

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії транспорту та архітектури
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Бакалавр»

Тема: “ Використання техніки при вирощуванні кукурудзи з розробкою операцій-
ної технології сівби ”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство
Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДП АІз 25.04.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІз-20-1

Руденький Р. С.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Борис М.М.

Нормоконтроль

к.т.н., доц. Лук'янюк М. В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ

_____ 2025 р.

Хмельницький, 2025р

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП.....	5
1 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ	7
1.1 Місце кукурудзи в сівозміні	7
1.2 Основний обробіток ґрунту і внесення добрив	7
1.3 Весняний і передпосівний обробіток ґрунту	9
1.4 Підготовка насіння і сівба	11
1.5 Догляд за посівами	13
1.6 Збирання врожаю.....	14
2. ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТА КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ	16
2.1 Складання технологічної карти	16
2.1 Технологічні розрахунки	18
2.3 Визначення необхідної кількості машин	22
3. КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ СІВАЛКИ	24
3.1 Визначення параметрів висівного апарату	26
3.2 Розрахунок на міцність вісі опорного колеса посівної секції.....	32
3.3 Розрахунок ланцюгової передачі приводу висівного диска.	35
3.4 Визначення норми висіву насіння.	37
5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ	50
7 ОХОРОНА ПРАЦІ	58
7.1 Вимоги до обслуговуючого персоналу.	58
7.2 Безпека праці при вирощуванні кукурудзи	58
7.3 Безпека праці при експлуатації модернізованої сівалки.	60
7.4 Рекомендації по поліпшенню умов праці тракториста-машиніста та оператора сівалки.	63
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	66
ДОДАТКИ	68
СПЕЦИФІКАЦІЯ.....	69

					<i>ДП АІз 25.04.00.00.000 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	"Використання техніки при вирощуванні кукурудзи з розробкою операційної технології сівби"	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Руденький Р. С.						
Перевір.		Борис М.М.					3	
Реценз.						<i>ХНУ Гр. АІз-20-І</i>		
Н. Контр.		Лук'янюк М. В.						
Затверд.		Мартинюк А.В.						

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему: “Використання техніки при вирощуванні кукурудзи з розробкою операційної технології сівби”. Складається з 66 листів машинописного тексту пояснювальної записки і 6 листів формату А1 графічної частини.

В дипломному проекті проведено аналіз сучасних технологій вирощування кукурудзи та обґрунтовано актуальність необхідності винаходу в теперішній час.

Також розділи дипломного проекту містять інформацію про визначення раціональної структури та кількісного складу машин при вирощуванні кукурудзи, детально прораховані параметри пневматичної системи нової сівалки, проведено розрахунок визначення норми висіву сівалки.

Операційна технологія сівби кукурудзи передбачає агротехнічні вимоги до сівби, новий склад агрегату, площу поля, тощо і з урахуванням цього визначається необхідна швидкість агрегату, витрату пального, при цьому звертає увагу на кінематику агрегату. Проведено обґрунтування економічної ефективності проекту.

Детально проаналізовані шкідливі фактори які діють на тракториста і оператора сівалки та розроблені рекомендації по поліпшенню умов праці.

Ключові слова: кукурудза, сівба, ґрунт, сівалка.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Технології механізованого вирощування кукурудзи передбачають використання широкозахватних агрегатів для виконання таких технологічних процесів, як підготовка ґрунту, внесення гербіцидів, сівба та догляд за посівами. Енергонасичені трактори John Deere 9R, Case IH Steiger дозволяють різко збільшити ширину захвату машин, що агрегують з ними.

Трактор ХТЗ 248-К20, з яким комплектують широкозахватні агрегати для сівби та догляду за посівами, обладнують кулісним пристроєм та вісьмома спареними вузько профільними шинами 330-965, згідно з рекомендаціями Українського науково-дослідного інституту механізації та електрифікації сільського господарства (УНДІМЕСГ). Установка кулісного пристрою на цей трактор забезпечує необхідну прямолінійність руху агрегатів на сівбі і міжрядних обробітках просапних культур.

У господарствах при вирощуванні кукурудзи значного поширення набули широкозахватні агрегати, які дозволили збільшити продуктивність праці в 1.5-1.8 раза та зменшити кількість механізаторів, зайнятих на їх вирощуванні.

Широкозахватну 12-рядну сівалку, розроблено на базі висівних секцій сівалки СУПН-8. Це рама перерізом 100X100 мм. з пристроєм для навішування на трактори Claas Xerion, Fendt 1000 Vario. На рамі болтами і планками кріплять висівні секції сівалки і маркери з гідروприводом. Крім того, брус рами виконує роль центрального вакуум-привода. З ексгаустерами підвищеної продуктивності (ширина робочого колеса 60 мм з гідроприводом) брус з'єднується трубою діаметром 100 мм, а з робочими камерами висівних апаратів-гумовими шлангами. У робочому положенні сівалка опирається на чотири пневматичних колеса, взятих від сівалки СУПН-8.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

При виборі типу широкозахватних посівних агрегатів треба враховувати що він має великий радіус повороту, а ефективність його застосування в значній мірі залежить від площі і конфігурації поля, довжини гонів.

У першу чергу його треба застосовувати на полях з довжиною гонів 800 м і більше та площею 100-120 га.

При груповій роботі агрегатів сівбу починають від середини поля. Спосіб руху-човниковий. Ширина поворотних смуг для 12-рядкових агрегатів з гусеничними тракторами становить два проходи агрегату.

Якщо агрегат може вільно виїхати для повороту за межі поля, поворотні смуги можна не відбивати або зменшити їх на ширину захвату одного агрегату.

При заїзді в загінку двох агрегатів з одного краю поля довжини маркерів першого проходу однакова. Для подальшої роботи лівий маркер збільшують до довжини, необхідної для водіння одного агрегату. Під час заїзду з різних боків гонів другий агрегат починає роботу тільки після проходу першого. Коли агрегат зробив перший прохід розмічають місця для заправки їх насінням та добривами.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

1.1 Місце кукурудзи в сівозміні

Кукурудзу вирощують в польових, кормових і спеціальних сівозмінах, а також на постійних ділянках як беззмінну культуру. Місце в сівозміні перш за все визначається біологічними властивостями попередніх культур, вплив їх на водно-повітряний і поживний режим ґрунту, ступінь засміченості поля, зараженість шкідниками і хворобами.

Попередники кукурудзи неоднаково використовують поживні елементи і вологу із різних хімічних сполук. При розміщенні кукурудзи в сівозміні після озимої пшениці, цукрових буряків, кукурудзи і гороху врожай її досягає 50 – 60 ц/га. Якщо порівняти рівень урожайності, то кукурудза забезпечує більш високі врожаї при вирощуванні її після цукрових буряків, ніж після інших культур.

