

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Механіко - технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
завідувач кафедри
сіськогосподарських машин
(назва кафедри)
та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка

_____ Гуменюк Ю,О
(підпис) (ПІБ)
“ _____ ” _____ 2025р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ БАКАЛАВРА

**на тему: бакалавра «Модернізація конструкції
зернозбирального комбайна для збирання
насінників трав»**

Спеціальність 208 “Агронженерія”
(код і назва)

Гарант освітньої програми

К.т.н, доцент

(підпис)

Сівак І.М.

Керівник дипломного проекту

К.т.н, доцент

(підпис)

Гуменюк Ю.О.

Виконав

Сердюк І.С.

КИЇВ - 2025

РЕФЕРАТ

Назва дипломного проєкту:

«Модернізація конструкції зернозбирального комбайна для збирання насінників трав». Проєкт містить 64 аркушів креслень та 10 сторінок пояснювальної записки.

Мета роботи — розробити технологічне рішення, яке сприятиме підвищенню врожайності насіння конюшини без збільшення капітальних витрат на виробництво, шляхом впровадження сучасних технічних засобів догляду за рослинами та збирання врожаю.

У дипломному проєкті досліджено біологічні особливості конюшини, розглянуто агротехнічні прийоми її вирощування та методи збирання. Проведено аналіз наявних конструкцій комбайнів, які використовуються для збирання насіння конюшини, та здійснено порівняння їх ефективності.

Окрему увагу приділено розрахункам технологічного процесу збирання, зокрема роботі відцентрового сепаратора для очищення насіння. Визначено рівень конкурентоспроможності запропонованої технологічної системи за узагальненими показниками, обґрунтовано її економічну доцільність. Також проаналізовано конструкцію та ефективність застосування гумових амортизаторів у вдосконаленій техніці.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	3
ЗМІСТ.....	4
ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	7
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	13
2.1. Біологічні особливості конюшини.....	13
2.2. Аналіз технології вирощування конюшини на насіння.....	18
2.2.1. Вибір площі та сівозміни.....	18
2.2.2. Підготовка ґрунту.....	19
2.2.3. Передпосівне удобрення.....	19
2.2.4. Технологія сівби: строки, способи, норми.....	20
2.2.5. Передпосівна обробка насіння.....	21
2.2.6. Догляд за посівами.....	22
2.2.7. Збирання конюшини.....	22
2.3. Операційна технологія виконання операції збирання насіння конюшини.....	23
2.3.1. Умови роботи.....	23
2.3.2. Агротехнічні вимоги.....	23
2.3.3. Комплектування агрегату.....	24
2.3.4. Підготовка та регулювання агрегату.....	24
2.3.5. Підготовка поля.....	25
2.3.6. Контроль якості роботи.....	25
2.4. Розрахунок збиральної операції.....	26
2.5. Складання технологічної карти на вирощування конюшини на насіння.....	30
2.5.1 Принципи розрахунку показників технологічної карти.....	30
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	32
3.1. Аналіз існуючих конструкцій машин.....	32

3.2.	Удосконалення конструкції машин.....	41
3.3.	Обґрунтування параметрів розробки.....	47
3.4.	Розрахунок циклона.....	47
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	52
4.1.	Стан охорони праці в СТОВ «Пологівське».....	52
4.2.	Охорона праці при збиранні насіння конюшини. Міри безпеки при роботі на зернозбиральних комбайнах.....	53
4.2.1	Перед початком роботи.....	53
4.2.2.	Під час роботи.....	53
4.2.3.	Міри безпеки при роботі на схилах.....	54
4.2.4.	Робота в нічний час.....	55
4.2.5	Міри протипожежної безпеки при роботі на комбайнах.....	55
5.	ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ....	58
	ВИСНОВКИ.....	62
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	63

ВСТУП

Конюшина відіграє важливу роль у забезпеченні худоби поживними кормами. Її вирощують у польових і кормових сівозмінах, а також використовують для покращення культурних сіножатей і пасовищ. Це одна з найдавніших кормових культур в Україні — відома ще з середини XVIII століття.

Конюшиновий корм відзначається високою поживною цінністю, зокрема значним вмістом перетравного протеїну, який перевищує норму на одну кормову одиницю. Завдяки цьому він ефективно доповнює вуглеводні корми в раціонах. Окрім того, конюшина багата на амінокислоти — лізин, триптофан, ізолейцин, аргінін, лейцин, треонін, валін тощо. Це дає змогу балансувати раціони не лише за вмістом каротину, а й за амінокислотним складом, що особливо важливо для годівлі тварин і птиці.

Однак наявне виробництво насіння конюшини щороку забезпечує лише близько 70% від потреби. Через це доводиться подовжувати період експлуатації трав'яних площ із 2 до 5 років, що, своєю чергою, спричиняє зниження врожайності у 1,5—2 рази і втрату тисяч тонн цінного білкового корму.

Серед поширених технологій збирання насіння — пряме комбайнування та роздільне збирання з дворазовим проходом комбайна. Основним засобом для збирання виступає зернозбиральний комбайн з додатковим обладнанням. Проте втрати насіння при цьому можуть сягати до 20%, а за несприятливих погодних умов — навіть до 50% врожаю.

У зв'язку з цим актуальним є розроблення нових технологій, які дадуть змогу підвищити врожайність насіння конюшини без значного зростання капіталовкладень, шляхом запровадження сучасної техніки для догляду за рослинами і збирання насіння.

РОЗДІЛ 1

Аналіз господарської діяльності.

У якості базового господарства для виконання дипломного проєкту обрано сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю (СТОВ) «Пологівське», яке розташоване у селі Пологи Васильківського району Київської області. Згідно з агрогрунтовим районуванням, це господарство входить до структури агровиробничої зони Васильківського району Київської області.

Територіально СТОВ «Пологівське» знаходиться у північно-східній частині району. Центральна садиба господарства розташована на відстані 35 км від районного центру — міста Васильків, що забезпечує відносно зручну логістику для транспортування продукції та постачання ресурсів. Найближча залізнична станція також знаходиться у Василькові, на такій же відстані — 35 км, що сприяє організації перевезень на великі відстані.

Кліматичні умови регіону характеризуються як помірно континентальні, з вираженими сезонними змінами. Найхолоднішим місяцем є січень, коли температура повітря може знижуватись до -28°C , тоді як найтеплішим — липень, із максимальними температурами до $+35^{\circ}\text{C}$. Річна кількість атмосферних опадів становить у середньому від 450 до 510 мм, причому більша частина їх припадає на період вегетації сільськогосподарських культур — з травня по серпень, що сприятливо впливає на вирощування основних культур.

Основним напрямком виробничої діяльності господарства є зерно-бурякове виробництво в поєднанні з добре розвиненим тваринництвом. Таке поєднання дозволяє більш раціонально використовувати сільськогосподарські угіддя, залишки рослинної продукції та забезпечити господарство необхідною кількістю органічних добрив.

Загальна площа землекористування СТОВ «Пологівське» станом на 1 листопада 2021 року складала 2386,3 га. Проте у 2024 році внаслідок змін у структурі використання земельних ресурсів, зокрема зменшення площі орних

земель, загальна площа скоротилась на 120 га і склала 2266,3 га. Зменшення орних площ певною мірою вплинуло на загальні обсяги сільськогосподарського виробництва, однак господарство продовжує ефективно використовувати наявні ресурси.

Ґрунтові умови господарства сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Основними типами ґрунтів, представлених на території СТОВ «Пологівське», є чорноземи глибокі малогумусні вилугувані, чорноземи глибокі малогумусні, чорноземи опідзолені, а також чорноземи малогумусні карбонатні. Такі ґрунти мають високий природний родючий потенціал, але потребують системного агротехнічного догляду для збереження структури і вмісту поживних речовин.

Аналіз агровиробничих показників свідчить про високий рівень розораності сільськогосподарських угідь — у межах 91,2–91,6%. Водночас частка природних кормових угідь залишається вкрай низькою — всього 0,3% загальної площі сільськогосподарських угідь. Це зумовлює необхідність формування кормової бази для потреб тваринництва переважно за рахунок використання орних земель, що вимагає ретельного планування сівозмін, включення кормових культур та оптимізації технологій вирощування. Тому забезпечення тваринництва якісними кормами можливе переважно за рахунок посівів кормових культур на орних землях, що потребує підвищеної уваги до ефективного використання наявних площ.

З метою більш детального аналізу земельних ресурсів господарства та структури їх використання у дипломному проєкті наведено дані в таблиці 1.1, яка відображає загальні показники землекористування, рівень розораності, площу природних кормових угідь та інші ключові характеристики, що мають значення для планування кормовиробництва та впровадження нових технологічних рішень у сільському господарстві.

Таблиця 1.1 - Землекористування СТОВ «Пологівське»

Угіддя	2021 рік		2024 рік	
	площа, га	%	площа, га	%
Загальна площа	2386,3	100	2266,3	100
1. С.-г. Угіддя	2186,7	91,6	2066,7	91,2
в т.ч. рілля	2169,2	99,2	2049,2	9,2
багаторічні насадження	10,0	0,5	10	0,5
пасовища	7,5	0,3	7,5	0,3
2. Ліси	19	0,8	19	0,8
3. Полезахисні лісосмуги	37	1,6	37	1,6
4. Під водою	19	0,8	19	0,8
5. Присадибні ділянки	44,2	1,8	44,2	2
6. Болота	19	0,8	19	0,8
7. Інші	61,4	2,6	61,4	2,8

Основною галуззю виробничої діяльності господарства є рослинництво, на частку якого припадає 68,1% від загального обсягу товарної продукції. У структурі рослинницької продукції провідне місце займає зерно, реалізація якого забезпечує 62,7% доходу, отриманого від рослинництва. Значну частку також становить виручка від продажу цукрових буряків — 33,8%, що свідчить про важливість цих культур у формуванні фінансових результатів діяльності господарства (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 Структура товарної продукції в СТОВ «Пологівське» середнє за 2024— 2025 рр.

Галузі і види продукції	Сума, тис. грн.	В % до всього
Рослинництво- всього	460,1	68,1
в т.ч. зернові і зернобобові	289	62,7

цукрові буряки	156,2	33,8
картопля і овочі	6,4	1,5
Плодові	4,3	1
Інші	4,3	1
Тваринництво	156,2	23,1
В Т.Ч. молоко	66,3	49,4
приріст ВРХ	30,2	19,3
свиней	58,9	37,7
овець	0,7	0,4
Підсобні господарства	59	8,7
Всього	675,3	100

У структурі товарної продукції тваринництва провідне місце займає виробництво молока, на яке припадає 49,4% загального обсягу, а також м'яса свиней, частка якого становить 37,7%.

Підсобні підприємства господарства поки що не досягли високого рівня розвитку, тому їх внесок у загальний обсяг товарної продукції є незначним і становить лише 8,7%.

У 2020–2021 роках урожайність основних сільськогосподарських культур залишалася на невисокому рівні. Середній показник урожайності зернових культур за цей період склав 27,6 центнера з гектара. Водночас, варто зазначити, що такого результату вдалося досягти переважно завдяки добрим показникам озимої пшениці.

Усі сільськогосподарські культури весняного періоду зазнали суттєвого зниження урожайності внаслідок посушливих погодних умов 2005 року. Для зернових культур ця різниця становила від 8 ц/га (наприклад, для гички) до 14 ц/га — по кукурудзі. Зокрема, урожайність зерна кукурудзи знизилася з 41,3 ц/га у 2019 році до 25,8 ц/га у 2020 році, а на силос і зелений корм — із 280 ц/га до 215 ц/га відповідно. Таке зниження урожайності пояснюється не лише несприятливими кліматичними умовами в період вегетації, але й економічними

факторами, зокрема високими цінами на добрива, засоби захисту рослин та, особливо, на паливно-мастильні матеріали.

Останні роки також характеризуються низькою продуктивністю галузі тваринництва (табл. 1.3).

Аналіз даних таблиці 1.3 свідчить про недостатній рівень розвитку тваринництва в господарстві. Зменшилося поголів'я великої рогатої худоби, що призвело до скорочення обсягів виробництва. Крім того, спостерігається зниження річного надою молока на одну фуражну корову та середньодобових приростів молодняку. Основною причиною цього є низька врожайність кормових культур, що негативно впливає на забезпечення тварин якісними кормами й, відповідно, на продуктивність тваринництва загалом.

Таблиця 1.3 - Основні показники розвитку тваринництва в СТОВ «Пологівське»

Показники	2021	2022	2023
Поголів'я великої рогатої худоби	645	553	-92
в т.ч. корів	278	260	-18
свиней- всього	1100	1140	+40
Продуктивність			
Річний надій на фуражну корову, Кг	1428	1380	-48
Добовий приріст, г			
великої рогатої худоби	154	146	-8
свиней	204	216	+12

Середньодобові прирости свиней у господарстві залишаються на відносно стабільному рівні. Проте загальний рівень продуктивності тваринництва є приблизно втричі нижчим за середні нормативні показники, характерні для зони Лісостепу. Основними причинами такої ситуації є недосконалість технологічного процесу — зокрема, недостатня увага до підготовки кормів,

нераціональна система годівлі, неналежний догляд за тваринами, а також слабкий розвиток племінної справи.

Зниження урожайності польових культур і, відповідно, зменшення валового збору сільськогосподарської продукції негативно впливає на ефективність тваринництва. Це, в свою чергу, веде до зменшення продуктивності праці та спричиняє зростання собівартості виробленої продукції, що знижує загальну економічну ефективність господарської діяльності підприємства.

РОЗДІЛ 2.

Технологічна частина

2.1 Біологічні особливості конюшини.

Червона конюшина належить до родини бобових культур. У природі нараховується понад 250 її видів, які зустрічаються переважно в регіонах із достатнім зволоженням, зокрема в Європі, Азії та Північній Америці. В умовах помірного клімату України в дикому вигляді трапляється близько 70 видів цієї рослини, більшість з яких має високі кормові властивості.

Рослина характеризується добре розвиненою кореневою системою: головний стрижневий корінь може проникати в ґрунт на глибину до 1,5—2,5 м, формуючи численні тонкі бічні корінці, що переважно розташовуються в одному ґрунтовому горизонті.

Суцвіття конюшини мають форму червоно-фіолетових кулястих голівок, які складаються з багатьох квіток. Опилення здійснюється комахами — головним чином бджолами та джмелями. Стебла прямостоячі, гіллясті, досягають висоти 50—80 см; на одній рослині може формуватися від 20 до 30 стебел. Листя трійчасте, округле, часто з характерною світлою плямою посередині.

Плід конюшини — переважно однонасінний біб. Насіння має серцеподібну форму, воно дрібне, гладке, з забарвленням від світло-жовтого до фіолетового відтінку. Маса 1000 насінин становить приблизно 1,5—2,0 г.

Існує два основних підвиди червоної конюшини: північна, або одноукісна (пізньостигла), і південна, або двоукісна (ранньостигла). У західних регіонах України частіше вирощують двоукісну форму. Одноукісна конюшина має висоту стебла до 150 см, активно галузиться, цвіте пізніше на 10–15 днів порівняно з двоукісною, і дає лише один укіс за сезон. У чистих посівах найбільший врожай спостерігається у перший рік експлуатації. У складі травосумішей вона зберігається до трьох років. Відрізняється високою зимостійкістю, тому її

вирощують переважно у центральних і північно-західних областях нечорноземної зони.

