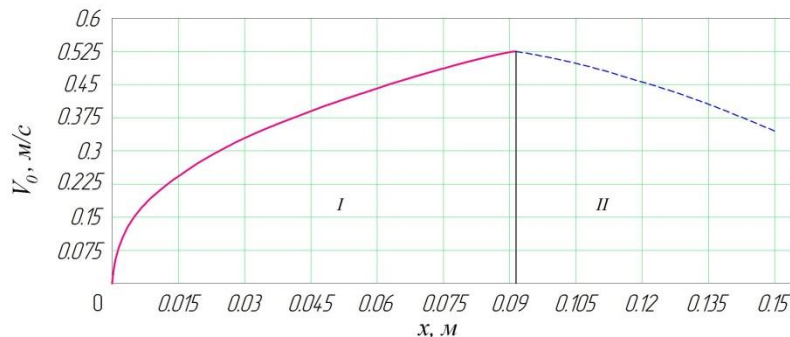
$$h_x' = \frac{h}{a} \sin \beta - \frac{h}{V} V_x'. \quad (2)$$

Закон збереження енергії має вигляд

$$\frac{\Delta m V^2}{2} + \Delta m g H = \frac{\Delta m (V + \Delta V)^2}{2} + \Delta m g \left(H - \Delta x \sin \alpha_0 + \frac{h}{2a} \sin \psi \Delta x - \frac{h}{2V} \Delta V \right) + \Delta m g f \cos \alpha_0 \Delta x + f \Delta m g \frac{h}{2a} \frac{\Delta x}{\cos \psi} + \Delta m \frac{\Delta x \cdot \operatorname{tg} \psi}{a} V^2 \left(1 - (\sin \psi - f \cos \psi)^2 \right). \quad (3)$$

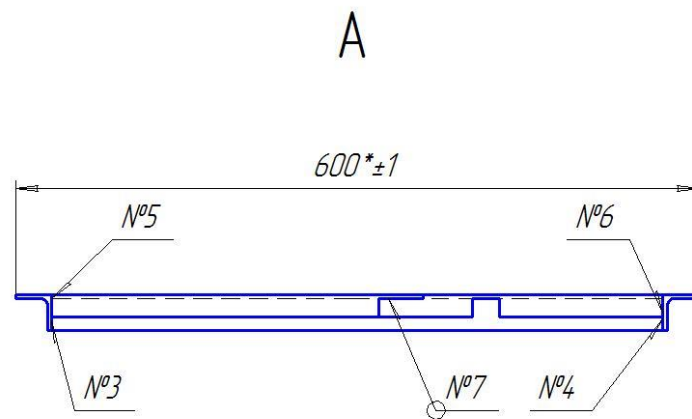
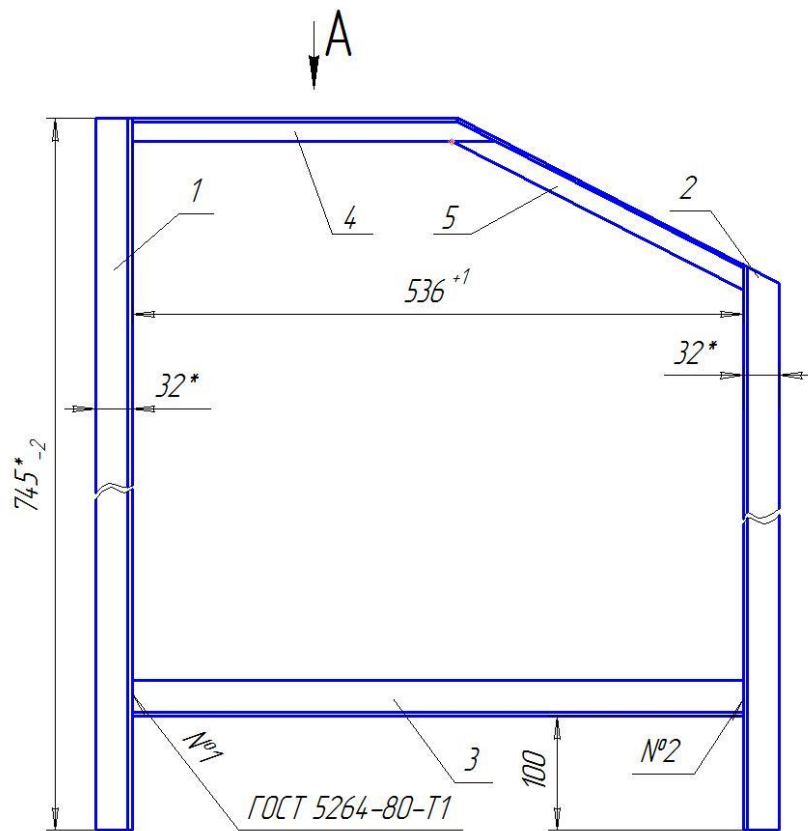
Після спрощення отриманого виразу поставлена задача звелась до вирішення системи рівнянь

$$\begin{cases} V_x' = \frac{Vg}{2V^2 - gh} \left[\left(2(\sin \alpha_0 - f \cos \alpha_0) - \frac{h}{a} \left(\sin \psi + \frac{f}{\cos \psi} \right) \right) - \frac{V^2}{2a} \sin 2\psi (1 - f^2 + 2f \cdot \operatorname{tg} \psi) \right] \\ h_x' = \frac{h}{a} \sin \psi - \frac{h}{V} V_x'. \end{cases} \quad (4)$$