Як відомо, найкращим попередником для просапних культур – це колосові культури, із них для кукурудзи – є озима пшениця. Описувані нижче технології мають різних попередників для кукурудзи. Так по одній із інтенсивних технологій, в нашому випадку – першій [1], попередником є озима пшениця. Інша індустриальна технологія – друга [2], планує вирощування кукурудзи на зерно з попередником ячмінь. Попередником третьої – нової технології є 50 % колосових і 50 % просапних культур [3]. Ці технології складені в приблизно однакових природнокліматичних і технічних умовах.

1.2 Основний обробіток ґрунту і внесення добрив

Індустриальна технологія вирощування кукурудзи вимагає підвищених вимог до якості і строку проведення основного обробітку ґрунту.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Правильна система обробітку, сприяє накопиченню достатньої кількості вологи і поживних речовин, покращую повітряний режим ґрунту, створює сприятливі умови для життєдіяльності мікроорганізмів і розвитку кореневої системи.

Поля, відведені під кукурудзу після стерньових попередників, луцять широкозахватними агрегатами. Так по першій технології після озимої пшениці проводять луцнення стерні в двох напрямках агрегатом ХТЗ-248К.20 і ЛДГ-15. відбивають лінії для перших проходів агрегатів і відбивають поворотні смуги. Повторне луцнення проводять агрегатом ХТЗ-248К.20 і ПЛП-10-25. Після луцнення стерні вносять органічні добрива. Для навантаження гною використовують екскаватори ПЕ –0.8Б на базі трактора МТЗ-2023.3. Навантаження здійснюють із буртів. Перевозять гноєрозкидачами ПРТ-16, які агрегуються тракторами К-701, і ними ж розкидаються по полю. Крім органічних добрив вносять і мінеральні. Спочатку подрібнюють злежані міндобрива машинами АІР-20, який після того і завантажує їх в завантажувач СЗУ-20, потім перемішуються всі компоненти мінеральних добрив і завантажують в розкидачі РУМ-5, які агрегуються тракторами МТЗ-2023.3. внесення мінеральних добрив здійснюють відповідно встановленої норми.

Перед оранкою провішують лінії для перших проходів агрегатів і відбивають поворотні смуги. Оранку проводять агрегатами ХТЗ-248К.20 і ПЛН-5-35, а агрегатом МТЗ-2023.3і ПН-3-35 заробляють розвальні борозни і звальні гребні.

Наприкінці зими проводять снігозатримання агрегатом ДТ-75М і 2СВУ-2,6 в зчіпці СП-11.

Третя технологія також передбачає луцнення стерні тими самими агрегатами. Добрива навантажують також екскаваторами ПЕ-0,8 на базі трактора МТЗ-2023.3і ПФП-2 змонтованого на тракторі ХТЗ-248К.20. перевезення і розкидання гною здійснюють причіпними розкидачами КСО-9 з трактором ХТЗ-248К.20 і ПРТ-16 з К-701.

Подрібнення і змішування, а також навантаження мінеральних добрив в транспортні засоби здійснюють машиною ІСУ-4, що приводиться в дію від трактора МТЗ-2023.3. Транспортують мінеральні добрива трактором МТЗ-2023.3 з

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

СЗУ-20. внесення здійснюють агрегатами Izuzu 1РМГ-4 і МТЗ-2023.3+РУН-8. Зяблеву оранку здійснюють тракторами ХТЗ-248К.20 з плугом ПЛП-6-35, гусеничним ХТЗ-248К.20 з таким же плугом ПЛП-6-35 і К-701 з дев'ятикорпусним плугом ПТК-9-35. Снігозатримання проводять агрегатом ХТЗ-248К.20 і 2СВУ-2,6 в зчіпці СП-11.

По другій технології лушення проводять агрегатами такими ж як і у попередніх технологіях, тобто перше широкозахватним луцильником ЛДГ-15, який агрегатується енергонасиченим трактором ХТЗ-248К.20, і повторне ПЛП-10-25 з тим же трактором. Подрібнюють і змішують мінеральні добрива машиною ІСУ-4, яка приводиться в дію від трактора МТЗ-2023.3. Навантажують фронтальним навантажувачем ПФ-0,75, який змонтований на тракторі МТЗ-2023.3. Добрива перевозять автомобілями Izuzu. Перевантажують на причепи 1РМГ-4, які транспортуються тракторами, і ними ж вносять.

Оранку зябу проводять плугами ПЛП-6-35, які агрегатуються тракторами ХТЗ-248К.20. Основною відмінністю другої технології від першої і третьої є те, що не планується вносити під кукурудзу органічні добрива.

1.3 Весняний і передпосівний обробіток ґрунту

Весняний обробіток ґрунту направлений на максимальне збереження вологості, створення рихлого дрібногрудкового шару ґрунту, який забезпечує хороше загорання летючих гербіцидів і появу дружних сходів кукурудзи, а також знищення якомога більшої кількості бур'янів.

Третя технологія при весняному обробітку забезпечує боронування зябу важкими зубовими боронами БЗТС-1 з'єднаних гідравлічною зчіпкою СГ-21, які агрегатуються трактором ХТЗ-248К.20, і цими ж зубовими боронами, але в зчіпці СП-16 колісним трактором ХТЗ-248К.20. Перша технологія передбачає спочатку

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Перед посівом по другій технології проводиться внесення частини мінеральних добрив, які не були внесені при основному обробітку ґрунту. На складі добрива завантажують фронтальним навантажувачом ПФ-0,5, який змонтований на тракторі МТЗ-2023.3, в подрібнювач. Злежані мінеральні добрива подрібнюють машиною ЙСУ-4 з приводом від трактора МТЗ-2023.3. Після подрібнення завантажувачем СЗУ-20 мінеральні добрива навантажують на автомобілі Izuzu і перевозять на поле. В спеціальних місцях перевантажують мінеральні добрива в розкидачі 1РМГ-4 і РУМ-8, які транспортуються відповідно тракторами МТЗ-2023.3 і ХТЗ-248К.20, і вносять відповідно з нормою. Друга технологія має такі ж операції.

Після внесення мінеральних добрив по третій технології проводиться передпосівна культивування паровим культиватором з стрілочастими лапами КПС-4 із закріпленими заду середніми зубчастими боролами БЗСС-1. Культиватори з'єднані зчіпкою СП-11 і агрегуються гусеничним трактором ХТЗ-248К.20. За другою технологією передпосівна культивування проводиться культиватором УСМК-5,4 з такими ж лапами, який навішують на навісну систему трактора МТЗ-2023.3.

Передпосівна культивування за першою технологією, як описувалось вище, проводиться при заробці гербіцидів тяжкою дисковою бороною БДТ-7,0, яка агрегується трактором ХТЗ-248К.20.

З огляду весняних робіт різних технологій по вирощуванні кукурудзи на зерно можна відмітити, що по другій технології скорочений перелік операцій знижує затрати на виробництво і одночасно зменшує собівартість продукції.