Двоукісна форма має стебла заввишки до 100 см, відзначається більшою облистеністю. Вона починає цвісти раніше і забезпечує два укуси за сезон. Її використовують головним чином протягом одного року. Цей підвид є менш зимостійким, проте краще переносить високу температуру. Сіно з неї м'яке та ніжне, тому вона добре підходить для кормових цілей. Основні зони вирощування — Лісостеп і Полісся.

Найкраще червона конюшина росте у зонах з помірним кліматом і достатнім рівнем вологи. У посушливі роки її врожайність знижується, а в умовах достатнього зволоження вона дає добрі врожаї навіть на менш родючих ґрунтах. Перезволоження й застій води є критичними для цієї культури. Насіння потребує великої кількості вологи для проростання — до 300% від власної маси, і починає проростати вже при температурі 2—3°C. Найвища фотосинтетична активність спостерігається за температури 25°C. Конюшина добре почувається на ґрунтах, де рівень залягання ґрунтових вод не перевищує 60 см. Добре сформовані рослини витримують морози до -20°C навіть за відсутності снігового покриву. Найбільш придатними для вирощування є глибокі чорноземи, родючі суглинки, а також слабопідзолисті ґрунти з нейтральною або близькою до нейтральної реакцією (рН 6—7).

У структурі польового травосіяння нараховується вісім видів конюшини, з яких шість мають практичне значення — червона, рожева, біла, багряна, олександрійська та персидська.

Конюшина лучна — багаторічна кормова культура, що використовується в сівозмінах Полісся й Лісостепу. Вона має високу поживну цінність: 100 кг сіна дорівнює 52 кормовим одиницям і містить 7,9 кг перетравного протеїну.

Коренева система цієї культури стрижнева, добре розгалужена, сягає глибини 1,5—2,5 м. На бічних коренях формуються бульбочки з азотфіксуючими бактеріями. Стебло утворюється з пазушних бруньок на бокових пагонах, при цьому центральний пагін майже не розвивається. У результаті рослина формує

значну кількість гілок висотою 50—80 см. Загальна кількість стебел на одній рослині може сягати 25—30 штук.

Форма куша залежить від розміщення стебел і може бути зімкнутою, прямою, розлогою або сланкою.

Листки — складні, трійчасті, на черешках. Їх форма варіюється: округла, оберненояйцеподібна, оберненосерцеподібна чи видовжена. На листових пластинках зазвичай є плями, схожі на білуватий трикутник.

Суцвіття — головчасті форми, кулясті або овальні. На одному стеблі розміщується від 2 до 6 головок, а на одній рослині — від 10—15 до понад 100.

Квітки дрібні, сидячі, з віночком червоно-фіолетового кольору.

Плід — переважно однонасінний, рідше — двонасінний біб.

Насіння дрібне, має серцеподібну або видовжено-округлу форму, жовтого, фіолетового чи строкатого кольору, блискуче. При тривалому зберіганні темніє та тьмяніє. Маса 1000 насінин — 1,7–1,9 г.

Лучна конюшина поділяється на п'ять підвидів:

- багаторічна (одноукісна),
- кучерява або північна двохукісна,
- східна,
- малорічна (південна, середземноморська).

Найчастіше трапляються одноукісна та південна двохукісна форми, причому в Україні переважає саме двохукісна.

Сорти лучної конюшини: Агрос 12, Атлас, Дарунок, Кумач, Миронівська 45, Носівська 4 і 5, Поліс, Полтавська 75, Тернопільська 2 та ін.

Гібридна конюшина (рожева) належить до бобових рослин і відзначається високими кормовими якостями. Хоч і містить більше протеїну, ніж червона конюшина, має гіркуватий смак, тому рекомендується використовувати її в суміші із злаковими травами.

Коренева система — стрижнева, менш глибока, ніж у червоної конюшини, краще переносить вологі ґрунти, але погано росте на сухих.

Стебло високе, гранесте, добре вкрите листям. Листки трійчасті, овальні, з зубчастими краями.

Суцвіття — кулясті головки на квітконосах, квітки біло-рожеві, в кожному суцвітті — 20–30 квіток.

Плід — біб. Насіння темно-зелене або жовто-зелене, серцеподібне. Маса 1000 насінин — 0,6–0,8 г.

Сорти: Даубяй, Красавик, Левада, Панфільська 5, Рожева 27.

Біла конюшина — дуже цінна кормова культура, широко використовується у травосумішах для пасовищ. Поширена переважно на Поліссі та в низинних районах Лісостепу.

Коренева система — стрижнева, залягає неглибоко, тому рослина не стійка до посухи.

Стебло — ребристе, повзуче, на вузлах утворюються додаткові корені.

Листки трійчасті, на довгих черешках, листочки з тупими вершинами і серцеподібними виїмками.

Квітки білі, зібрані в кулясті головки.

Плід — біб із 2–3 насінинами.

Насіння дрібне, серцеподібне, яскраво-жовте. Свіже блискуче, а при старінні — червоніє і тьмяніє. Маса 1000 насінин — 0,7 г.

Сорти: Волат, Гігант білий, Даная, Міло, Передкарпатська 1, Ювілейна, Лишнянська.

Морфобіологічні та екологічні особливості:

До роду конюшини належить багато видів, проте найбільше в культурі вирощують лучну і білу конюшину. У сівозміні перевагу надають лучній формі. Вона належить до верхових, нещільнокущових рослин зі складною кореневою системою, що включає головний (стрижневий) і бічні корені. У деяких типів наявні також придаткові корені.

У ранньостиглих двохукісних форм переважає стрижнева система, тоді як у пізньостиглих, наприклад, одноукісних — стрижнево-мічкувата з придатковими коренями.

Через 1,5 місяця після посіву корені сягають глибини 0,5 м і більше. Основна частина кореневої маси розташовується на глибині до 40 см, однак окремі корені можуть проникати до 3 м у глибину.

Стебло у конюшини зазвичай сягає 50–70 см, іноді виростає до 100–120 см. За сприятливих умов рослина добре кущиться. Листки трійчасті, а квітки червоно-фіолетові, зібрані у суцвіття — голівки, кожна з яких містить 30–70 квіток. Плід — одно- або двонасінний біб. Насіння має гладку, блискучу оболонку жовтого або фіолетового кольору. Маса 1000 насінин становить 1,5–2 г.

Вирощують два різновиди конюшини лучної: одноукісний (пізньостиглий, північний) та двоукісний (скоростиглий, південний). Найпоширенішим в Україні є саме двоукісний південний підвид. Одноукісна конюшина має вищі стебла та більше міжвузлів (7–9 проти 5–7 у двоукісної). Її використовують протягом 3–4 років: на першому році вона формує лише розетку листків, а на другому — дає один укіс. Цей підвид відзначається високою зимостійкістю.

Двоукісна конюшина — це трирічна рослина, яку використовують 1,5–2 роки, після чого на третій рік вона відмирає. Вона швидше розвивається, менш вимоглива до вологи та краще переносить спеку. У другий рік життя дає два укуси — або обидва на сіно, або перший на сіно, другий — на насіння. Її зимостійкість нижча порівняно з одноукісною.

Конюшина лучна двоукісна є високоврожайною культурою. Наприклад, за результатами досліджень Інституту кормів УААН, сорт Уладівський 34 давав 575 ц/га зеленої маси за два укуси. Насіння проростає вже при температурі 2–3 °С. Добре вкорінені рослини здатні витримувати морози до –20 °С навіть без снігового покриву.

Ця культура потребує родючих ґрунтів із високим вмістом фосфору і калію. Найкраще росте на опідзолених ґрунтах, вилугуваних чорноземах, темно-сірих і сірих лісових ґрунтах із нейтральною або слабкокислою реакцією (рН 6–7). Кислі ґрунти потребують вапнування.

У сільському господарстві України перший укіс ранньостиглої конюшини на сіно можна проводити приблизно через 55–60 днів після початку весняного відростання (при сумі температур 770–995 °С), а другий — через 40–50 днів після першого (при сумі температур 600–800 °С). Повна стиглість насіння настає через 100–110 днів після весняного початку росту або через 68–90 днів після першого укошу.

У насінництві важливо забезпечити достатній рівень вологи в ґрунті перед початком цвітіння — саме це сприяє високій урожайності насіння. Нестача вологи призводить до підсихання рослин і слабкого запилення. Надмірна вологість у період цвітіння і досягання також негативно впливає на врожай: зростає вегетативна маса, гинуть зав'язі, погіршується формування плодів.

Найкращі врожаї насіння спостерігаються у роки, коли під час цвітіння випадає помірна кількість опадів, а досягання відбувається в суху сонячну погоду.

Конюшину можна вирощувати на сірих лісових, звичайних і деградованих чорноземах, дерново-підзолистих, окультурених болотних та інших ґрунтах. При зрошенні придатні каштанові й сіроземні ґрунти. На супіщаних і піщаних ґрунтах врожайність значно залежить від вологості та рівня поживних речовин. Конюшина погано росте на ґрунтах із низьким вмістом гумусу, а на сильно кислих або засолених зовсім не приживається. Найкраще почувається на слабкокислих або нейтральних ґрунтах (рН 5,5–7,0).

Серед найкращих сортів — Білоцерківська 3306, Глорія місцева поліпшена, Носівська 4, Полтавська 75, Уладівська 34. Також відомі сорти народної селекції: Волинська, Гадяцька місцева, Глухівська місцева, Закарпатська місцева, Кіцманська місцева, Товмацька місцева, Чернігівська місцева.

2.2 Аналіз технології вирощування конюшини на насіння

2.2.1 Вибір площі та сівозміни

Насінники бобових трав, зокрема конюшини, у польових сівозмінах зазвичай висівають поблизу лісів або лісосмуг, де мешкає багато природних запилювачів. Таке розташування дає змогу ефективно використовувати природні ресурси та водночас знижувати витрати матеріалів і енергії на отримання запланованої продукції. У зоні Лісостепу насінники найчастіше розміщують після чистих або зайнятих парів, а також після просапних культур, таких як кукурудза, картопля чи буряки, або після озимих, висіяних по угноєному пару [2]

2.2.2 Підготовка ґрунту.

Система обробки ґрунту залежить від строків посіву трав. При ранньовесняній сівбі підготовку ґрунту починають одразу після збирання попередньої культури. Спочатку виконують дворазове луцнення стерні дисковими луцильниками типу ЛДГ-5, ЛДГ-10 або ЛДГ-15 на глибину 6—8 см. Мінеральні добрива зазвичай вносять під основний обробіток ґрунту. Оранку здійснюють плугами ПЛН-5-35, які використовують із тракторами Т-150К або Т-150. При безполицевому способі обробки застосовують плоскорізи на глибину 12—16 см із подальшим прикочуванням кільчасто-шпоровим котком. На важких ґрунтах пізньої осені проводять щілювання на глибину 45—50 см із відстанню між щілинами 6—8 м за допомогою щілювачів ЩН-2-140 або ЩП-3-70. Взимку поля використовують для затримання снігу та талої води. Навесні наступного року передпосівну обробку починають із закриття вологи боронуванням зябу, для чого ще восени необхідно вирівняти площу планувальниками ВНП-5,6 або ВН-8. Передпосівний обробіток виконують під кутом до напрямку сівби на глибину 2—5 см культиваторами КПС із райборонами. Висота гребенів не повинна перевищувати 15 мм, а середній діаметр грудок — бути не більшим за 22 мм (менше 10%).

2.2.3 Передпосівне удобрення

При розробці системи удобрення насінників багаторічних трав враховують їхні біологічні особливості та рівень забезпеченості ґрунту доступними формами фосфору і калію. Під попередню культуру вносять гній або компост. Окрім органічних добрив, під передпосівну обробку вносять мінеральні добрива у нормі P30-40 і K45-90. Для конюшини, крім мінеральних добрив, доцільно застосовувати також мікродобрива (молібденові, борні, марганцеві). Використання мікродобрив покращує збалансованість мінерального живлення рослин, суттєво підвищує врожайність і зміцнює стійкість рослин до хвороб, а також до низьких і високих температур. На дерново-підзолистих, сірих лісових ґрунтах і вилугованих чорноземах найбільший вплив на врожай і якість насіння конюшини мають молібден і бор.

Для внесення добрив застосовують таку техніку: для органічних добрив — машини ПРТ-7, РОУ-6, РОД-4, які використовуються з тракторами Т-150К і МТЗ-80, а також МТА-Ф-7, встановлену на шасі автомобіля “Урал 041”, або “Буран”, начеплений на Т-150К. Для внесення мінеральних добрив використовують агрегати МВУ-16, МВУ-8Б, МВУ-5, МВД-200 у поєднанні з тракторами Т-150К і МТЗ-80 [2].

2.2.4 Технологія сівби: строки, способи, норми.

Конюшину висівають звичайним рядковим способом з міжряддям 15 см, черезрядним — 30 см, а також широкорядним — 45–60 см. Широкорядні посіви створюють оптимальну структуру травостою: на одному квадратному метрі розміщується рівномірно 90–140 рослин, які утворюють 300–400 продуктивних стебел з 500–600 і більше добре розвиненими головками. При високому рівні землеробства такі посіви можна формувати зі зниженими нормами висіву — 3–5 кг насіння на гектар [2].

На розріджених посівах врожайність підвищується завдяки максимальному використанню потенціалу кущіння рослин, утворенню однакової або більшої кількості головок на одиницю площі у порівнянні з

густими посівами, зменшенню вилягання рослин та покращенню умов для запилення конюшини.

Для сівби конюшини на насіння застосовують овочеві сівалки СО-4.2, СКОН-4.2, бурякову ССТ-12Б, а також сівалки з сімейства «Клен». Під час сівби особливу увагу приділяють прямолінійності рядків і точному дотриманню ширини міжрядь, що є важливим для механізованого обробітку [2].

Водночас слід враховувати, що перший укіс суцільного посіву дає на 25–30 % більше зеленої маси, ніж широкорядного. Дослідження показали, що після першого укусу густина конюшини у 2,5–3 рази перевищує норму, необхідну для насінневого виробництва. Для прорідження стеблостою після першого укусу в НДІ кормів посіви обробляли дисковими знаряддями та культиваторами з боронами поперек рядків. Це дозволяло отримати високий врожай зеленої маси при першому укосі та 3,1–3,3 ц/га насіння при другому, що на 0,4–0,6 ц/га більше, ніж без проріджування.

Конюшину на насіння сіють підпокровно або безпокровно, загортаючи насіння на глибину 1–3 см залежно від типу ґрунту: на важких ґрунтах — 1–1,5 см, на ґрунтах середньої в'язкості — 2–2,5 см, на легких ґрунтах — 2,5–3 см. Після сівби посіви прикочують кільчасто-шпоровими котками.

2.2.5. Передпосівна обробка насіння.