Залежність початкової швидкості введення зернового матеріалу від параметрів багатоструменевого ділильника при $\alpha_0=50^\circ$; $\beta=80^\circ$; $B=0,6$ м

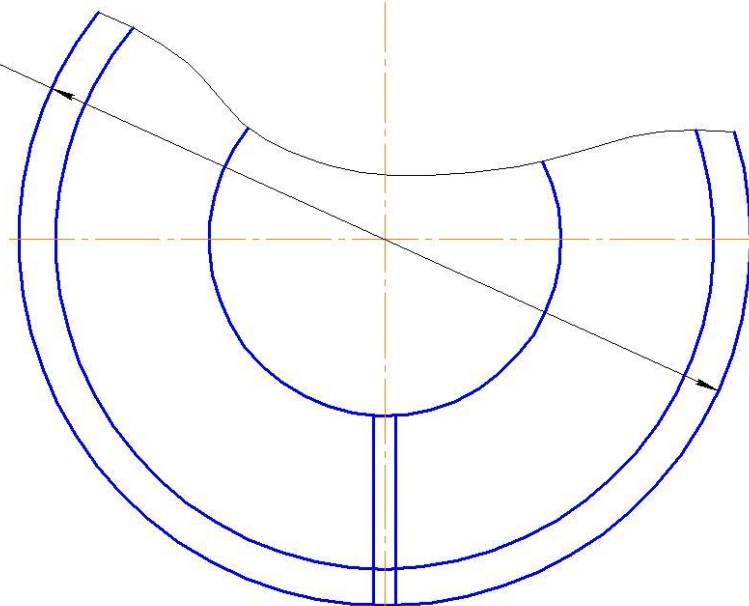
МБС 00.002 НН					
Результати дослідження руху суміші при розділенні ділильником	-	-	-	-	-
Датум	20.01.2014	Лист	14	З	АІ-2011(4)-1



1. *Разміри для довідок.
2. Допускається виконання зварних швів по ГОСТ 8713-79.

МВС 01.010 СБ				Лист	Маса	Масштаб
Стояк передній				4,7	1:4	
—				Лист	Листов	1
—				ЦНТУ, гр. АІ-20М(14)-1		
Формат А3						

W 8-01



1. В місцях згину допускається радіус розміром не більше 2 мм, гофри висотою не більше 0,5 мм і вмивання глибиною не більше 0,8 мм, довжиною не більше 5 мм.
2. Неспівпадіння контурів замка не більше 0,5 мм.
3. Розриви на кромках не допускаються.
4. * Розміри для довідок.

					MBC 00.070 СБ				
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата		<i>Модуль</i>	Лит.	Маcса	Масштаб	
Разраб.	Шапошник						1,4	1:5	
Проб.	Петренко					Лист	Листов 1		
Т.контр.									
Н.контр.	Мачок					-	ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-1		
Утв.	Свіренъ								

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

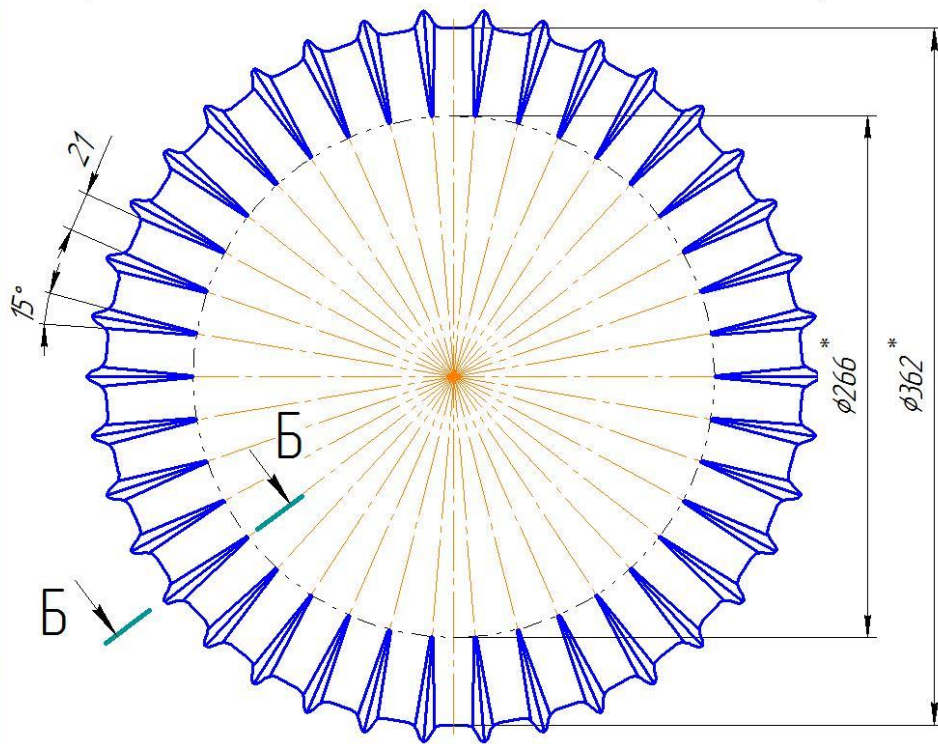
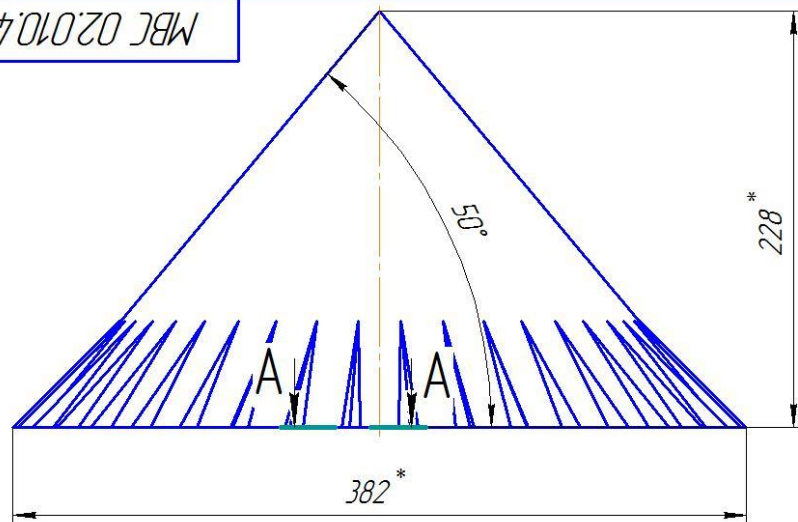
Подп. и дата