1.4 Підготовка насіння і сівба

Кукурудза, як рослина південного походження, на відміну від зернових культур має ряд особливостей у вимогах до умов росту.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Враховуючи підвищенні вимоги до тепла при проростанні зерна, сіяти слід пізніше ярих колосових, соняшникових і інших культур. В більшості районів оптимальні строки посіву настають коли сталою температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10-12 °С. При цьому слід враховувати морфологічні особливості гербіцидів, ґрунтово-кліматичних умов, а також погодні умови, які склалися в окремі роки весіннього періоду.

По третій технології зерна кукурудзи завантажують завантажувачем ЛТ-10 в автозаправник сівалок ЗСА-40 на базі автомобіля IZUZU. Міндобрива завантажують агрегатом ПГ-0,2, який змонтований на базі трактора Т-25, на тракторні приче-пи 2ПТС-4, які агрегують ті ж трактори. На поворотних смугах завантажують сівалки, перевіряють норму висіву і проводять посів. Посів проводять сівалками СПЧ-6, СУПН-8, які навішують на задню навіску універсальних тракторів МТЗ-2023.3. По першій технології завантажують міндобрива фронтальним завантажувачем ПФ-0,75, що змонтований на тракторі ЮМЗ-6КЛ, на тракторні приче-пи 2ПТС-4, які транспортуються подібними тракторами МТЗ-2023.3. На зерно-ховищі мішки з насінням завантажують теж на тракторні приче-пи 2ПТС-4, які транспортують тракторами ЮМЗ-6КЛ. Навантаження, підвезення і заправка на-сіння в сівалки здійснюється вручну. Посів проводять навісними пневматичними сівалками СУПН-8, які автотчійкою закріплені на задній навісці універсальних тракторів МТЗ-2023.3. Відразу після посівів проводять прикочування кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6 з'єднаних зчійкою СП-18, які агрегуються гусени-чним трактором Т-70С.

Транспортування і завантаження сівалок насінням по третій технології про-водять автомобільним заправником УЗСА-40 і також сіють пневматичними навіс-ними сівалками СУПН-8 і навішують на задню навісну систему трактора МТЗ-2023.3. Для появи дружніх сходів посів відразу прикочують кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6, які з'єднують зчійкою СП-11 і агрегують трактором ДТ-75М. Як бачимо основною відмінністю у посівній кампанії є те, що по третій технології спостеріга-

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

ється відсутність операції для прикочування посівів, що в певній мірі впливає на схожість насіння.

1.5 Догляд за посівами

В сучасній технології вирощування кукурудзи з мінімальними затратами праці особливе місце відведено механізованій боротьбі проти бур'янів шляхом суцільної обробки посівів.

Ефективна боротьба в міжряддях, рядках і гніздах ведеться на початку вегетації за допомогою боронування. Після боронування здійснюється аерація ґрунту і зменшується витрата вологи через випаровування, в результаті створюються більш сприятливі умови для росту і розвитку кукурудзи.

Транспортування води для приготування робочого розчину гербіцидів по третій технології проводиться автоцистерною АЦ-4,2, яка поставлена на шасі автомобіля Izuzu. Завантажувачем ЛТ-10 гербіциди завантажують в бортовий автомобіль Izuzu. Приготування розчину гербіцидів здійснюється в агрегаті АПР "Темп", який приводиться в дію від трактора МТЗ-2023.3. Гербіциди вносять штанговим обприскувачем ПОМ-630, який навішують на трактор МТЗ-2023.3. Перше до сходове боронування проводять зубчастими середніми боронами БЗСС-1 з шириною захвату 21 м за допомогою гідрофікованої зчіпки СГ-21, яка агрегується гусеничним трактором ХТЗ-248К.20. Друге боронування проводять у фазі 2-3 листків тим же агрегатом.

Перша обробка міжрядь проводиться навісним культиватором КРН 5,6 з універсально-просапним трактором МТЗ-2023.3. Другий обробіток міжрядь проводиться тим же агрегатом.

По першій технології до сходовий обробіток здійснюється зубчастими боронами БЗС-1 з'єднаних вісімнадцятиметровою зчіпкою С-18, яку агрегує гусеничний трактор ДТ-75М. Хімічний захист передбачає операції по обробці гербіци-

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

дами. Так, перевезення води і гербіцидів здійснюється агрегатом ЗЖВ-1,8, який агрегатується з трактором ЮМЗ-6КЛ. Готується розчин гербіциду в СТК-5 з приводом від трактора ДТ-75М, і потім заправляють ємкість обприскувача. Страхові гербіциди вносять штанговим обприскувачем ОПШ-15, який транспортує універсально-просапний трактор МТЗ-2023.3. При необхідності роблять міжрядний обробіток навісним культиватором КРН-5,6, який навішують на трактор ЮМЗ-6Л.

По другій технології операції по приготуванню і внесенню гербіцидів подібні до першої лише з тією відмінністю, що приготування здійснюють агрегатом ВР-4 з приводом від трактора МТЗ-2023.3. І при необхідності роблять міжрядний обробіток таким же агрегатом, що і в першій технології, тобто МТЗ-2023.3 і КРН-5,6.

Опис вищеописаних операцій при догляді за посівами показує, що затрати на догляд по другій технології дещо зменшуються за рахунок вилучення операції до сходового боронування, але при цьому зменшується вірогідність появи дружніх сходів, що може вплинути на наступний догляд за культурою і на рівномірне дозрівання окремих рослин.

1.6 Збирання врожаю

Збирання кукурудзи на зерно може здійснюватись по одній із трьох технологічних схем:

- спеціальними кукурудзозбиральними комбайнами з послідуною очисткою качанів на стаціонарі;
- спеціальними кукурудзозбиральними комбайнами з одночасною очисткою качанів;
- самохідними зерновими комбайнами, які обладнанні спеціальними пристроями.

Третя технологія включає наступні операції по збиранню врожаю.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Збирання кукурудзи в качанах здійснюється самохідним комбайном КСКУ-6 і причіпним КОП-1.4В, який агрегатується трактором ХТЗ-248К.20. Качани перевозяться з поля тракторними причепами 2ПТС-4, які транспортуються тракторами МТЗ-2023.3. Не зернову масу перевозять автомобілями Izuzu. Обробка качанів, після збирання, і завантаження їх в ковш-сховища здійснюється агрегатом ПП-10. Ущільнення силосної маси і її закривання здійснюється агрегатом БН-100А з трактором МТЗ-2023.3.

Розмітка поля на загінки і транспортні проїзди по першій технології проводиться вручну. Потім самохідним зернозбиральним комбайном СК-5М, який обладнаний приставкою ППК-4, обмолочують краєві смуги і загінки. Прокошують транспортні проїзди. Урожай збирають причіпним кукурудзозбиральним комбайном “Херсонєць 7”, який агрегатує колісний трактор ХТЗ-248К.20. Перевезення качанів і листостеблової маси здійснюється тракторними причепами 2ПТС-4 з тракторами ЮМЗ-6Л.