Передпосівна обробка насіння мікроелементами та протруювання з використанням плівкоутворюючих речовин (полімерів) сприяють підвищенню врожайності насіння конюшини. Основними мікроелементами для цього є бор і молібден. Для обробки необхідну кількість молібденової солі розчиняють у воді з розрахунку 3 літри розчину на 100 кг насіння конюшини. Насіння змочують цим розчином, перемішують, підсушують і висівають одразу, щойно воно стане сипучим. Також можлива обробка насіння сухим способом — у цьому випадку молібденова сіль має бути сухою і дрібно подрібненою, інакше вона не прилипне до насіння і при посіві осипатиметься на дно ящика сівалки.

Обробку можна проводити за 1–1,5 місяця до сівби разом із протруюванням, застосовуючи для цього машини ПС-10 або «Мобітокс». Однак перевага надається першому методу, оскільки він забезпечує більш рівномірне нанесення робочого розчину на поверхню насіння.

2.2.6 Догляд за посівами.

Догляд за посівами розпочинають одразу після сівби. Він включає руйнування ґрунтової кірки, розпушення міжрядь на широкорядних посівах, боротьбу з бур'янами, шкідниками та хворобами, підживлення травостою макро- і мікродобривами, а також підкошування.

Для знищення бур'янів у міжряддях ґрунт обробляють на глибину 3–4 см культиваторами з полольними лапами (УСМК-5.4, КРН-5.6), при цьому робочі органи культиваторів встановлюють на відстані 5–6 см від рядків. Протягом літа, у міру появи бур'янів, проводять 2–3 розпушення міжрядь на глибину 8–10 см культиваторами з долотоподібними робочими органами. Для боротьби з бур'янами на насінниках також можливе застосування гербіцидів.

2.2.7 Збирання конюшини

У виробництві насіння трав найбільше труднощів викликає збирання врожаю. Основна складність полягає в тому, що насіння дозріває нерівномірно, його частка в загальній біомасі врожаю невелика, насіння має високу текучість і дрібний розмір, а також складно відокремлюється від вороху. Крім того, часто відбувається забивання молотарки комбайна, а спеціалізованих комбайнів для обмолоту дрібнонасінних культур немає.

До недавнього часу в Україні переважав роздільний спосіб збирання насіння, коли насінники скошували в валки, які потім підбирали і обмолочували. Конюшину зазвичай скошують при побурінні 50–60% головок. Для цього застосовують різні жатки (ЖНС-6-12, ЖВН-6, ЖВН-6А, ЖШН-6, ЖСК-4А, ЖРБ-4.2, ЖРС-4.9, ЖБА-3.5А), які навішують на зернозбиральні комбайни, а також причіпні рядкові жатки ЖВС-6.0 і самохідні косарки-плющілки КПС-5Г,

Е-301 (Е-302). Для підбору валків використовують підбирачі ППТ-3А, що зменшує втрати порівняно з барабанним підбирачем.

Оскільки стебла під час скошування мають підвищену вологість, серійні різальні апарати часто забиваються, що знижує продуктивність жаток і збільшує втрати насіння. Щоб уникнути цього, їх замінюють двоножовими, а лопаті мотовила обтягують гумовим пасом з напуском 60–70 мм. Для скошування полеглих трав мотовило оснащують додатковими пальцями [5].

Основним комбайном для збору конюшини є КЗС-9 з пристроєм 54.108А. Для насінників з нерівномірним дозріванням застосовують технологію з використанням хімічних препаратів для підсушування травостою. Використання препарату «Реглон» дозволяє знизити вологість травостою з 50–70% до 15–38%. Якість збирання насіння комбайнами залежить від стану травостою, погодних умов, завантаження і режиму роботи техніки, а також характеризується рівнем втрат, чистотою насіння, ступенем його витирання та пошкодження [6].

При прямому комбайнуванні конюшину слід збирати в суху сонячну погоду у світлу пору дня, що забезпечує краще витирання насіння і знижує втрати.

Найпоширенішим методом збирання конюшини на насіння є пряме комбайнування при побурінні 90–95% головок. Також застосовують збір вороху в причіп із подальшим обмолотом на стаціонарній техніці. Ця технологія мінімізує втрати під час збору, проте є більш енерговитратною і потребує додаткових заходів для витирання насіння з бобів

2.3 Операційна технологія виконання операції збирання насіння конюшини.

2.3.1 Умови роботи.

4 [2]

2.3.2 Агротехнічні вимоги.

Вологість травостою після десикації 15—38%. Подача маси до комбайна 0.4—5.0 кг/с. В більшості випадків 0.5—2.5 кг/с. Допустима величина втрат за комбайном 5%. Чистота насіння отриманого від комбайна 70%. Ступінь витирання насіння конюшини 76—90%. Подрібнення насіння не більше 8%. [2]

2.3.3 Комплектування агрегату.

Збирання проводиться за допомогою переобладнаного комбайна КЗС-9, оснащеного додатковим тертковим пристроєм і сепаратором. Перед початком роботи комбайн потрібно герметизувати, щоб зазори між з'єднаними деталями не перевищували 1 мм. Відвантаження грубого вороху після сепарації здійснюється у причепи 2ПТС-4-887А. Далі ворох транспортують на стаціонарну установку для додаткового очищення.

2.3.4 Підготовка та регулювання агрегату.

Підготовка агрегату включає підготовку жатки, комбайна та їхнє налаштування. Спочатку перевіряють технічний стан комбайна, усувають виявлені недоліки, герметизують місця можливих втрат зерна та виконують його регулювання. Жатку встановлюють на висоту зрізу 15–20 см. На планки мотовила кріплять смуги з еластичного прогумованого матеріалу з напуском до 8 см, що забезпечує більш рівномірне подавання скошеної маси з різального апарату на платформу жатки і зменшує втрати насіння. Мотовило максимально наближують до різального апарату.

При збиранні насіння конюшини слід дотримуватися таких орієнтовних налаштувань і режимів роботи робочих органів:

Частота обертання мотовила:

при швидкості руху комбайна 2,5 км/год – 17–20 об/хв,

при швидкості 2,5–3,5 км/год – 19–26 об/хв.

Нахил граблин мотовила назад – 30°.

Відстань між днищем жатки і витками шнека – 10–25 мм.

Частота обертання молотильного барабана:

при зборі сухого травостою – 1000–1100 об/хв,

при зборі вологого травостою – 1200–1250 об/хв.

Зазори між планками підбарабання і бичами барабана (мм):

при зборі сухого травостою: на вході – 18, посередині – 14, на виході – 2;

при зборі вологого травостою: на вході – 18, посередині – 14, на виході –

2.

Зазори між бичами терткової поверхні і днищем шнека (мм):

на вході – 7,

на виході – 2.

Частота обертання вентилятора – 430–500 об/хв.

Відстань між створками верхнього решета – 30 мм.

2.3.5 Підготовка поля

Перед початком скошування очищають поле від перешкод, які можуть заважати роботі агрегатів — видаляють дрібні кущі, каміння та прокладають під'їзди до поля. Обкошують також бокові частини поля. Напрямок руху агрегату під час роботи має співпадати з напрямком оранки та бути перпендикулярним до напрямку посіву. Поля розмічають так, щоб їхні паралельні сторони утворювали правильні загінки, при цьому неправильні ділянки розташовують ближче до краю поля. Під час обкошування полів орієнтиром слугують технологічні колії. Ширина загінки залежить від її довжини та ширини захвату жатки і має становити від 1/5 до 1/13 довжини загінки. Обкошування проводять жатками із шириною захвату 6 або 10 метрів за годинниковою стрілкою [2].

2.3.6 Контроль якості роботи

Необхідно проводити як поточний, так і приймальний контроль якості роботи. Поточний контроль здійснюють контролер-нормувальник і комбайнер кілька разів під час роботи для перевірки відповідності технічних налаштувань умовам збирання, а також для забезпечення високої продуктивності агрегату і

якості збирання. Приймальний контроль якості виконує агроном, контролер-обліковець та бригадир наприкінці робочої зміни.

Головним показником ефективності роботи жаток є втрати вільного зерна, а також кількість зрізаних і не зрізаних головок. Втрати зерна визначають на скошеній ділянці у п'яти різних місцях. Місця для контролю обирають з урахуванням характеру і густоти травостою. За допомогою рамки площею 0,5 м² відмічають контрольні ділянки, на яких збирають втрачене зерно. Потім за п'ятьма замірами розраховують середню величину втрат зерна.

2.4 Розрахунок збиральної операції

Розрахунок операції зі збирання конюшини на насіння виконується за допомогою програмного забезпечення Mathcad 2000 Pro. Це ПЗ дозволяє здійснювати об'ємні розрахунки за лічені секунди. Завдяки підтримці складних математичних функцій, використання цього програмного забезпечення значно спрощує виконання громіздких обчислень.

Спочатку визначають пропускну здатність молотарки при заданих умовах роботи:

a — коефіцієнт, що враховує пристосованість зернової культури до обмолоту;

q_e — еталонна пропускну здатність молотарки, кг/с;

b — коефіцієнт, який залежить від типу молотильного пристрою;

q — врожайність зерна, т/га.

$$a := 0.7 \quad q_e := 5.0 \quad b := 0.3 \quad q := 0.2$$
$$q_u := a \cdot q_e \cdot \left(1 + b \cdot \frac{q - 4}{4} \right) \quad q_u = 2.503$$

2. Можлива пропускну здатність залежно від солемистості та врожайності при нормальній вологості маси 15%

$$\delta := 15$$
$$q_b := 0.6 \cdot q_u \cdot \left(1 + \frac{1}{\delta} \right) \quad q_b = 1.602$$

3. Допустима пропускну здатність молотарки:

WF - вологість травянистої маси %

$$W := 20$$

$$qd := qb \cdot [1 - 0.03 \cdot (W - 15)] \quad qd = 1.361$$

4. Допустима швидкість комбайна за пропускною здатністю молотарки:

V_r - робоча ширина захвату жатки комбайна, м

q_k - врожайність культури, що збирається, т/га

$$B_k := 4.2 \quad B_r := 0.96 \cdot B_k \quad B_r = 4.032$$

$$q_k := q \cdot (1 + \delta) \quad q_k = 3.2$$

$$V_p := \frac{36 \cdot qd}{B_r \cdot q_k} \quad V_p = 3.798$$

5. Визначаємо необхідну ефективну потужність двигуна для роботи комбайна із швидкістю V_p .

R_t - опір переміщенню комбайна, кН

η_m - коефіцієнт корисної дії трансмісії, %

η_{pb} - коефіцієнт, який враховує втрати потужності на буксування, %

η_{pp} - коефіцієнт, який враховує втрати потужності на клинопасовій передачі, %

N_p - питомі затрати потужності на технологічний процес, кВт

N_{hx} - затрати потужності на холостий хід механізмів машини, кВт

N_d - затрати потужності на привід допоміжних агрегатів, кВт

$\eta_{пер}$ - коефіцієнт корисної дії передачі, %

$$\eta_m := 0.85 \quad \eta_\delta := 0.97 \quad \eta_n := 0.95 \quad \eta_{пер} := 0.95 \quad N_n := 7.4 \quad N_g := 10.5 \quad N_d := 3$$

Опір руху комбайна:

G_m - вага комбайна, кН

f_m - коефіцієнт опору кочення

$$G_m := 74 \quad f_{m1} := 0.1 \quad i := 1 \quad R_{m1} := G_m \cdot \left(f_{m1} + \frac{i}{100} \right) \quad R_m = 8.14$$

$$N_e := \frac{R_m \cdot V_p}{3.6 \cdot \eta_m \cdot \eta_\delta \cdot \eta_n} + \frac{N_n \cdot q + N_g + N_d}{\eta_{пер}} \quad N_e = 35.769$$

N_e N_{ep} , тобто потужності двигуна достатньо для роботи із швидкістю V_p . Якщо коефіцієнт опору кочення більший 0.25 то необхідна потужність дорівнює:

$$f_{m1} := 0.25 \quad R_{m1} := G_m \cdot \left(f_{m1} + \frac{i}{100} \right) \quad R_{m1} = 19.24$$

$$N_{e1} := \frac{R_{m1} \cdot V_p}{3.6 \cdot \eta_m \cdot \eta_\delta \cdot \eta_n} + \frac{N_n \cdot q + N_g + N_d}{\eta_{пер}} \quad N_{e1} = 50.722 \quad N_{e2} := 92$$

У цьому випадку максимально допустиму швидкість комбайна необхідно визначити за потужністю двигуна:

$$V_{pmax} := \frac{N_{e2} - \frac{N_g + N_d}{\eta_n}}{\frac{R_m}{3.6 \cdot \eta_m \cdot \eta_\delta \cdot \eta_n} + \frac{N_n \cdot Br \cdot q}{3.6 \cdot \eta_{пер}}} \quad V_{pmax} = 5.273$$

Для обґрунтування величини коефіцієнта часузміни розглянемо кінематику агрегату та баланс часу зміни.

Спосіб руху при збиранні конюшини з чергуванням загонів.

Спосіб руху обирають в залежності від стану поля (глибини розгінної борозни, стиглості зерна, довжини гону) та коефіцієнта робочих ходів агрегату.

Радіус повороту комбайна $R := 7.5$

Довжина виїзду агрегату $e := 2.6$

Довжина гону $L := 400$

Визначимо мінімальну ширину поворотної смуги

$E := 1.5R + e \quad E = 13.85$

Робоча довжина гону:

$L_p := L - 2E \quad L_p = 372.3$

Оптимальна ширина заїмки з чергуванням загонів:

$$C_{opt} := \sqrt{16R^2 + 2 \cdot Br \cdot L_p} \quad C_{opt} = 62.468 \quad n := 15.37$$

$$C_f := n \cdot 2 \cdot Br \quad C_f = 123.944$$

Середня питома довжина холостого ходу з чергуванням загонів:

$$L_x := 0.5 \cdot C_{opt} + 2.5R + 2e \quad L_x = 55.184$$

Фактичне значення ширини поворотної смуги:

$$E_f := n \cdot B_r \quad E_f = 61.972$$

Обґрунтування виду повороту. Сумарна довжина робочих ходів:

$$S_p := \frac{L \cdot C_{opt}}{B_r} \quad S_p = 6.197 \times 10^3$$

Сумарна довжина холостих ходів:

$$S_x := \frac{L_x \cdot (C_{opt} + 2 \cdot E_f)}{B_r} \quad S_x = 2.551 \times 10^3$$

Коефіцієнт робочих ходів:

$$\phi := \frac{S_p}{S_p + S_x} \quad \phi = 0.708$$

Визначаємо час роботи за зміну:

Час на технологічне обслуговування, год $T_{texn} := 0.64$

Час на виконання ЩТО та отримання наряду, год $T_{nz} := 0.56$

Час на зупинки за фізіологічними причинами, год $T_f := 0.28$

Час на переїзди з ділянки на ділянку, год $T_{ner} := 0.1$

Визначимо коефіцієнт тривалості поворотів:

$$T_{zm} := 7 \quad \tau := \frac{1 - \phi}{\phi} \quad \tau_1 := 0.01$$

Визначаємо робочий час:

$$T_p := \frac{T_{zm} - (T_{texn} + T_{nz} + T_f + T_{ner})}{1 + \tau_1} \quad T_p = 5.366$$

Коефіцієнт використання робочого часу зміни:

$$\tau := \frac{T_p}{T_{zm}} \quad \tau = 0.767$$

2.5 Складання технологічної карти на вирощування конюшини на насіння

Головним технологічним документом для організації вирощування та збирання сільськогосподарських культур у господарстві є технологічна карта, яка включає декілька важливих розділів. Агротехнічний розділ містить назву операції, основні вимоги до її виконання, обсяг робіт, а також терміни початку і тривалості виконання [5].