Взам. инв. №

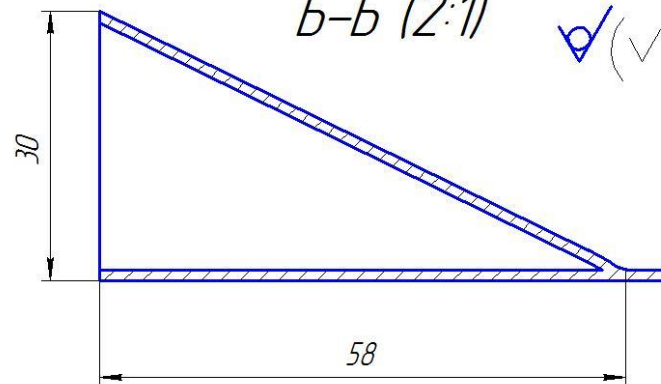
Подп. и дата

Инв. № подл.

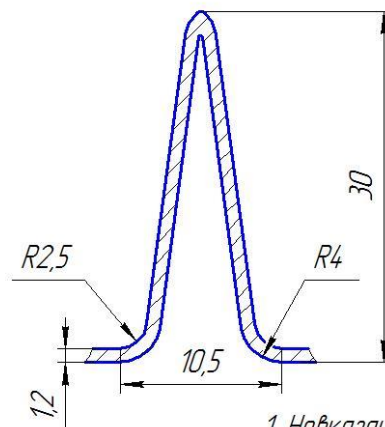
МВС 02.010.4.15



Б-Б (2:1)



А - А (2,5:1)



1. Невказані радіуси заокруглень 1,5мм;
2. Штамповочний ухил не більше 1° в сторону зменшення розмірів.
3. * Розміри для довідок.

МВС 02.010.4.15

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Шапошник		
Пров.		Петренко		
Т.контр.				
Н.контр.		Мачок		
Утв.		Свірень		

Конус

Лит.	Масса	Масштаб
	1,2	1:2,5
Лист	Листов	1

Б-ПН-0-12х1000 ГОСТ 19904-74
Стэлс ГОСТ 14637-89

ЦНТУ,
гр. АІ-20М(1,4)-1

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Спроб. №

Подп. и дата

Инв. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № посл.

MBC 01.010.401

1. *Размеры для довідок.

2. Невказані граничні відхилення розмірів по IT16/2.

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разр.	Шопошник					0,8	1:4
Проб.	Петренко				Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.	Мачок				32x32x3-В ГОСТ 19771-74	ЦНТУ,	
Утв.	Свирень				СтЗпс-3 ГОСТ 11474-76	гр. АІ-20М(1,4)-1	

Копиробал

Формат А4

Перв. примен.

Спроб. №

Подп. и дата

Инв. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № посл.

MBC 02.010.613

√ Ra 12,5 (√)

1. Невказані граничні відхилення розмірів діаметрів Н14, h14, інших ±IT16/2.

2. *Размеры для довідок.

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разр.	Шопошник					0,7	1:1
Проб.	Петренко				Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.	Мачок				Пруток 16-Б-1	ЦНТУ,	
Утв.	Свирень				9-Т-У8А ГОСТ 14955-77	гр. АІ-20М(1,4)-1	

Копиробал

Формат А4