По другій технології збирання кукурудзи в качанах проводиться самохідним кукурудзозбиральним комбайном “Херсонєць 200”, а в зернах зернозбиральним комбайном СК-5М з приставкою ППК-4.

Застосування тієї чи іншої схеми збирання врожаю кукурудзи обумовлене зрілістю кукурудзи і складеними в господарстві тими чи іншими технічними умовами.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2. ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТА КІЛЬКІС- НОГО СКЛАДУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

2.1 Складання технологічної карти

Вирощування сільськогосподарських культур повинне опиратися на ряд документів, які забезпечують чітке виконання всіх необхідних операцій для продуктивної життєдіяльності рослин. Одним їх найважливіших документів є технологічна карта, яка містить максимум необхідної інформації для успішного ведення землеробства по вирощуванні тої чи іншої культури.

Технологічна карта містить такі основні блоки інформації:

- агрономічний блок, який містить назву операції, обсяг робіт, початок і тривалість операції;
- технічне забезпечення операції і нормативи на використання техніки (змінна норма виробітку, норма витрати палива, еталонна продуктивність);
- потреба в ресурсах: кількість технічних засобів виробничого персоналу, робочих днів і нормозмін, палива і технічних матеріалів;
- показники ефективності: затрати праці, прямі і приведені витрати.

Перед складанням технологічної карти необхідно проаналізувати природні умови господарства: агрономічно-кліматичні, ґрунтові з урахуванням питомого опору, конфігурацію та довжину гонів, рельєф, кут схилу полів. Ці фактори значною мірою впливають на вибір технології вирощування культури, технологічних операцій, склад машинно-тракторного агрегату, його продуктивність та витрата палива. Не менш важливим фактором для складання технологічних карт є вивчення і аналіз вже існуючих технологій, досвід передових господарств. Останні здобутки необхідно підстроювати умови даного господарства.

При складанні технологічної карти необхідні такі первинні дані: назва культури; попередники; площа, на якій планується вирощування даної культури, га; планова врожайність культури (основної і побічної), т/га; норми витрати, кг/га:

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

насіння, розчинів пестицидів; норми внесення добрив (мінеральних і органічних), т/га; відстань перевезення, км: насіння, органічних і мінеральних добрив, розчинів пестицидів, основної і побічної продукції.

Розробку технологічної карти розпочинають із визначення попередників, уточнення стійкості ґрунту проти вітрової та водної ерозії, ступеня забур'яненості, та переважання видів бур'янів.

Технологічна карта складається у вигляді таблиці. Технологічні операції в карті необхідно записувати в порядку послідовності їх виконання. При складанні технологічної карти виділяються окремі технологічні цикли, що об'єднує сукупність операцій зі спільною метою (основний обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю і т. д.), оскільки операції в технологічному циклі взаємопов'язані агротехнічними вимогами і часовими рамками. Так, вносити гній та заробляти його в ґрунт необхідно не пізніше, через дві години після внесення. Для сумісних операцій календарні строки повинні бути однакові. Наприклад, підвезення насіння, мінеральних добрив та сівба; збирання транспортування врожаю.

Визначаємо умови для складання технологічної карти. Площа поля становить 240 га, з нахилом 3 % прямокутної форми. На відстані 8 км від господарства, з довжиною гонів ≈ 1000 м. Попередником є озима пшениця, після якої проводять дворазове луцення. Технологічний цикл по основному обробітку ґрунту включає внесення мінеральних і органічних добрив відповідно 0,24 і 20 т/га, і оранку зябу. Весняні роботи включають закриття вологи, підготовка ґрунту, боротьба з бур'янами. Один із основних циклів технологічної карти – посів, який завершується коткуванням. Догляд за посівами включає досходове боронування, хімічну боротьбу з бур'янами, підживлення. Завершується технологічна карта збиранням врожаю. Така базова технологія дає урожайність основної продукції 86 і 115 ц/га побічної.

Якщо ж підвищити ефективність використання дії сівалки при сівбі шляхом точного висіву насіння, та збільшення захвату модернізованою сівалкою, то це призведе тільки до суттєвого поліпшення техніко-економічних показників технології вирощування шляхом зменшення енерговитрат.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.1 Технологічні розрахунки

Заповнення технологічної карти здійснюється як безпосередньо, так і здійснюючи певні розрахунки. Розглянемо заповнення технологічної карти на прикладі лушення ґрунту.

В графу 1 “Шифр операції” проставляють порядковий номер сільськогосподарської операції: 1.

Перелік операцій, необхідних для вирощування і збирання сільськогосподарської культури записують в графу 2 – лушення ґрунту.

Розмірність виконуваних операцій вказують в графі 3 “Одиниці виміру”. Розмірність технологічних операцій (оранка, боронування сівба, збирання врожаю і т. д.) – га або т, транспортних – т-км, допоміжних (навантаження, розвантаження) – т, погодинних – год. В даному випадку об’єм роботи операції лушення вимірюється в га.

“Обсяг робіт у фізичних одиницях” (графа 4) визначається в залежності від типу агрегату:

— для технологічних агрегатів (оранка, культивация, збирання врожаю)

$$\Omega = F \cdot k, \text{ га} \quad (2.1)$$

— для навантажувальних

$$\Omega = F \cdot q_m, \text{ т} \quad (2.2)$$

— для транспортних

$$\Omega = F \cdot q_m \cdot L_n, \text{ т-км} \quad (2.3)$$

Де F – площа вирощування сільськогосподарської культури, га;

k – коефіцієнт кратності виконання операцій;

q_m – норма витрати технологічних матеріалів, ц/га;

L_n – відстань перевезення, км.

Для двохразового лушення ґрунту об’єм робіт становить:

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

господарської культури. Ці дані записують в графу 13. Для агрегату лушення сте- рні технологічні витрати не передбачаються.

Кількість механізаторів m_m і допоміжних робітників m_d , які обслуговують агрегат (графи 14 і 15), визначають в залежності від його складу і рекомендації за- водів-виробників машин. Лушення ґрунту передбачається одним механізатором.

В графу 16 записують значення годинної еталонної продуктивності трактора λ . Трактор Т-150 має $\lambda = 2,7$.

Необхідну, для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів n_a визначаються по формулі:

$$n_a = \Omega / W_{зм} \cdot K_{зм} \cdot D_p, \quad (2.7)$$

Отримане значення записують в графу 17 технологічної карти. Необхідна кількість агрегатів необхідних для лушення ґрунту становить:

$$n_a = 480 / 79,2 \cdot 2 \cdot 20 = 0,15.$$

Приймаємо $n_a = 1$ агрегат.