Технічний розділ описує забезпечення операцій технікою та встановлює нормативи щодо її використання, зокрема норми виробітку, витрат палива та продуктивності [5].

Також визначається потреба в ресурсах: кількість техніки, виробничого персоналу, робочих днів, палива і технологічних матеріалів [5].

В окремому розділі наведені показники ефективності й екологічності виконуваних операцій, зокрема трудовитрати, прямі фінансові витрати, загальна енергоємність операцій та коефіцієнт енергетичної ефективності [9].

Під час розробки технологічних процесів рекомендується виділяти окремі технологічні цикли, що об'єднують набір операцій із спільною метою.

2.5.1 Принципи розрахунку показників технологічної карти.

Обсяг робіт виконаних МТА розраховують за формулою:

$$Q = S \cdot r, \text{ га} \cdot \text{т}$$

де S- площа поля

r- кількість циклів.

(2.5.1)

Кількість агрегатів необхідних для виконання технологічної операції розраховують за формулою:

$$n_A = \frac{\Omega}{D_r \cdot (W \cdot T \cdot K)}, \text{ шт.}$$

де D_r - кількість днів для роботи

W - змінна норма виробітку га

T- кількість годин в робочому дні

K- коефіцієнт змінності.

Фактична кількість днів необхідних для виконання технологічної операції розраховують за формулою:

$$D_f = \frac{\Omega}{n_A \cdot W \cdot T \cdot K}$$

де DF фактична кількість днів необхідних для роботи.

Кількість нормозмін необхідних для виконання технологічної операції:

$$N = \frac{\Omega}{W^2 \cdot T}$$

Витрата палива необхідної для виконання технологічної операції розраховують за формулою:

$$G_n = g \cdot \Omega, \text{ кг}$$

де g - норма витрати палива, кг/га

Технологічні матеріали необхідні для виконання технологічної операції розраховують за формулою: [5]

$$G_{tm} = g_{tm} \cdot \Omega, \text{ кг}$$

Умовний виробіток розраховують за формулою:

$$\Omega_{\text{UEGA}} = \lambda \cdot N \cdot T, \text{ у.е.га.}$$

Розраховані показники записують у відповідні комірки таблиці і підбивають суму прямих витрат, затрат ПММ і ТМ. Вирощування конюшини збільшує в ґрунті вміст азоту, та покращує стан ґрунту. Біологічні особливості дозволяють вирощувати конюшину підпокровно, в нашій зоні це, як правило, ячмінь.

РОЗДІЛ 3

Конструктивна частина проекту.

3.1 Аналіз існуючих конструкцій машини.

Пристосування 54-108А для комбайна КЗС-9 (СКД-6), призначене для збору насіння трав (див. мал. 3.1), виробляється серійно. Воно покращує якість збирання насіння трав зернозбиральним комбайном. У комплект пристосування входять: тертковий пристрій у вигляді змінної кришки капота молотильного барабана з підвішеною колодкою з тертковою поверхнею, яка відключається при збиранні зернових культур; дві змінні зірочки для приводів колосових шнеків, що підвищують пропускну здатність; заслінки вентилятора у вигляді плоских розрізних кілець, які встановлюються на боковинах кожуха вентилятора; додаткове решето з сіткою східчастої форми комірки 2,8×2,8 мм у дерев'яній рамці, що кріпиться на нижнє жалюзійне решето; а також шарнірний щиток і надставка стрясної дошки, яка не використовується при зборі конюшини і люцерни.

Переваги даного пристосування — порівняно низька вартість обладнання. Недоліками є тривалий час монтажу та необхідність стаціонарної обробки насіння.

Універсальний подрібнювач соломи ПУН-5А (див. рис. 3.2) також випускається серійно і встановлюється замість копнувача на комбайн КЗС-9.1. Він може застосовуватися при збиранні зернових культур за різними технологічними схемами. Під час збирання насіння трав у полі з обмолотом маси на стаціонарі цей подрібнювач використовується для відділення маси та завантаження її у причіпний візок 2ПТС4-887А, а також для укладання неподрібненої соломи у валок.

Під час роботи комбайна на стаціонарі пристосування застосовується для подачі соломи в накопичувач. Додаткова сітка, встановлена на першій половині деки молотильного апарата комбайна (див. рис. 3.3), покращує ефективність відділення насіння конюшини та люцерни при обробці маси на стаціонарі. Сітка

виготовляється з дроту діаметром 1,2–1,4 мм і має комірки розміром 3×3 або 2×2 мм.

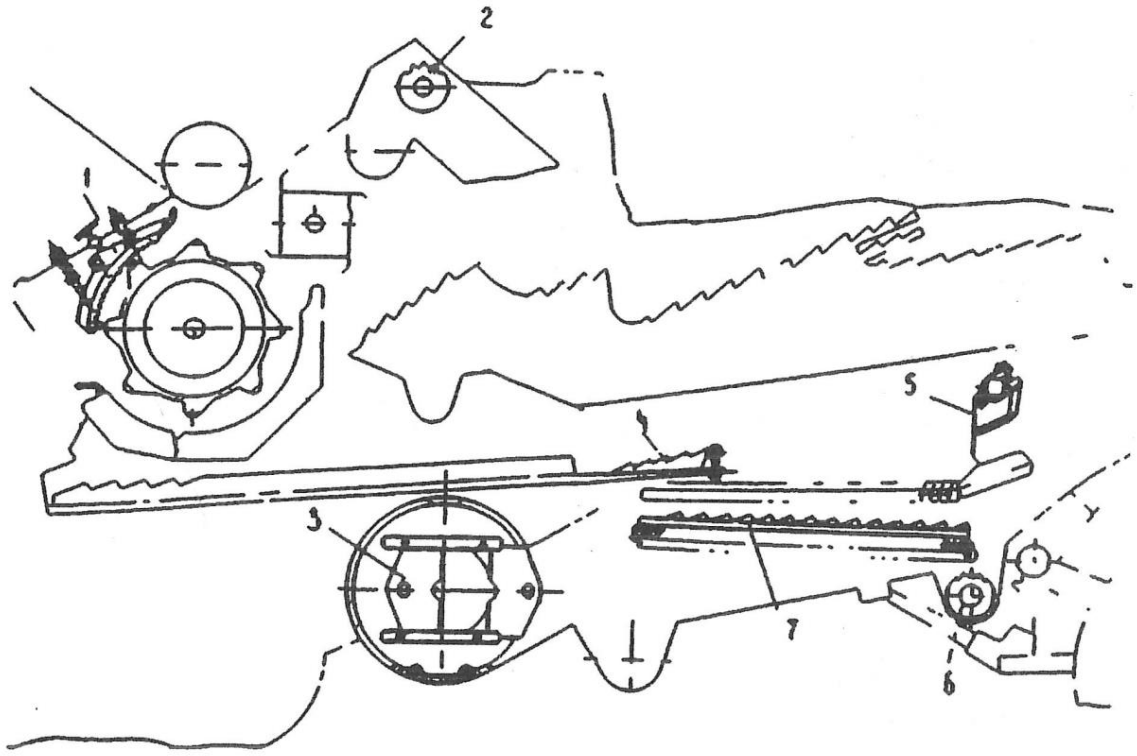


Рис 3.1 Схема пристосування 54-108А до комбайна КЗС-9:

1 - тертковий пристрій; 2, 6 - зірочки ($Z=10$ і $Z=22$); 3 - заслінки вентилятора; 4 - надставка стрясної дошки; 5 - щиток; 7 - решето.

Згідно з технологічними вимогами, зазори в з'єднаннях вузлів і деталей зернозбиральних комбайнів допускаються до 1 мм. Виявлено, що при збиранні насіння конюшини через щілину шириною 1 мм і довжиною 40 мм за годину проходить близько 1,3 кг насіння. Оскільки таких зазорів у комбайні більше 40, загальні втрати можуть сягати 50 кг на годину. Тому навіть для нових зернозбиральних комбайнів необхідне додаткове ущільнення.

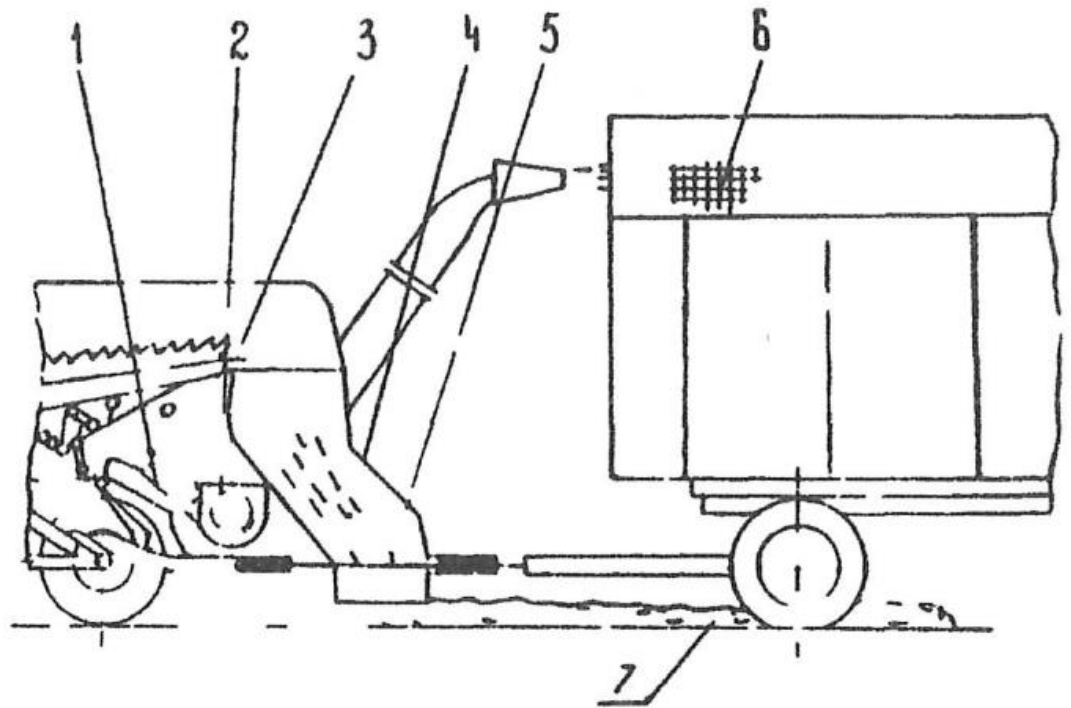


Рис.3.2 Схема технологічного процесу пристосування ПУН-5А:

1 - скатна дошка; 2 - подаючий шнек; 3 - подовжувач клавiш соломотряса;
4 - валкоутворювач; 5 - причіпна рамка; 6 - сітка з клітками розміром 1,5x1,5 мм.

На самохідні кормозбиральні комбайни КСК-100, Е-280, Е-281 для підбора валків і навантаження маси в транспортний засіб встановлюється додаткове обладнання. На ці комбайни замість барабанного підбирача рекомендується встановлювати полотенно-транспортні підбирачі ППТ-3А.

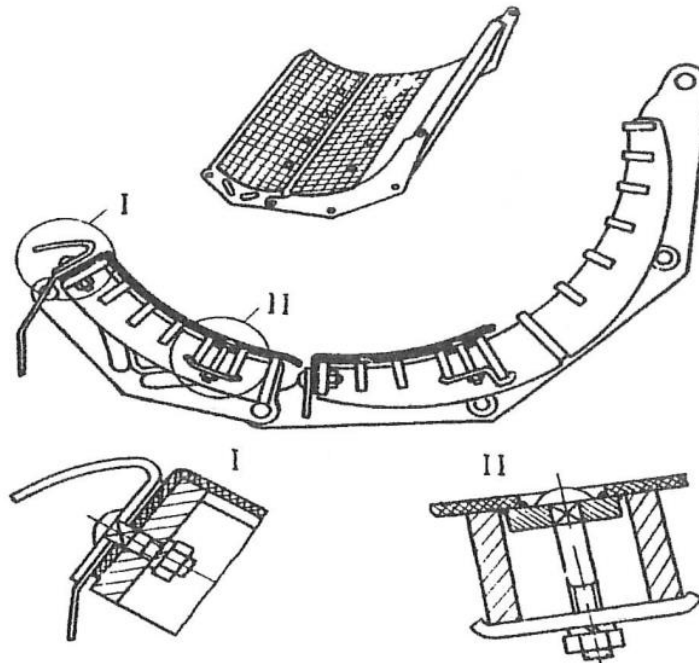


Рис. 3.3 Схема встановлення сітки із дроту на деці комбайна КЗС-9.

Під живильно-подрібнюючим апаратом встановлюють піддон, зверху — кришку, а з боків — щитки. Місце стику між живильним апаратом і підбирачем ущільнюють за допомогою прогумованої стрічки. Направляючий козирок вивантажувальної труби подовжують, щоб подавати здрібнену масу безпосередньо у візок. Для забезпечення потрібної довжини різання в подрібнюючому барабані залишають два ножі.

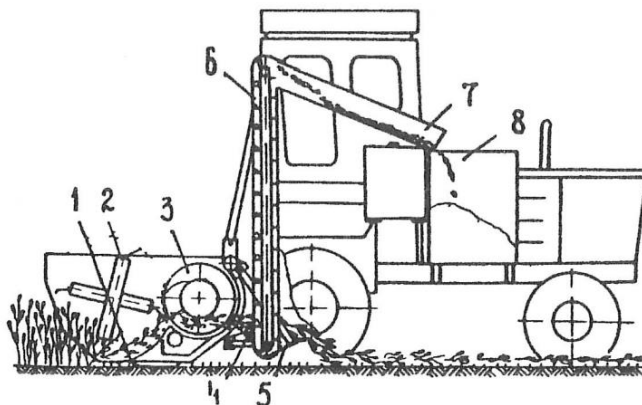


Рис.3.4. Схема пристосування до косарки-плющилки КПС-5М:

1 - ріжучий апарат; 2 - мотовило; 3 - шнек жниварки; 4 - решето насіннєвловлювача; 5 - піддон для збору насіння; 6 - шнек і елеватор; 7 - скатний лоток; 8 - бункер

Вловлювачі насіння, встановлювані на косарки-плющилки та жнивварки, дозволяють зменшити втрати насіння під час скошування травостою. Пневматичний вловлювач насіння призначений для збору насіння, що осипається з платформи жнивварки, з подальшим транспортуванням у бункер комбайна. Аналогічні пристрої існують і для косарки-плющилки КПС-5М — як пневматичної, так і механічної дії — для збору насіння у додатковий бункер.

Принцип роботи пристрою такий: під час укладання скошеної маси у валки частина насіння, що осипається, осідає на стерню, тоді як насіння, зібране з лотка-вловлювача, за допомогою транспортера потрапляє у спеціально встановлений бункер.

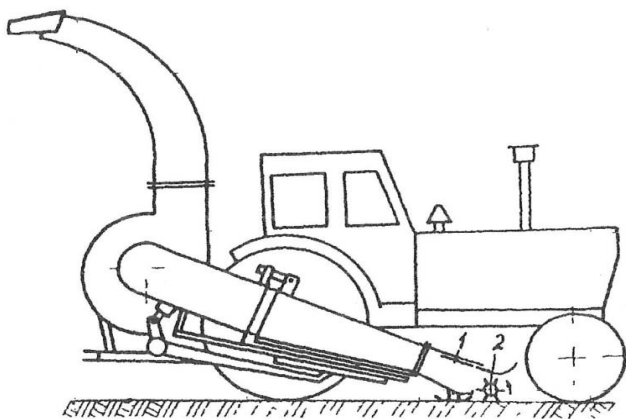
Переваги:

- проста конструкція;
- швидке встановлення;
- датність збирати також насіння бур'янів.

Недоліки:

- при збиранні у два етапи вловлюється лише незначна частина насіння.

Крім того, існує пристрій для підбирання насіння із ґрунту, створений на базі фуражира ФН-1,4 (рис. 3.5), який дозволяє зібрати до 34 кг/га насіння, що становить близько 55–60% від загальної кількості осипаного насіння.



**Рис 3.5 Пристосування для підбирання насіння із стерні на базі фуражира
ФН-1,4**

1 - конфузор; 2 - підбирач

Переваги:

- проста конструкція.

Недоліки:

- низька продуктивність;
- невисока якість зібраного насіння.

Для скошування травостою без його подрібнення та подальшого завантаження у транспортний засіб у багатьох випадках застосовують польові машини високої продуктивності, які створюються на основі списаних зернозбиральних комбайнів (рис. 3.6).

Зокрема, в комбайні КЗС-9 демонтують усі робочі органи та приводи молотильної камери, окрім головного контрприводного вала. Всередині молотарки встановлюється ланцюгово-планчатий транспортер, який складається з двох транспортерів, що раніше входили до складу похилої камери жнивarki цього ж комбайна.

Верхню і нижню гілки транспортера укладають на днища, виготовлені з листового металу, які кріпляться зсередини до бічних стінок молотарки. Задній ведучий вал транспортера використовується без змін, а передній натяжний вал виготовляється на основі ведучого вала похилої камери шляхом укорочення його обох кінців на 100 мм і встановлення у регульовані підшипникові опори. Натяг транспортера забезпечується регулюванням положення переднього вала за допомогою гвинтових механізмів.

Транспортер розміщується так, щоб скошена маса з похилого транспортера жнивarki подавалась безпосередньо на його верхню робочу гілку. Для приводу використовується клинопасовий ремінь типу Г від заднього контрпривода, встановлений перехресно. Натяжний ролик закріплюється на боковині молотильної камери на веденій стороні цього ременя.

Ланцюгово-планчатий транспортер подає скошені стебла у задню частину молотарки, де розташовано спеціальний повітропровід. По ньому потоком повітря стебла спрямовуються у візок. Для створення повітряного потоку замість

решітного стану на рамі комбайна встановлюють два вентилятори середнього тиску типу Ц14-46 №5 (рис. 3.7).

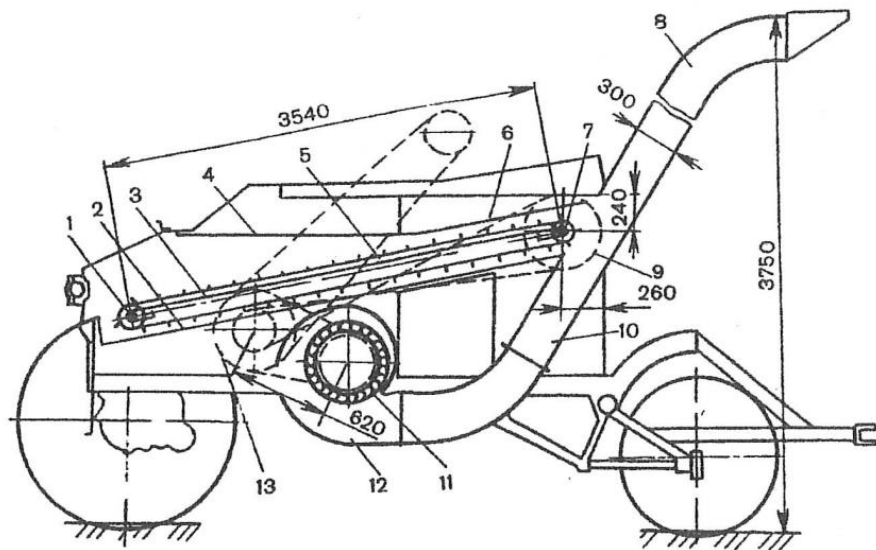


Рис.3.6 Схема польової машини:

1, 7 - ведений і ведучий вали транспортера; 2 - днище транспортера; 3 - стіл транспортера; 4 - щиток верхній транспортера; 5 - транспортер ланцюгово-планчатий; 6 - ремінь приводу транспортера; 8 - матеріалопровід; 9 — шків приводу транспортера; 10— повітропровід; 11 - крильчатка вентилятора; 12 — вентиляційна установка; 13 - шків контрприводного вала 1.

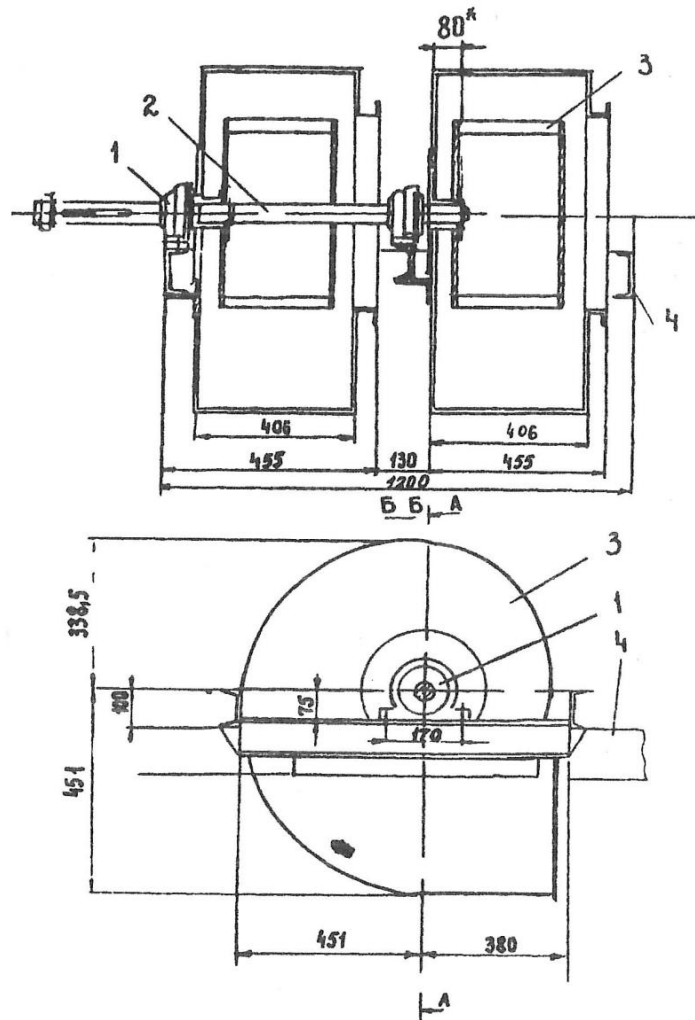


Рис. 3.7 Вентиляційна установка

1 — підшипникові опори; 2 — вал приводу вентилятора; 3 — вентилятори Ц14-46 №5; 4 — рама.

Обидва вентилятори змонтовані на одному загальному валу й отримують привід від головного контрприводного вала через ремінну передачу, яка слугує для приводу барабана комбайна. Частоту обертання вала вентиляторів регулюють за допомогою розсувних шківів у діапазоні від 1250 до 1350 об/хв. За таких умов вентилятори створюють повітряний потік зі швидкістю приблизно 30 м/с, що забезпечує надійне транспортування рослинної маси будь-якого рівня вологості із продуктивністю до 8 кг/с.

Для збору насіння конюшини було створено пристосування СКС-5К, яке адаптується до зернозбирального комбайна КЗС-9-1 (рис. 3.8). Його можна

використовувати як при прямому, так і при роздільному способі збирання насінників багаторічних трав, а також під час обмолоту рослинної маси на стаціонарі. У конструкцію входять роторний тертковий механізм (поз. 3) і пневмовідцентровий сепаратор (поз. 5), які встановлені на спільній рамі.

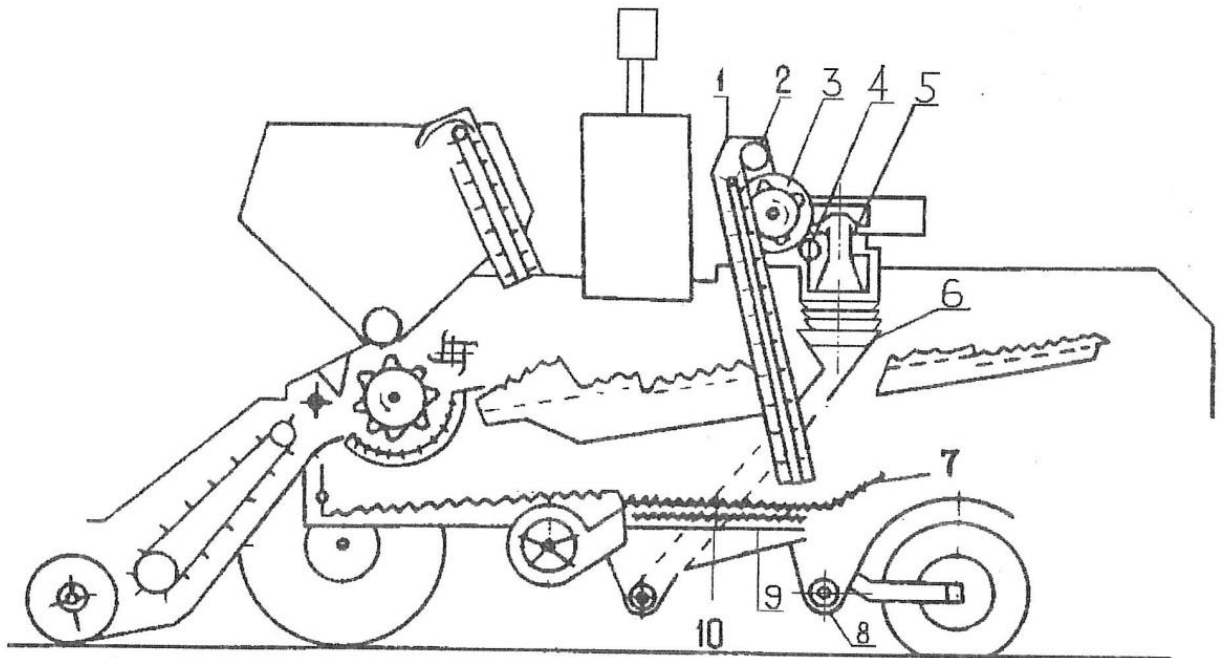


Рис 3.8 Схема комбайна з-приспособуванням

1 – елеватор; 2, 4, 8 – шнеки; 3 – автономний тертковий пристрій; 5 – пневмовідцентровий сепаратор; 6 – збірник; 7 – подовжувач грохоту; 8 – повітряно-решітна очистка; 10 – лоток.

Приспособування монтується на даху молотарки комбайна між двигуном і копнувачем. Сепаратор кріпиться збоку молотарки, при цьому загальні габарити машини залишаються в межах норми.

Тертковий пристрій складається з ротора та рифленої деки, розміщених у циліндричному корпусі. Матеріал рухається по осі корпуса за допомогою напрямних, що розташовані у його верхній частині. Ротор являє собою барабан з чотирма рифленими бичами, взятими зі стандартних зернозбиральних комбайнів. Діаметр ротора – 350 мм, довжина – 730 мм, швидкість обертання – 1450 об/хв.

Рифлена дека складається з чотирьох регульованих секцій. Зазор між бичами ротора та поверхнею деки можна змінювати: на вході – від 1 до 20 мм, на виході – від 1 до 10 мм.

Для подачі маси використовуються колосовий елеватор і верхній колосовий шнек. Під нижнім жалюзійним решето комбайна додатково встановлюється решето з отворами 2,5 мм. Для посилення подачі маси на вал нижнього шнека встановлюється зірочка з 18 зубами. На вхідні отвори вентилятора монтуються захисні щитки зі стандартного пристосування 54-108А.

Технологічний процес виглядає так: скошена маса потрапляє до молотильного апарата, далі груба частина переміщується через соломотряс до копнувача і відкладається у валок. Насіння, яке обсіпалося через отвори підбарабання та жалюзійні решета соломотряса, направляється на повітряно-решітну систему очищення. Поток повітря з вентилятора легкі домішки відокремлюються, а очищене насіння проходить крізь решето до зернового шнека, який подає його елеватором у бункер.

Частково необмолочена пижина та соломисті домішки надходять у колосовий шнек, потім через елеватор і верхній шнек передаються до терткового пристрою. Там маса багаторазово перетирається бичами ротора й транспортується до пневмовідцентрового сепаратора для остаточного очищення. Після очищення насіння потрапляє до збірника, а звідти – по лотку до зернового елеватора і в бункер.

Переваги:

- Проста конструкція;
- Можливість використання з мінімальним парком техніки на стаціонарі.

Недоліки:

- Недостатнє очищення насіння з головок.

3.2 Удосконалення конструкції машини.

Зернозбиральна машина оснащена транспортуючим механізмом із сітчастою частиною днища (8), яке виконане у формі шнеків (5) з радіальними

лопатками (6). Зернова маса переміщується шнеками (5) у напрямку до сітчастої ділянки (8), де потрапляє під вплив повітряного потоку та дії лопаток (6). Завдяки нахилу щитків (13) у напрямку обертання шнеків, лопатки перекидають масу в незаповнену частину сітчастого днища. Щитки (13), розміщені на гребенях днища, спрямовують матеріал, що сходить із кінців радіальних лопаток. У цей момент підкинута маса активно обдувається повітряним потоком, що сприяє її розділенню залежно від аеродинамічних властивостей — зерно відділяється від соломистих домішок.