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (графа 18), підрахову- ють діленням обсягу Ω (графа 4) на кількість агрегатів n_a (графа 14) та добову продуктивність агрегату W_d , тобто:

$$D_\phi = \Omega / n_a \cdot W_d = \Omega / n_a \cdot W_{зм} \cdot K_{зм}. \quad (2.8)$$

Кількість днів, протягом яких може буде виконане лушення ґрунту:

$$D_\phi = 480 / 1 \cdot 79,2 \cdot 2 = 3.$$

Поділивши обсяг роботи Ω (графа 4) на нормативну змінну продуктивність агрегату $W_{зм}$ (графа 11), отримують число нормо-змін $N_{зм}$ (графа 19) необхідних для виконання роботи

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}} \quad (2.9)$$

Число нормо-змін при лушенні ґрунту становить:

$$N_{зм} = \frac{480}{79,2} = 6,1$$

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначають за формулами:

$$n_M = m_M \cdot n_a \cdot K_{3M} \quad (2.10)$$

$$n_D = m_D \cdot n_a \cdot K_{3M} \quad (2.11)$$

Оскільки агрегат для лушення ґрунту обслуговує один тракторист-машиніст, то кількість обслуговуючого персоналу буде:

$$n_M = 1 \cdot 1 \cdot 2 = 2$$

В графу 22 записують кількість палива необхідну для виконання роботи

$$G_{II} = \Omega \cdot g_{II} \quad (2.12)$$

Операція лушення ґрунту потребує палива.

$$G_{II} = 480 \cdot 3,8 = 1824 \text{ кг}$$

Затрати праці на виконання роботи (графа 25) підраховують за формулою:

$$Z_{II} = (n_M + n_D) \cdot N_{3M} \cdot T_{3M} \quad (2.13)$$

Затрати праці на лушення ґрунту становлять:

$$Z_{II} = (2 + 0) \cdot 6,1 \cdot 7 = 85,4 \frac{\text{л} - \text{год}}{\text{га}}$$

Помноживши затрати праці на обсяг робіт, отримаємо сумарні затрати праці на виконання операції (графа 26)

$$Z_C = Z_{II} \cdot \Omega \quad (2.14)$$

В нашому випадку вони становлять:

$$Z_C = 85,4 \cdot 480 = 40992 \text{ люд} - \text{год}$$

Виробіток машинно-тракторного агрегату в умовних одиницях Ω_y (графа 26) визначають, помноживши значення годинної еталонної продуктивності λ (графа 16) на кількість відпрацьованих нормо-змін N_{3M} (графа 19) та тривалість зміни T_{3M} . Для лушення стерні умовний виробіток становитиме:

$$\Omega_y = \lambda \cdot N_{3M} \cdot T_{3M} = 2,7 \cdot 6,1 \cdot 7 = 115,29 \quad (2.16)$$

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Використовуючи цю методику, аналогічно розраховуємо для інших операцій.

2.3 Визначення необхідної кількості машин

Визначення потреби в тракторах та сільськогосподарських машинах для виконання польових робіт у певній відповідності з агротехнічними вимогами до якості та строків їх проведення є однією з головних задач організації використання машинно-тракторного парку в землеробстві.

Один із варіантів визначення потреби в сільськогосподарських машинах є графічний метод.

При побудові графіка використання тракторів по осі абсцис відкладають заданий календарний період виконання заданих польових механізованих робіт, а по осі ординат – перелік використання тракторів, машин, комбайнів. В кінці осі абсцис по осі ординат також відкладають сумарну потребу в цих енергозасобах.

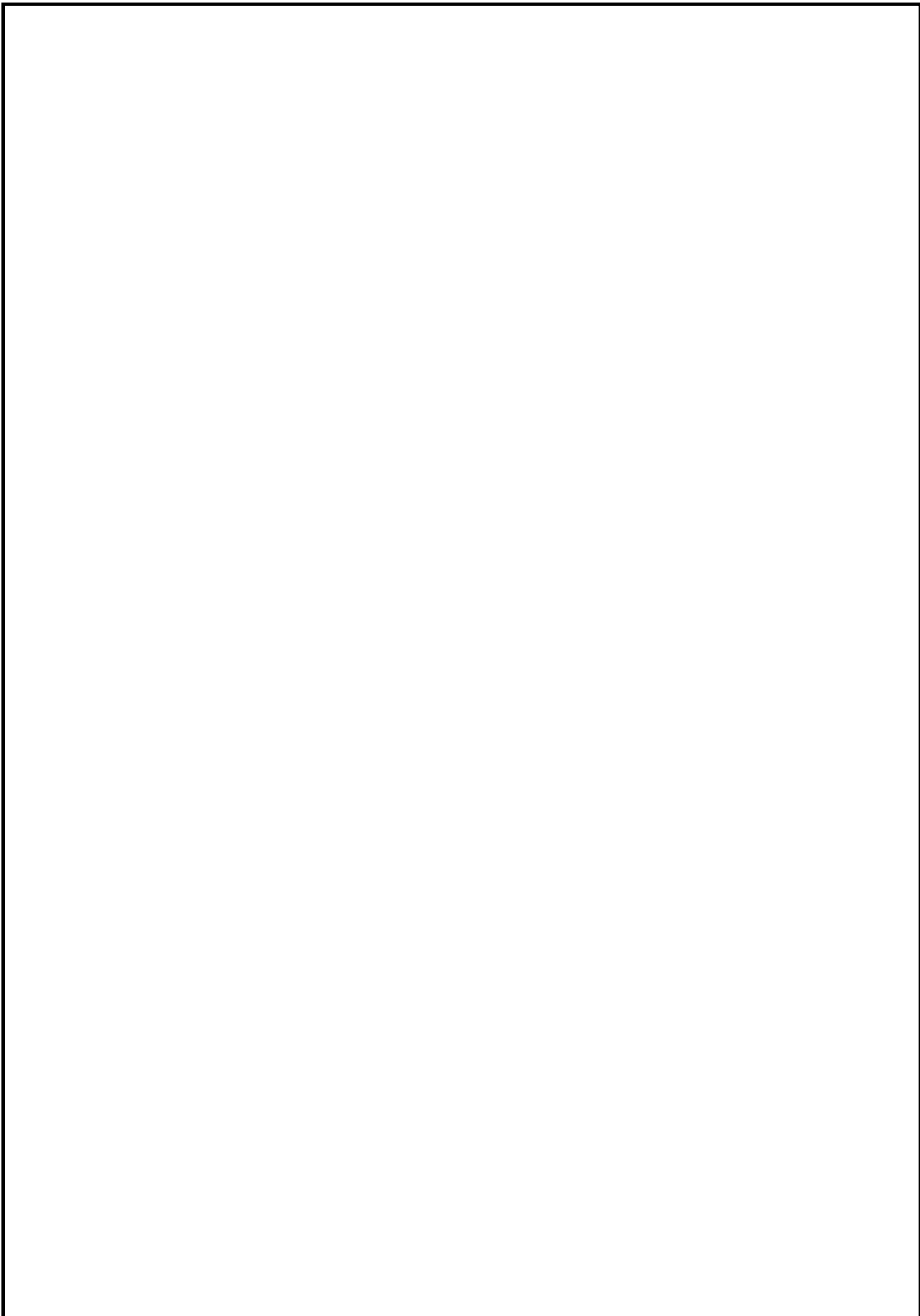
Кожній операції на графіку відповідає прямокутник, основою якого є тривалість виконання операції в календарних днях. У прямокутнику ставлять номер операції і кількість використання агрегатів і потім штрихують. Якщо прямокутник малий для такої інформації роблять виноску. В останній графі проставляють максимальну кількість використання тракторів на операціях.