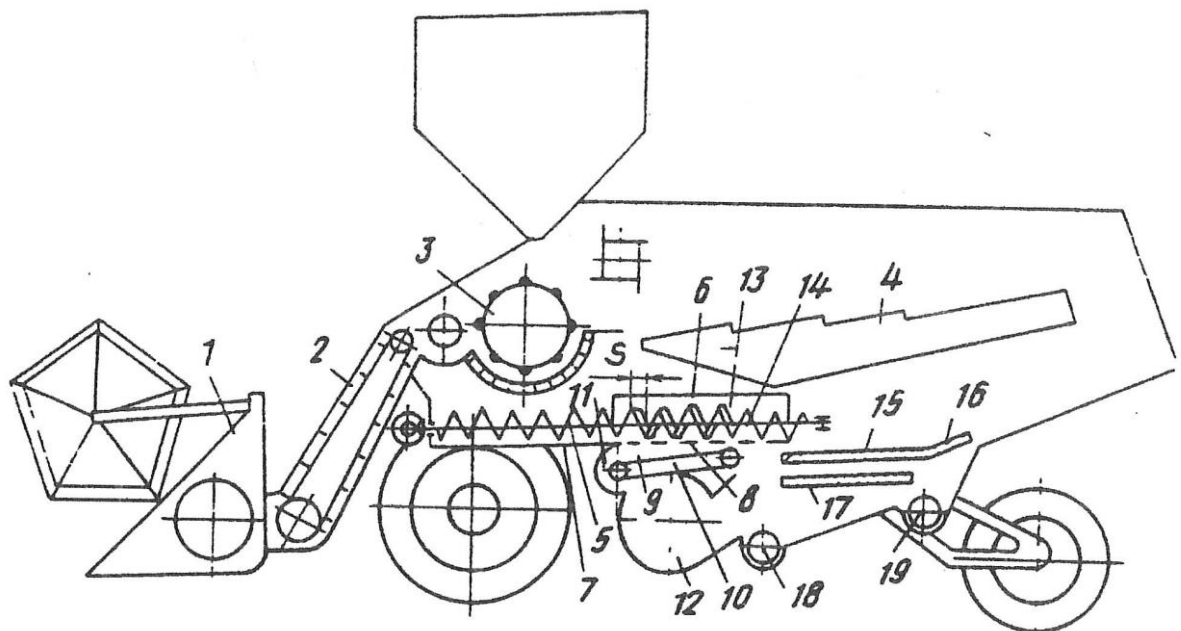


Рис 3.9 Зернозбиральна машина.

1 - жатка, 2 - похила камера, 3 - молотильно-сепаруючий пристрій, 4 — клавішний соломотряс, 5 - шнеки, 6 - лопатки, 7 - передня частина, 8 — задня частина, 9 -, 10 - стрічковий транспортер, 11 - додатковий повітряний канал, 12 - вентилятор, 13— щитки, 14 — відбивний щиток, 15 - верхнє решето. 16 - подовжувач, 17 — нижнє решето, 18 - зерновий шнек, 19 - колосовий шнек.

ернозбиральна машина включає такі основні компоненти: жниварку (1), похилу камеру (2), молотильно-сепаруючий механізм (3) і клавішний соломотряс (4). Під молотильно-сепаруючим пристроєм (3) розміщено шнековий транспортуєчий механізм, який складається зі шнеків (5) з жорстко

закріпленими лопатками (6), встановленими з певним кроком. Під шнеками розташоване хвилеподібне днище, яке має дві частини: передню суцільну (7) та задню перфоровану (сітчасту) (8), що формує повітряний канал (9).

Під перфорованою частиною днища (8) встановлено стрічковий транспортер (10), який слугує для переміщення зерна. Повітряний канал (9) з'єднується з вентилятором (12) через додатковий канал (11). У зоні сітчастої частини (8) на гребенях хвилеподібного днища встановлені щитки (13), нахилені в напрямку обертання шнеків (5). За стрічковим транспортером (10), під сітчастою частиною (8), знаходиться відбивний щиток (14). Крім того, машина оснащена верхнім решетом (15) з подовжувачем (16), нижнім решетом (17), а також зерновим і колосовим шнеками (18 і 19) відповідно.

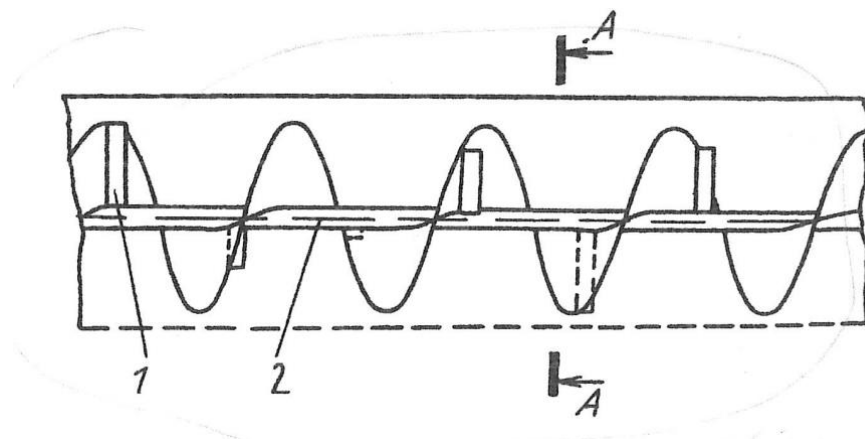


Рис 3.11 Шнек.

1 - лопатка, 2 - шнек.

Лопатки 6 повинні бути встановлені з кроком, що забезпечує рівномірне завантаження незаповненої частини сітчастої поверхні днища.

Крок вибирається з умови, що маса, перекинута лопаткою 6 у незаповнену зону сітчастої частини 8, повинний переміститися шнеком 5 до його осі і лише потім перекидатися наступною лопаткою 6.

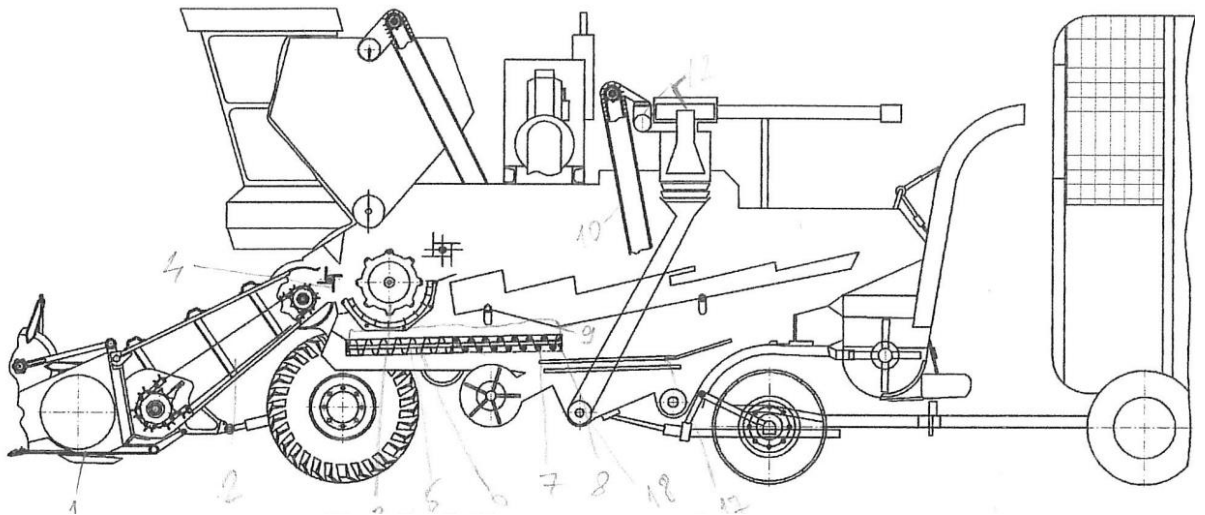


Рис 3.10 Схема модернізованої машини.

Процес роботи комбайна відбувається наступним чином.

Зернова маса спочатку зрізається жнивваркою (1) та за допомогою похилої камери (2) подається до молотильно-сепаруючого механізму (3). Дрібна фракція маси, що просипається з цього пристрою, потрапляє на суцільну (непроникну) частину днища (7) під шнеками (5) і переміщується ними вздовж осі обертання у напрямку до сітчастої частини днища (8). У цій зоні маса потрапляє під дію повітряного потоку та лопаток (6), які перекидають її у вільний простір сітчастої частини (8). Завдяки тому, що щитки (13) нахилені в бік обертання шнека (5), вони направляють матеріал, який сходить з кінців радіальних лопаток. Після цього маса активно продувається повітряним потоком, що забезпечує її ефективне розділення за аеродинамічними властивостями зерна та соломистих домішок.

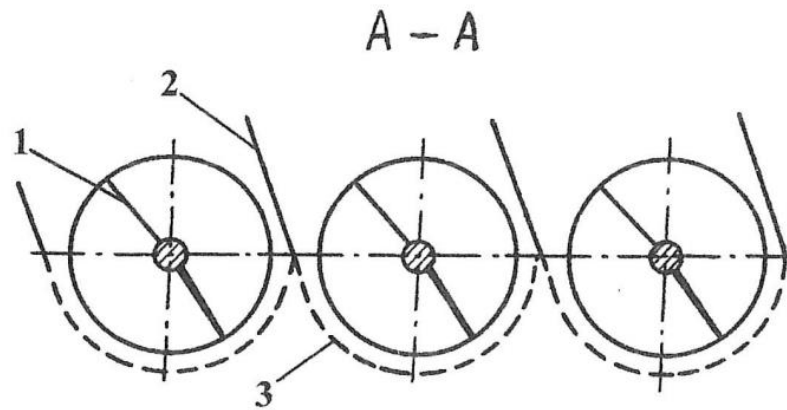


Рис 3.12 Переріз

1 - шнек, 2 - щиток, 3 - хвилеподібне днище. Лопатки 6 установлені з кроком: $S = (1.2-1.7) \cdot R$, де R - радіус шнека 5. Такий крок сприяє рівномірному заповненню сітчастої частини 8 і інтенсивному перемішуванню, що обумовлює разом із продуванням повітряним потоком інтенсивний прохід зерна через перфорацію сітчастої частини 8.

Зерно з незначною кількістю соломистих домішок, що пройшло крізь сітчасту частину днища, транспортується стрічковим транспортером (10) до патрубку вентилятора (12). Потрапивши в повітряний потік вентилятора, зерно проходить остаточне очищення й надходить у зерновий шнек (18). Соломисті домішки, які захоплюються повітрям, спрямовуються на нижнє решето (17).

Відбивний щиток (14) у цьому випадку направляє зерновий потік донизу, запобігаючи попаданню зерна на решета очистки. Крім того, відбиваючи повітряний потік, він сприяє його ефективнішому проходженню крізь сітчасту частину (8).

Соломиста частина маси, яка надійшла з молотильно-сепаруючого пристрою (3) й потрапила до вікон соломотряса (4), переміщується шнеками (5) у напрямку їх обертання — при цьому на ділянці немає лопаток (6). Зернова маса, що надходить із вікон соломотряса (4), за допомогою щитків (13) спрямовується у вільну частину сітчастої зони (8), де також відокремлюється частина зерна.

Інша частина маси далі переміщується шнеками (5) до центральної частини сітчастого днища (8), витісняючи соломисту фракцію маси, що надійшла з

молотильно-сепаруючого пристрою (3), нагору. У результаті вся маса надходить на верхнє решето (15) системи очистки. Таким чином, воно отримує двошаровий потік: верхній шар — солониста фракція з молотильно-сепаруючого пристрою, нижній — зернова маса із соломотряса (4). Сепарація зерна на решетному стані відбувається за стандартною технологією.

Оскільки у верхньому шарі практично немає зерна, втрати при видаленні солонистої фракції мінімальні, що дозволяє підвищити продуктивність машини.

Серед недоліків конструкції — недостатнє вилучення насіння з насінників трав, що призводить до значних втрат. Однак ці недоліки можуть бути суттєво зменшені шляхом встановлення додаткового терткового пристрою та сепаратора для очищення насіння.

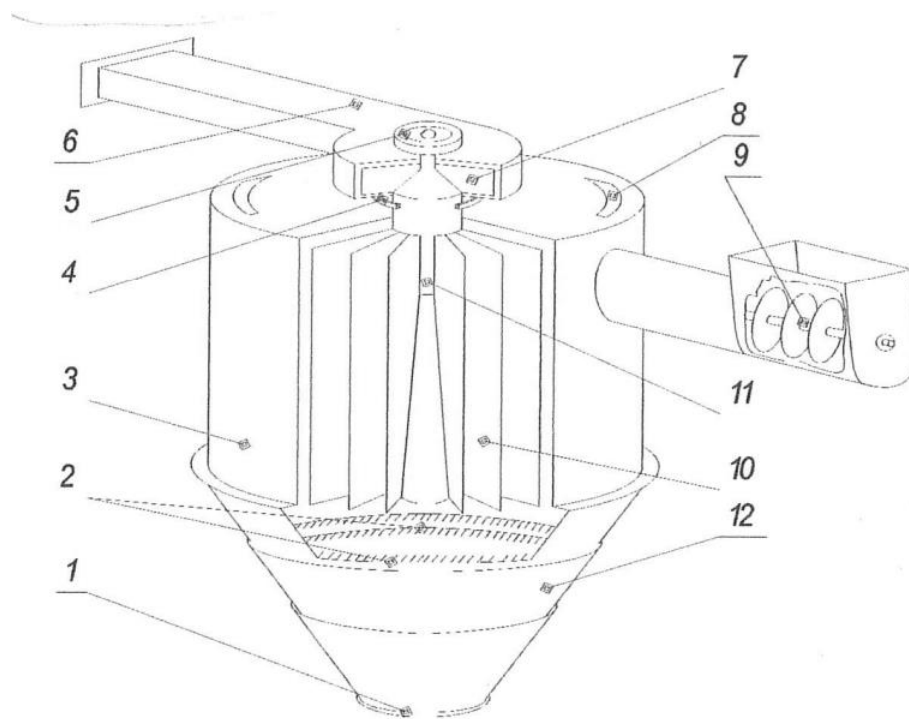


Рис. 3.13 Пневмовідцентровий сепаратор.

1 - горловина; 2 - пальцеві ґрати; 3 - корпус; 4, 5 - шківи; 6 — трубопровід; 7 - вентилятор; 8- жалюзі; 9 — завантажувальний пристрій; 10 - лопаті; 11 - конфузур; 12— екран-відбивач.

Пневмовідцентровий сепаратор (рис. 3.13) складається з корпусу (3) діаметром 650 мм, вентилятора (7), конфузора (11), лопатей (10) та завантажувального пристрою (9). Екран-відбивач (12) обладнаний пальцевою решіткою (2). Привід конфузора здійснюється за допомогою пасової передачі через шків, розташований на циліндричній горловині, яка вставляється у патрубків всмоктувального отвору вентилятора. Частоту обертання вентилятора можна регулювати в межах від 1100 до 1500 об/хв залежно від вологості та ступеня засміченості оброблюваної маси. Під впливом відцентрової сили та повітряного потоку легкі домішки та полова видаляються по трубопроводу (6) до причіпного візка. У процесі очищення маса обертається й багаторазово перетинає висхідні повітряні потоки, що забезпечує більш ефективне відокремлення домішок та покращує якість очищення.

3.3 Обґрунтування параметрів розробки.

Відцентрові роздільні апарати використовуються для грубого очищення змішаних сумішей. У цих пристроях зважені частинки, що містяться в газовому або рідкому потоці, осідають під дією відцентрових сил.

3.4 Розрахунок циклона

При осадженні частинок в полі відцентрових сил в умовах, що відповідають закону Стокса. Діаметром циклону слід передчасно задатися, а потім перевірити його наступним розрахунком. При передчасному виборі діаметра циклона пропонується керуватися даними таблиць, де наведені орієнтовні співвідношення основних розмірів відцентрових осаджувачів, віднесених до ширини вхідного патрубка або діаметра циклона.