Одночасно або після побудови графіка використання тракторів аналогічно будують графік використання сільськогосподарських машин.

Позначення роблять також прямокутниками і заштриховують відповідно до трактора, наносять номер операції і кількість використання машин в даній операції.

Після побудови графіка по ньому визначають найбільшу кількість сільськогосподарських машин і тракторів даної марки, одночасно зайнятих на виконанні технологічних операцій, яку й приймають за потребу в них.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



					<i>ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		23

3. КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ СІВАЛКИ

Технології механізованого вирощування кукурудзи передбачають використання широкозахватних агрегатів для виконання таких технологічних процесів, як підготовка ґрунту, внесення гербіцидів, сівба та догляд за посівами. У господарствах при вирощуванні кукурудзи значного поширення набули широкозахватні агрегати, які дозволили збільшити продуктивність праці в 1.5-1.8 рази та зменшити кількість механізаторів, зайнятих на їх вирощуванні. Енергонасичені трактори Т-74, ДТ-75, Т-150К дозволяють різко збільшити ширину захвату машин, що агрегують з ними. Для цих тракторів промисловість випускає 12 рядні сівалки для сівби кукурудзи (СКПП-12, СУПН-12). Проте господарства через відсутність оборотних коштів не в змозі придбати зазначені сівалки які коштують від 30 до 40 тис. грн.

Широкозахватну модернізовану 12-рядну сівалку, розроблено на базі висівних секцій сівалки СПН-8. Це рама перерізом 100X100 мм. з пристроєм для навішування на трактор. Т-74, ДТ-75, Т-150К. На рамі болтами і планками кріплять висівні секції сівалки і маркери з гідроприводом. Крім того, брус рами виконує роль центрального вакуум-привода.) брус з'єднується трубою діаметром 100 мм, а з робочими камерами висівних апаратів-гумовими шлангами. У робочому положенні сівалка опирається на чотири пневматичних колеса, взятих від сівалки СУПН-8 або культиватора КРН-5,6. Точне водіння сівалки в загінці здійснюють по сліду гідрофікованих маркерів, довжину яких визначають згідно з таблицею 3.1.

Сівалка призначена для пунктирного посіву зерна кукурудзи з одноразовим, розподіленням від зерна внесенням гранульованих мінеральних добрив.

Використовується в усіх зонах, окрім зон гірського землеробства. Агрегують з тракторами тягового класу 2,0...3,0.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Рама сівалки цільнобрусна і складається з несучого бруса, у передній частині якого на косинках закріплений брус тукових сошників. На його радіальних повідцях установлені тукові сошники, а з боків рами шарнірно закріплені гідрофіковані маркери, що складаються. До центральної частини рами приварений кронштейн для установки вентиляторів і боковини для кріплення механізму зміни передач. Для створення розрідження в пневмомеханічних апаратах на брусі рами розташований два вентилятора із приводом від гідросистеми трактора. По торцях рами приварені планки для кріплення маркерів.

Посівна секція складається з рамки і несучого кронштейна, що за допомогою повідців і косинців з'єднанні з основним брусом рами.

Вентилятори відцентрового типу з механізмом привода, трубою-ресивером і системою повітрепроводів служить для створення розрідження в камерах висівачих апаратів.

Вентилятор з гідромотором змонтований на основі. Від гідромотора, прикріпленого до кронштейна за допомогою напівмуфт (на валу гідромотора і на ведучому валу), обертання передається за допомогою роликової обгінної муфти на шків двоступінчастої клинопасової передачі.

Ведучий вал обертається в двох радіальних шарикопідшипниках, встановлених у кронштейні, укріпленому за допомогою чотирьох болтів у пазах підстави.

З боку гідромотора на ведучому валу за допомогою шпонки розташована напівмуфта, а з іншого боку — внутрішня обойма роликової обгінної муфти,

Швидкохідний вал обертається на двох радіальних підшипниках, розташованих у корпусі, що зв'язаний з накладкою і боковиною кожуха вентилятора.

До фланця швидкохідного вала чотирма болтами прикріплений ротор, що представляє собою два диски, склепаних соосно з привареними до одного з них прямими лопатками.

Боковини жорстко з'єднані болтами з установленим між ними ротором. До однієї з боковин прикріплений розтруб, що рукавом-повітряпровода з'єднаний із трубою-ресивером пневмосистеми сівалки.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$P = Mg \quad (3.1)$$

де P – сила тяжіння, Н;

M – маса насіння, кг;

g – прискорення вільного падіння,

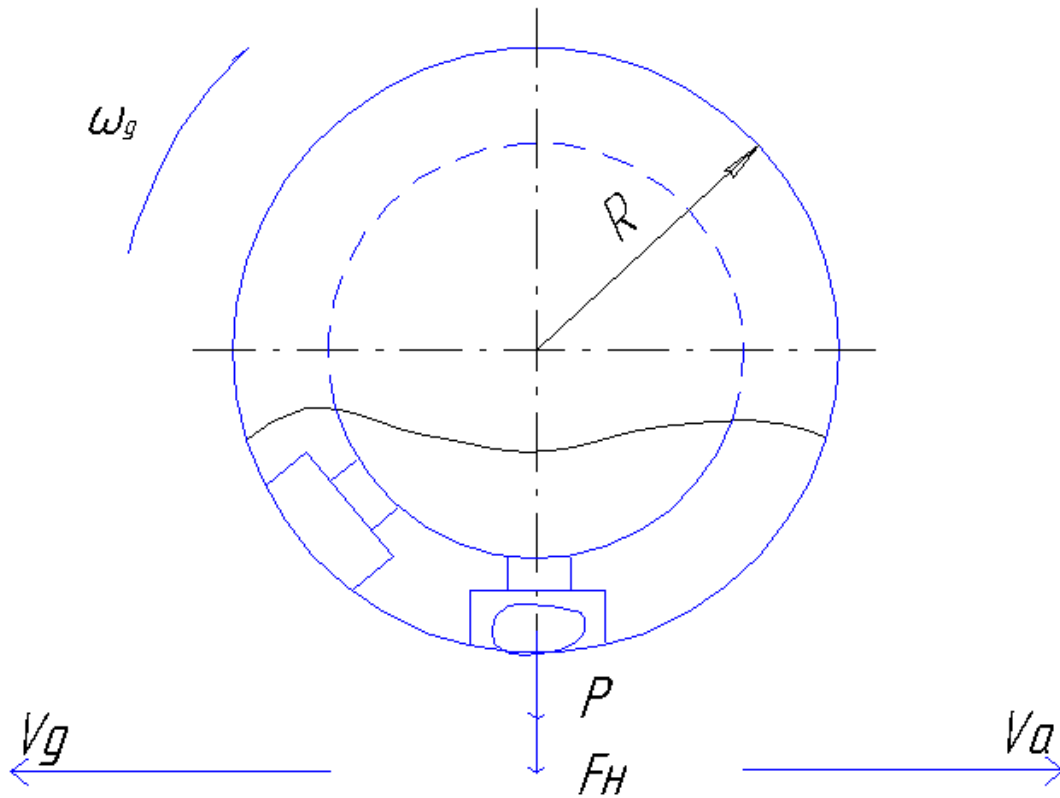


Рисунок 3.1- Схема сил і швидкостей, що діють на насіння в момент його викиду з комірки.

Відцентрова сила при цьому буде рівна:

$$F_y = M\omega^2 R, \quad (3.2)$$

де F_y – відцентрова сила, Н;

M – маса насіння, кг;

ω – кутова швидкість, c^{-1} ,

$$\omega = \frac{\pi n_d}{30}$$

n_d – частота обертання висіваючого диска, $хв.^{-1}$;

R – радіус висіваючого диска, м.

З аналізу (3.1) і (3.2) випливає, що чим більше буде маса насіння, частота обертання висівного диска і його радіус, тим швидше насіння буде вивантажуватися з комірок.

Крім того, особливістю технологічного процесу розробленого пневматичного висіваючого апарату є те, що насіння подається на дно борозни з лінійною швидкістю рівною по модулю швидкості руху посівного агрегату і направлений в протилежну сторону, тобто:

$$V_a = V_g.$$

Така умова забезпечує високу якість висіву насіння кукурудзи вздовж рядка, а звідси і прибавку врожаю зерна кукурудзи.

Вихідними даними для технологічного розрахунку робочих органів посівної секції пунктирної сівалки є кількість насінин, котрі повинні бути висіяні на гектарі і схема розміщення насіння у відповідності з агротехнічними вимогами, що до посівних кукурудзяних сівалок.

Ширина міжрядь $a = 0,7$ м. Відстань між насінням на одному погонному метрі в рядку $a_1 = 0,2$ м, тобто з розрахунку 5 насінин на одному погонному метрі.

Кількість насінин, які висіваються сівалкою на одному гектарі визначаємо за формулою [6]:

$$N = \frac{10^4}{aa_1}, \quad (3.3)$$

де N – норма висіву насіння, шт/га;

a – ширина міжрядь, м;

a_1 – відстань між насінням в рядку, м.

$$N = \frac{10^4}{0,7 \cdot 0,2} = 71428 \text{ шт/га}$$

Для забезпечення норми висіву насіння N на гектар при швидкості руху сівалки V_m кожний висіваючий апарат повинен подавати в одиницю часу наступну кількість насінин:

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$N = \frac{V_m}{a_1} \quad (3.4)$$

де N – кількість насінин, яке має подавати висівачий апарат за одиницю часу, шт/с;

V_m – робоча швидкість руху сівалки, $V_m = 2,33$ м/с.

$$N = \frac{2,33}{0,2} = 11,65 \text{ насінин/с,}$$

тобто 12 насінин за секунду.

По рекомендації академіка Г.М. Бузенкова [12] діаметр висівачого диска має бути в межах 160 ... 220 мм, приймаємо діаметр диску рівним 210 мм, а кількість комірок на диску - 12.

Частоту обертання висівачого диска визначаємо за формулою:

$$n_d = \frac{60V_m}{a_1 Z}, \quad (3.5)$$

де Z – кількість комірок на висівачому диску, шт.

Тоді

$$n_d = \frac{60 \cdot 2,33}{0,2 \cdot 12} = 58,25 \text{ об/хв.}$$

При передаточному відношенні i_d від осі ходового колеса до висівачого апарату за один оберт висівачого диска сівалки проходить шлях:

$$S = \frac{\pi D}{i_d}, \quad (3.6)$$

де D – діаметр висівачого диска, м;

i_d – передаточне відношення.

Передаточне відношення визначаємо по формулі

$$i_d = \frac{n_k}{n_d},$$

де n_k – частота обертання ходового колеса.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частоту обертання ходового колеса визначаємо по значенню робочої швидкості посівного агрегату за формулою:

$$n_k = \frac{30V_m}{\pi R_k}, \quad (3.8)$$

де R_k – радіус опорно-приводного колеса, м.

У сівалки СУПН-8 $R_k = 0,25$ м.

$$n_k = \frac{30 \cdot 2,33}{3,14 \cdot 0,25} = 87,3 \text{ хв}^{-1}.$$

Тоді,
$$i_d = \frac{58,25}{87,3} = 0,66,$$

а шлях, пройдений сівалкою за один оберт висіваючого диска складає

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,21}{0,66} = 0,99 \text{ м.}$$

Розглянемо умови забору і виносу одиничної насінини повітряним потоком. Силу P , яка діє на насінину з сторони повітряного потоку можна визначити через площу отвору S_1 і розрідження ΔP за формулою [12]:

$$P = K \Delta P S, \quad (3.9)$$

де K - коефіцієнт пропорціональності ($K = 0,35 \dots 1,35$).

Для насіння кукурудзи приймаємо $K = 1,2$.

Розрідження ΔP вибираємо з умовою, щоб присмоктуюча сила була в десятки разів більша, ніж маса насінини.

Маса 1000 насінин кукурудзи становитиме 200 г. Тоді, маса однієї насінини становить $m = 2 \cdot 10^{-4}$ кг

З іншої сторони сила P визначається за виразом [12]:

$$P = 32,2 \text{ mg}, \quad (3.10)$$

де m – маса однієї насінини кукурудзи, кг;

$$P = 32,2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 9,8 = 0,063 \text{ Н.}$$

Тоді, величина розрідження становить

$$\Delta P = \frac{P}{K S_1}, \quad (3.11)$$

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Площа отвору дорівнює

$$S_1 = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (3.12)$$

де d – діаметр присмоктуючого отвору.

Виходячи з геометричних розмірів насіння кукурудзи приймаємо $d = 10$ мм.

Тоді,

$$S_1 = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,000078 \text{ м}^2, \text{ а}$$

$$\Delta p = \frac{0,063}{1,2 \cdot 0,000078} = 677,42 \text{ Н/м}^2$$

Отже, як показують розрахунки для утримання насінини в комірці висівного диску вентилятор сівалки повинен створювати розрідження $\Delta p \approx 680$ Па.