Площа перерізу вхідного патрубка

$$f = bh = \frac{V}{g}, \text{м}^2$$

де V - об'єм газу, що поступає в циклон при заданій температурі, $\text{м}^3/\text{с}$

v - швидкість газу у вхідному патрубку циклона.

Так, для циклона ВТІ $h \approx 4b$. тоді

$$f = 4b^2 = \frac{V}{g}, \text{ м}^2$$

Правильність застосування формули Стокса перевіряємо за рівнянням

$$\text{Re} = \frac{g_0 \cdot d}{\nu} \leq 0.2$$

$$\text{Re} = \frac{3.5 \cdot 2.0}{1.2} = 5.8$$

де d -діаметр частинки м;

ν - кінематична в'язкість середовища, $\text{м}^2/\text{с}$.

При значенні $\text{Re} > 0,2$ теоретичну швидкість осадження визначаємо в наступній послідовності:

- знаходимо числове значення критерію Архімеда

$$\text{Ar} = \frac{gd^3}{g^2} \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_2}$$

$$\text{Ar} = \frac{1.25 \cdot 2.0}{3.5^2} \frac{2800 - 2450}{2450} = 2000$$

- знаходимо величину фактора розділення

$$\Phi p = \frac{g^2}{gr}$$

$$\Phi p = \frac{3,5^2}{1,25 \cdot 300} = 0,032$$

де V –швидкість руху частинки, $\text{м}/\text{с}$;

r - радіус обертання, м.

Якщо добуток $\text{Ar} \cdot \Phi < 84000$, то величину критерію Рейнольдса підраховуємо за рівнянням

$$\text{Re} = \left(\frac{\text{Ar} \cdot \Phi p}{13,9} \right)^{0,715}$$

$$\text{Re} = \left(\frac{2000 \cdot 0.032}{13.9} \right)^{0.715} = 2.97$$

а при $\text{Ar} \cdot \Phi p > 84000$ — за рівнянням

$$Re = 1.71 \sqrt{Ar \cdot \Phi p}$$

За отриманим значенням критерію Re визначаємо теоретичну швидкість осадження.

Враховуючи задану продуктивність циклона, знаходимо внутрішній діаметр випускної труби з рівняння:

$$D_2 = 1.13 \sqrt{\frac{V}{g_1}}, \text{ м}$$

$$D_2 = 1.13 \sqrt{\frac{3.5}{11}} = 0.63$$

де $v = 4 \dots 8$ м/с — швидкість газу в випускній трубі. Зовнішній діаметр випускної труби:

$$D_1 = D_2 + 2\delta$$

$$D_1 = 0.63 + 2 \cdot 0.036 = 0.702$$

де δ - товщина стінки випускної труби, м.

Правильність вибраного значення діаметра циклона перевіряється за рівнянням

$$D = \frac{D_1}{1 - 10 \frac{g_0}{g_2}}, \text{ м}$$

Висота циліндричної частини циклона H і висота конічної частини його H_k приймається з табличних даних. При цьому для забезпечення надійного видалення частинок з циклона, кут при вершині конуса слід приймати не більше $30 \dots 40^\circ$

Гідравлічний опір циклону визначається з формули

$$\Delta p = \zeta \frac{g^2 \cdot \rho_2}{2 \cdot g}, \text{ кг/м}^2$$

Отже, швидкість осадження частинок у циклонах може бути підвищена шляхом збільшення швидкості газового потоку або шляхом зменшення радіуса обертання. Перший шлях не є ефективним, тому що призводить до великого збільшення гідравлічного опору апарата, збільшенню турбулентності газового

потоків і зниженню ккд. Другий шлях призводить до застосування батарейних циклонів.

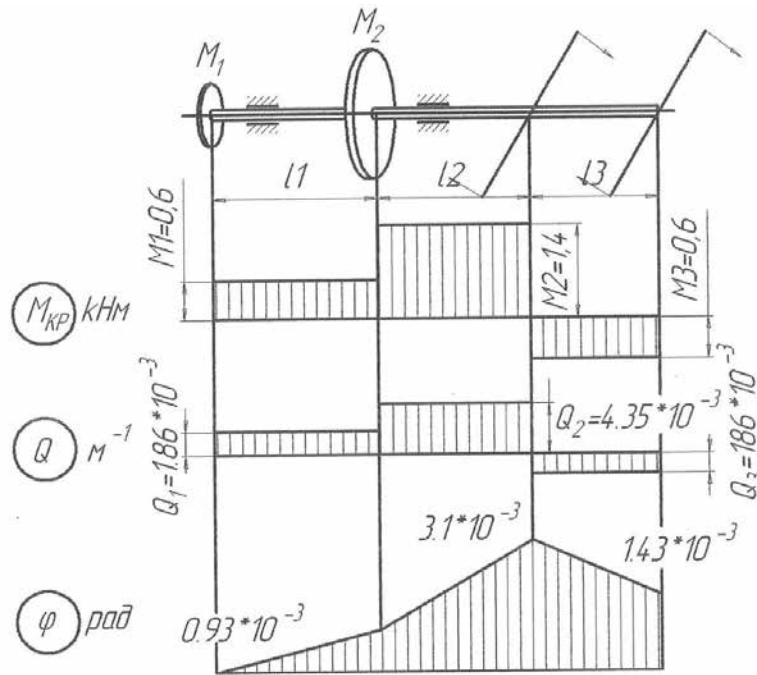


Рис 3.4.1 Схема навантаження вала.

Будуємо епюру крутних моментів. Найбільший момент діє на відрізок вала 2-3: $M_{крMAX} = M_1 + M_2 = (0,6 + 0,8)кН \cdot м = 1,4кН \cdot м$

Підберемо діаметр вала з умови міцності, використовуючи формулу:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{кр}}{\pi \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 1.4 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 20}} \approx 0.07 м = 7 см$$

Тепер підберемо діаметр вала з умови жорсткості, використовуючи формулу:

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{32 \cdot M_{кр}}{G \cdot \pi \cdot [\Theta]}} = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 1.4 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \cdot 4}{8 \cdot 10^4 \cdot \pi^2}} \approx 0.08 м = 8 см$$

Із двох діаметрів слід вибрати більший ($d = 8 см$), знайдений з умови жорсткості.

Тепер визначимо відносні кути закручування вала по окремих відрізках, використовуючи формулу. Підставляючи в цю формулу значення $M_{кр}$ для різних відрізків, знайдемо, що

$$\Theta = \frac{M_{KP1}}{GJ_p} = \frac{0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 32}{8 \cdot 10^4 \cdot \pi \cdot (8 \cdot 10^{-2})^4} = 1.86 \cdot 10^{-3}$$

$$\Theta = \frac{M_{KP2}}{GJ_p} = \frac{1.4 \cdot 10^{-3} \cdot 32}{8 \cdot 10^4 \cdot \pi \cdot (8 \cdot 10^{-2})^4} = 4.35 \cdot 10^{-3}$$

$$\Theta = \frac{M_{KP1}}{GJ_p} = \frac{0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 32}{0.6 \cdot 10^4 \cdot \pi \cdot (8 \cdot 10^{-2})^4} = 1.86 \cdot 10^{-3}$$

Знаючи відносні кути закручування по окремих відрізках, можна побудувати епюри Θ і та кутів ϕ по довжині вала. Епюру кутів закручування ϕ побудовано при $17=12=50$ см та $13=90$ см. При цьому один з перерізів нерухомий (на рис. 215 це переріз 1). Оскільки в межах кожного відрізка, то кут закручування на кожному відрізку змінюється за лінійним законом і

$$\phi_{2-1} = \Theta_1 l_1 = 1.86 \cdot 10^{-3} \cdot 0.5 \text{ рад} = 0.93 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$

$$\phi_{3-1} = \phi_{2-1} + \phi_{3-2} = (0.93 \cdot 10^{-3} \cdot 0.5 + 2.18 \cdot 10^{-3}) \text{ рад} = 3.10 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$

$$\phi_{4-1} = \phi_{2-1} + \phi_{3-2} + \phi_{4-3} = (0.93 \cdot 10^{-3} + 2.18 \cdot 10^{-3} - 1.67 \cdot 10^{-3}) \text{ рад} = 1.43 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$

Шукана різниця в напруженнях

$$\Delta \tau = \frac{\tau_{II} - \tau_0}{\tau_c} \cdot 100 = \frac{16M_{KP}}{\pi d^3} \left[\frac{1}{1 - \alpha^4} - 1 \right] \cdot \frac{\pi d^3}{16M_{KP}} \cdot 100 = \frac{(0.4)^4}{1 - (0.4)^4} \cdot 100 \approx 2.6\%$$

РОЗДІЛ 4.

Охорона праці.

4.1 Стан охорони праці в СТОВ «Пологівське».

У СТОВ «Пологівське» питання охорони праці регулюються Конституцією та законодавством України, зокрема Законом України «Про охорону праці», а також нормативно-правовими актами і документами, розробленими на їхній основі.

Відповідно до Державного стандарту ГОСТ 12.2.019-86 та санітарних правил №4282-87 встановлено вимоги до конструкцій тракторів, самохідної та іншої сільськогосподарської техніки. Ці вимоги стосуються наявності приладів безпеки, систем сигналізації, спеціального обладнання, інструментів і документації, а також стабільності машин, гідравлічних і пневматичних систем, умов праці оператора, розміщення органів керування та інших конструктивних елементів, що впливають на безпеку та комфорт працівника.

До експлуатації допускаються лише технічно справні машини й обладнання, які повністю відповідають вимогам безпеки. Нову техніку, а також ту, що пройшла ремонт або тривалий час не використовувалась, дозволено вводити в експлуатацію тільки після обкатки та ретельної перевірки функціонування всіх систем.

Причіпні та навісні машини слід заздалегідь перевірити й агрегатувати виключно з тим трактором, який вказаний у заводській інструкції до машини. Роботу на агрегатах дозволено виконувати лише фізично здоровим, спеціально навченим працівникам, які мають відповідну кваліфікацію (посвідчення) та пройшли інструктаж згідно з ГОСТ 12.0.004-90. Залежно від характеру виконуваних робіт, механізатори повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту і спецодягом. На робочі ділянки, де працюють агрегати, не допускаються сторонні особи, не залучені до виробничого процесу.

4.2. Охорона праці при збиранні насіння конюшини.

Заходи безпеки при роботі на зернозбиральних комбайнах

4.2.1. Перед початком роботи

Перед початком роботи комбайнер повинен отримати від керівника ділянки завдання та визначений маршрут руху машини. Необхідно ознайомитися з рельєфом місцевості, яку потрібно обробити, а також з розташуванням поворотів і місць переїзду. Перш ніж запускати двигун, слід переконатися, що на комбайні немає сторонніх осіб, подати звуковий сигнал та лише після цього запустити двигун і перевірити роботу всіх механізмів на різних режимах. Запускати двигун має виключно комбайнер. Забороняється заводити машину шляхом буксирування або скочування з підвищення. Перед тим як почати рух, необхідно впевнитися, що це не створює небезпеки для інших, подати попереджувальний сигнал і лише тоді розпочинати рух. [20]

4.2.2. Під час роботи

Керування комбайном не дозволяється передавати особам, які не закріплені за цією машиною. Заборонено перебування людей на працюючому комбайні. Усі роботи з перевірки та налаштування механізмів, натягування ременів і ланцюгів, усунення несправностей, змашування, а також очищення різального апарата, молотильного барабана, копнувача та інших вузлів слід виконувати лише при вимкненому двигуні. Під час таких робіт на кермі необхідно залишити помітну табличку: «Не вмикати! Працюють люди» [20].

Комбайн не можна залишати без керування під час руху. Керувати ним слід лише сидячи. Комбайнер зобов'язаний постійно стежити за станом жнивarki і молотильного барабана, вчасно очищуючи їх від намотаної соломистої маси. Засмічені ділянки слід очищати спеціальними гачками, обов'язково в рукавицях.

Під час поворотів або розворотів швидкість слід знижувати до другої зниженої передачі (3–4 км/год). Під час вивантаження зерна забороняється залазити в бункер та проштовхувати зерно руками, ногами або металевими

предметами — використовують тільки дерев'яну лопату. При розрівнюванні зерна в кузові обслуговуючий персонал повинен перебувати з навітряного боку. Стояти в кузові під час руху машини, а також перевозити людей у кузові завантаженої зерном техніки суворо заборонено [20].

Не можна відпочивати в копицях, на валках, у комбайнах або під ними, а також уздовж польових доріг поблизу працюючих агрегатів. Відпочивати дозволено лише у спеціально відведених, добре видимих і позначених місцях, які знаходяться поза межами ділянки, що обробляється. У разі грози робота комбайна має бути негайно припинена.

Після дощу рух через канали, по схилах і на поворотах здійснюється виключно на першій передачі. По завершенні роботи комбайн потрібно встановити на стоянку, опустити жниварку, загальмувати машину та підкласти упори під колеса. Потім слід оглянути й очистити комбайн від пилу й бруду, впорядкувати робоче місце. При передачі зміни повідомити зміннику про технічний стан машини та особливості рельєфу ділянки [20].

4.2.3. Заходи безпеки при роботі на схилах

Перед початком роботи необхідно ознайомитися з усіма особливостями виконання операцій на нерівній місцевості та крутих схилах.

Поле, призначене для збирання, повинно бути ретельно підготовлене. Небезпечні ділянки — такі як краї схилів, урвища, глибокі канали або ями — мають бути чітко позначені вішками. Відстань від поворотної смуги до краю схилу або урвища повинна складати щонайменше 10 метрів. Допустимий максимальний ухил при роботі на схилах не повинен перевищувати 15°.

Під час виконання робіт поблизу країв схилів, урвищ, а також при поворотах і розворотах, необхідно рухатися виключно на першій передачі з низькими обертами двигуна. Робота в таких умовах у нічний час категорично заборонена.

Стоянка або навіть короткочасна зупинка комбайна поблизу крутих схилів та ярів забороняється. У разі вимушеної зупинки двигун слід заглушити, машину

загальмувати і встановити під колеса упори. Якщо комбайн починає буксувати на схилі, необхідно негайно зупинити його і вимкнути двигун.

4.2.4. Робота в нічний час

Перед підготовкою комбайна до роботи в нічний час необхідно перевірити справність усіх освітлювальних приладів і налаштувати їх таким чином, щоб забезпечити чітку видимість зони роботи, фронту збирання та робочих органів машини. Також слід перевірити освітлення панелі приладів.

Заправляти комбайн паливом, водою чи оливою перед нічною зміною рекомендується тільки за умов природного освітлення. Якщо заправку доводиться здійснювати в темну пору доби, слід використовувати переносну електролампу або скористатися освітленням від іншого комбайна, автомобіля чи іншого джерела світла.

4.2.5. Заходи протипожежної безпеки при роботі на комбайнах

Готовність комбайнів до збирання врожаю має підтверджуватись перевіркою спеціальної комісії, до складу якої обов'язково входять представники пожежної охорони або добровільної пожежної дружини.

Регулярно необхідно здійснювати перевірку щільності з'єднання колектора з головкою блока двигуна та вихлопної труби з колектором. Важливо слідкувати за справністю іскрогасника, що встановлений на вихлопній трубі. У жодному разі не допускається витік палива чи мастила, особливо в зоні двигуна. Уся електропроводка повинна бути добре закріплена, надійно ізольована та не контактувати з рухомими елементами машини.

Комбайн не можна експлуатувати з перегрітим двигуном, а також заправляти паливом при ввімкненому двигуні. Під час заправки слід уникати пролиття пального чи мастильних матеріалів.

У неробочий час заправку та стоянку комбайнів дозволено здійснювати лише на спеціально підготовлених майданчиках, очищених від стерні, сухої

трави та іншої горючої рослинності. Комбайни мають бути розташовані не ближче 80–100 метрів від житлових будівель і зернових масивів, при цьому відстань між машинами повинна становити не менше 10 метрів.

Заправку комбайнів у польових умовах дозволяється здійснювати тільки у виняткових випадках і виключно закритим способом. Заборонено користуватися лійками або іншими пристроями, які не гарантують герметичність процесу. Швидкість наближення пересувного заправного агрегату до комбайна не повинна перевищувати 5 км/год, а сам агрегат має бути розміщений на відстані не менше 3 метрів від комбайна. Заборонено перевозити на комбайні додаткові ємності з паливом чи мастилами.

Категорично заборонено використовувати відкритий вогонь (сірники, свічки, смолоскипи тощо) під час заправки та перевірки рівня пального. Для відкручування пробок паливного бака слід застосовувати спеціальний ключ. Не можна відкривати пробки ударами або ривками, щоб уникнути іскріння — відкручувати їх потрібно повільно та обережно. Зварювальні роботи на полі дозволяються лише в крайніх випадках, після очищення ділянки від стерні й обов'язкового використання брезенту.

Комбайн повинен регулярно очищуватись від соломи, пилу, полови, оливи, особливо в зоні двигуна та електропроводки. Вали, бітери, транспортери та інші робочі елементи очищають від соломистих залишків не рідше одного разу за зміну.

Оператор комбайна повинен знати конструкцію вогнегасників і вміти ними користуватись. Не дозволяється зберігати на вогнегасниках сторонні предмети чи одяг — це може пошкодити обладнання й ускладнити його використання у разі пожежі.

Для гасіння займання використовуються вогнегасники, пісок, брезент тощо. Забороняється розпалювати багаття поруч із технікою під час її стоянки, а також палити на комбайні або поблизу нього — особливо на стерні, неприбраному полі, в копицях чи валках соломи та полови. Промаслену ганчірку

та інші матеріали для протирання слід зберігати у металевих ящиках із кришками.

На кожному комбайні обов'язково має бути таке протипожежне обладнання:

- два вогнегасники;
- лопата;
- ящик із піском;
- переносна електролампа;
- електричний ліхтар.

РОЗДІЛ 5

Визначення економічної ефективності розробки

Розрахунок здійснюється за умови, що основні експлуатаційні показники комбайнів — зокрема втрати, пошкодження та забруднення зерна — або ідентичні, або мають незначні відмінності, які не впливають суттєво на результат. [22] Еталонною машиною для проведення дослідження обрано комбайн КЗ-9+ із продуктивністю 1,8 га/год та питомою витратою пального 9,0 л/га. Оцінювання економічної ефективності виконано на основі результатів порівняльних польових випробувань. Комбайни випробовувались на одній ділянці поля в однакових умовах, послідовно, один за одним. [22]

Таблиця 5.1 - Вихідні дані до розрахунку.

Назва і значення показника	Позначення та одиниці виміру	(дослід)	(еталон)
1	2	3	4
Маса комбайна	м кг	7550	7600
Балансова ціна	Цб, грн	145000	146000
Потужність двигуна	N, кВт	88	88
Питома витрата палива	Дг/кВт	180	180
Ціна 1 кг палива	Цп, грн./кг	56	56
Пропускна спроможність	g кг/с	5,0	4,8
Врожайність	Ав ц/га	2	2
Соломистість	Ес	0,6	0,6
Кількість обслуговуючого персоналу	П чол	1	1
Тарифна ставка		2,62	2,62
Норми відрахувань			
На поточний ремонт	г	6,5	6,5
На капремонт	а	16	16

Нормативне завантаження	tr год	160	160
Коефіцієнт експлуатаційної надійності	Кен	0,95	0,95
Коефіцієнт використання часу зміни	Кзм	2	2
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Ен	0,15	0,15
Коефіцієнт використання потужності двигуна	Δд	0,61	0,61

1. Продуктивність за годину чистого часу визначаємо за формулою:

$$Пг = 36 \text{ г} \cdot (1 - E_c) / 1,67 A_v E_c \text{ га/год}$$

де д- пропускна спроможність;

E_c- солемистість;

A_v- врожайність;

$$Пг.д = 36 \cdot 4,8 (1 - 0,6) / 1,67 \cdot 2 \cdot 0,6 = 3,45 \text{ га/год}$$

2. Продуктивність за годину часу зміни знаходимо з виразу:

$$Пзм = Пг \cdot Кзм \cdot Кен, \text{ га/год}$$

$$Пзмд = 3,45 \cdot 0,7 \cdot 0,95 = 2,29 \text{ га/год}$$

$$Пзмe = 3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,95 = 2,39 \text{ га/год}$$

3. Експлуатаційні видаткКИ на одиницю продукції визначаємо за формулою:

$$B = Z_o + A + P + 3n_m$$

4. Питома зарплата оператора на 1 га:

$$Z_o = 1 \text{ год} / Пзм, \text{ грн/га}$$

$$Z_{од} = 2,62 / 2,29 = 1,14 \text{ грн/га}$$

$$Z_{ом} = 2,62 / 2,39 = 1,09 \text{ грн/га}$$

5. Питомі витрати на реновацію:

$$A_d = 145000 - 16 / 100 - 2,29 \cdot 160 - 63,31 \text{ грн/га}$$

$$A_m = 146000 - 16 / 100 - 2,39 \cdot 160 - 61,08 \text{ грн/га}$$

6. Питомі затрати на ремонт:

$$P_d = 145000 - 6,5 / 100 - 2,29 \cdot 160 - 25,72 \text{ грн/га}$$

$$P_m = 146000 - 6,5/100 - 2,39 \cdot 160 - 24,81 \text{ грн/га}$$

7 Питомі затрати на ПММ:

$$З_{пмд} = 120 \cdot 0,61 \cdot 180 \cdot 1,5/1000 \cdot 2,29 - 8,63 \text{ грн/га}$$

$$З_{пмм} = 120 \cdot 0,61 \cdot 180 - 1,5/1000 \cdot 2,39 - 8,26 \text{ грн/га}$$

Експлуатаційні видатки:

$$В_d = 1,14 + 63,61 + 25,72 + 8,63 = 98,8 \text{ грн}$$

$$В_e = 1,09 + 61,08 + 24,81 + 8,26 = 95,24 \text{ грн}$$

8 Річна економія від зниження експлуатаційних видатків в розрахунку на 1 машину:

$$Е_v = (98,8 - 95,24) \cdot 2,29 \cdot 160 = 1304,38 \text{ грн.}$$

9 Питомі капіталовкладення

$$К_{пд} = 145000/2,29 \cdot 160 = 395,74 \text{ грн.}$$

$$К_{пг} = 146000/2,39 \cdot 160 = 381,7 \text{ грн.}$$

10 Зниження питомих капіталовкладень:

$$К = ((395,74 - 381,7)/395,74) \cdot 100 = 3,54\%$$

11 Річний економічний ефект:

$$Е_p = ((395,74 - 381,7) + 0,15 \cdot (98,8 - 95,24)) \cdot 2,29 \cdot 160 = 5339,91 \text{ грн.}$$

12 Питомі затрати праці.

$$З_{пд} = 1/2,29 - 0,43, \text{ люд год/га}$$

$$З_{пе} = 1/2,39 - 0,41, \text{ люд год/га}$$

13 Ступінь зниження затрат праці:

$$С = ((0,43 - 0,41)/0,43) \cdot 100 = 4,65\%$$

14 Приведені затрати по технології

$$ПБ = 98,8 + 395,74 \cdot 0,15 = 158,1 \text{ грн/га}$$

$$Пм = 95,24 + 381,7 \cdot 0,15 = 152,4 \text{ грн/га}$$

Накладні витрати будуть складатися:

- Вартість підшипників 92 грн;
- Вартість підшипників 134 грн;
- Вартість підшипників ковзання 62 грн;
- Вартість матеріалів 172 грн.

- Вартість інших деталей конструкції 207грн.
- Витрати при оплаті праці на виготовлення деталей 72 грн. Вони складаються з оплати праці робітників: токаря, слюсаря, фрезерувальника.

Погодинна оплата токаря 5 розряду — 6,96 грн; слюсаря 4 розряду — 6,01грн; фрезерувальника 6 розряду — 8,09 грн. Витрати на оплату праці при монтажі елементів конструкції на агрегат — 195,05 грн. Вона складається з оплати праці чотирьох слюсарів 5 класу, відповідно за 7 год роботи буде складати: $4 \cdot 6,96 \cdot 7 - 195,09$ грн.

За договором укладеним з господарством конструктору розробки буде виплачено грошми за впровадження 2% від економічного ефекту ефекту розробки, що буде складати — 2954,74 грн. На інші витрати — 120 грн. Всього за накладними витратами — 4008,83 грн.

Строк окупності капітальних вкладень на модернізацію:

$$T_{ок} = \frac{4008,83}{5339,91 \cdot 1,14} = 1,05 \text{ року}$$

Таблиця 5.2 - Показники економічної ефективності

Показники	По базовій машині	По модернізованій машині	Відхилення ±
Продуктивність комбайна га/год	2,29	2,39	0,1
Витрати на заробітну плату грн./га	1,14	1,09	0,05
Витрати на ПММ, грн./ц	8,63	8,26	0,37
Річний економічний ефект грн.		15339,91	
Строк окупності, років		1,05	

Висновок: впровадження дослідної машини дає економічний ефект в розмірі 15339,91 грн. Строк окупності модернізованої машини складає 1,05року.

ВИСНОВОК

У дипломному проєкті проведено аналіз складу та структури виробничих потужностей СТОВ «Пологівське», а також досліджено динаміку розподілу матеріальних ресурсів між його підрозділами.

Визначено ключові аспекти біологічних властивостей конюшини, особливості технології її вирощування та основні операції збирання.

У роботі розглянуто шляхи підвищення продуктивності технологічного процесу шляхом своєчасної та якісної підготовки агрегатів, а також використання техніки з високими якісними показниками.

Наведено перелік наявних конструкцій машин для збирання конюшини. Найперспективніша конструкція була вдосконалена шляхом додавання терткового та сепаруючого пристроїв.

Для оцінки конкурентоспроможності машини проведено розрахунок енерговитрат на виконання технологічної операції та визначено коефіцієнт енергетичної ефективності. Також проаналізовано екологічний вплив машини та окреслено перспективні напрями розвитку системи.

Виконано розрахунок економічної доцільності впровадження запропонованої розробки.

Проведено аналіз стану охорони праці в господарстві під час збирання конюшини на насіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Войтюк Д.Г., Дацишин О.В., Колісник В.С. та ін. Дипломне та курсове проектування. За ред. Дацишина О.В. – К.: Урожай, 1996. – 192 с.
2. Коренев Г.В., Гатаулина Г.Г., Зинченко А.И. та ін. Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур. За ред. Коренева Г.В. – М.: Агропромиздат, 1988. – 301 с.
3. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. – К.: Урожай, 1994. – 216 с.
4. Зінченко І.А. та ін. Рослинництво. За ред. Зінченка І.А. – К.: Вища школа, 1999. – 350 с.
5. Ільченко В.Ю., Нагірний Ю.П., Джолос П.А. та ін. Машиновикористання в землеробстві. За ред. Ільченка В.Ю. і Нагірного Ю.П. – К.: Урожай, 1996. – 382 с.
6. Новоселова А.С. Селекція та насінництво червоної конюшини. – М., 1972.
7. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи. Держагропром УРСР. – К.: Урожай, 1991. – 472 с.
8. Типові норми виробітку і витрачання палива на тракторно-транспортні роботи у сільському господарстві. Держагропром УРСР. – К.: Урожай, 1987. – 416 с.
9. Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімонт А.С. та ін. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. За ред. Ільченка В.Ю. – К.: Урожай, 1993. – 287 с.
10. Диденко Н.К. Експлуатація машинно-тракторного парку. – К.: Вища школа, 1997. – 391 с.
11. Іофонов С.А. Експлуатація. – Колос, 1974. – 480 с.
12. Шейнблит А.Е. Курсове проектування деталей машин: Навч. посібник для технікумів. – М.: Вища школа, 1991. – 432 с.
13. Дунаєв Л.І., Леліков А.Н. Курсове проектування деталей машин: Навч. посібник для технікумів. – М.: Вища школа, 1990. – 450 с.

- 14.Бондаренко Н.Г. Експлуатація машинно-тракторного парку. 2-е вид., доп. і перероб. – К.: Вища школа, 1984. – 232 с.
- 15.Антонишин Р.В. (склад.), Олейничук Г.Т., Суддя С.С. та ін. Практичне керівництво з технологічного налагодження сільськогосподарської техніки: Підготовка ґрунту, сівба і догляд за посівами. За ред. Полонця В.І., Масло І.П. – К.: Урожай, 1987. – 224 с.
- 16.Гаврилук Г.Р., Живолуп Г.І., Короткевич П.С. та ін. Технологічне налагодження та усунення несправностей сільськогосподарських машин. Довідник. – К.: Урожай, 1988. – 254 с.
- 17.Кочев В.І., Кушнар'ов А.С., Роговий В.Д. та ін. Довідник з регулювання сільськогосподарських машин. – К.: Урожай, 1985. – 311 с.
- 18.Іофонов С.А., Бабенко Е.П., Зуєв Ю.А. Справочник по експлуатації машинно-тракторного парку. За заг. ред. Іофнова С.А. – М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
- 19.Фере Н.Е., Бубнов В.В., Єленов В.А. та ін. Посібник з експлуатації машинно-тракторного парку. – М.: Колос, 1971. – 279 с.
- 20.Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін. Довідник сільського інженера. За ред. Гречкосія В.Д. – К.: Урожай, 1991. – 400 с.
- 21.Іванов М.В. Справочник по охорані труда в сільському господарстві. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 675 с.
- 22.Черняускас Г. Оточуюче середовище і сільськогосподарське виробництво. – Таллінн: Пресса, – 193 с.
- 23.Тарасенко Г.С. та ін. Організація виробництва в сільськогосподарських підприємствах. Практикум. – К.: Урожай, 1993. – 224 с.
- 24.Тарасенко Г.С. та ін. Організація сільськогосподарського виробництва. – К., 2000. – 446 с.
- 25.Гарькавий А.Д., Петриченко В.Ф., Спірін А.В. Конкурентоспроможність технологій і машин: Навчальний посібник. – Вінниця: ВДАУ "Тірас", 2003.
- 26.Mathcad 2000 Pro. Біблія користувача. – Москва: ДМК, 2000. – 625 с.
- 27.САПР в конструюванні. Справочник. – Москва: Партнер, 2000. – 500 с.