Швидкість повітряного потоку в отворі комірки визначаємо за формулою [13]:

$$V = \alpha \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}, \quad (3.13)$$

де α - аеродинамічний коефіцієнт опору отвору, $\alpha = 0,7$;

ρ - густина повітря, $\rho = 1,2$ кг/м³.

$$\text{Тоді, } V = 0,7 \sqrt{\frac{2 \cdot 677,42}{1,2}} = 23,5 \text{ м/с.}$$

Загальні витрати повітря визначаємо за формулою [13]:

$$Q = K_{\text{п}} V S_1 N n_{\text{с}}, \quad (3.14)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт присмоктування, $K_{\text{п}} = 0,8$.

$$\text{Тоді, } Q = 0,8 \cdot 23,5 \cdot 0,000078 \cdot 12 \cdot 8 = 0,141 \text{ м}^3/\text{с} \text{ або } Q = 507,6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Повний повітряний напір, який повинен створювати вентилятор визначаємо за формулою:

$$H_{\text{т}} = \frac{\Delta p}{\eta_{\text{н}}}, \quad (3.15)$$

де $\eta_{\text{н}}$ – коефіцієнт корисної дії вентилятора, $\eta_{\text{н}} = 0,6$.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$H_T = \frac{680}{0,6} = 1130 \text{ Па}$$

За такої умови, на 12 висівних секцій необхідно використовувати два вентилятора.

Потужність приводу визначаємо за формулою

$$N_{пр} = \frac{QH_T}{\eta_{пр}},$$

$$(3.16)$$

де $\eta_{пр}$ – коефіцієнт корисної дії механізму приводу, $\eta_{пр} = 0,9$.

$$N_{пр} = \frac{0,037 \cdot 11074}{0,9} = 4552,6 \text{ Вт},$$

$$N_{пр} = 4,55 \text{ кВт}$$

Для приводу вентилятора використовуємо гідромотор.

3.2 Розрахунок на міцність вісі опорного колеса посівної секції

У зв'язку з тим, що до колеса не підводиться крутний момент, то вісь сприймає зусилля викликане вагою посівної секції.

Оскільки вага посівної секції становить 230 Н, тоді реакції по кінцях будуть в межах 125 Н, тобто $P_1 = P_2 = 125 \text{ Н}$.

Викреслюємо схему осі (рис. 3.2), навантажуюмо її відомими силами, які викликають згин осі і визначаємо згинаючі моменти.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

K_3 – коефіцієнт, що враховує надійність матеріалу, $K_3 = 1,5$.

$$K = 1.3 \cdot 1.1 \cdot 1,5 = 2,15.$$

Перевіримо запас стійкості по межі витривалості в перетині А. Визначаємо ефективний коефіцієнт концентрації напруг при згині вала при наявності отвору.

Для вала, виготовленого із сталі, який має $\sigma_{вр} = 950 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$, знаходимо $k_\sigma = 1,95$. Значення масштабного фактора при згині для вала діаметром $d = 30 \text{ мм}$ $\varepsilon_\sigma = 0,88$, тоді знаходимо коефіцієнт [14]

$$\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} = \frac{1,95}{0,88} = 2,22$$

Запас стійкості при згині осі визначаємо за формулою [14]:

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \cdot \sigma_n}, \quad (3.19)$$

де σ_n – номінальна напруга згину.

$$\sigma_n = \frac{M_A}{W_n},$$

де W_n – момент опору при згині в перетині.

$$\sigma_n = \frac{32,5}{9 \cdot 10^6} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2;$$

$$n_\sigma = \frac{350 \cdot 10^6}{2,22 \cdot 3,6 \cdot 10^6} = 43$$

Запас витривалості більше допустимого.

Перевіряємо запас витривалості разом насадки підшипника на вісь.

Визначаємо ефективний коефіцієнт концентрації напруг, викликаних внутрішнім кільцем підшипника, посадженим на вісь з натягом.

Для вала $D = 30 \text{ мм}$, виготовленого із сталі, який має $\sigma_{вр} = 950 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$ шляхом інтерполяції знаходимо [14]

$$\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} = 3,8$$

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Визначаємо запас стійкості при згині в перетині А.

$$n = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \cdot \sigma}$$

$$n = \frac{350 \cdot 10^6}{3,8 \cdot 3,6406} = 25$$

Отже, запас стійкості більше допустимого.

3.3 Розрахунок ланцюгової передачі приводу висівного диска.

Ланцюгова передача являється останньою сходинкою приводу висівного диска. Вибираємо число зубів приводної зірочки Z_1 . Згідно даних [11] у сівалки СПН-8 $Z_1=30$. Крутний момент, який передається ведучою зірочкою становить $M_1 = 60$ Н/м [13].

Визначимо кількість зубів веденої зірочки

$$Z_2 = \frac{Z_1}{I}, \quad (3.20)$$

Передаточне число від вала контрприводу до висіваючого диска $I = 2,3$, тоді

$$Z_2 = \frac{30}{2,3} = 13,04.$$

приймаємо $Z_2 = 13$ зубів.

Визначаємо розрахунковий коефіцієнт навантаження [14]:

$$K_3 = K_d \cdot K_A \cdot K_H \cdot K_P \cdot K_C \cdot K_n, \quad (3.21)$$

де K_d – динамічний коефіцієнт. При врівноваженому навантаженні $K_d = 1$;

K_A – коефіцієнт, який враховує вплив міжосьової відстані.

При міжосьовій $A_y = (30 - 50) t$, (t – крок ланцюга) $K_A = 1$. Оскільки у сівалки A_y знаходиться у вказаних межах, то $K_A = 1$;

K_H – коефіцієнт, який враховує вплив кута нахилу передачі.

При нахилі до 60° $K_H = 1$ (в нашому випадку нахил становить 30°);

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

K_p – коефіцієнт, який враховує спосіб регулювання натягу ланцюга. Оскільки натяг виконується натяжним роликком, то $K_p = 1,25$;

K_c – коефіцієнт, який враховує спосіб змащення. Змазка періодична $K_c = 1,5$;

K_n – коефіцієнт, який враховує тривалість роботи $K_n = 1$.

$$\text{Тоді, } K = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,15 \cdot 1 = 1,875$$

Крок ланцюга попередньо визначаємо за формулою [14]:

$$t \geq 2,8 \sqrt{\frac{MK_3}{Z_1[P]K}}, \quad (3.22)$$

де K – коефіцієнт, який враховує рядність ланцюга (ланцюг однорядний, то $K = 1$)

$[P]$ – допустимий тиск для роликкових ланцюгів в залежності від кроку ланцюга.

$$[P] = 34 \text{ н/мм}^2.$$

$$t \geq 2,8 \sqrt{\frac{60 \cdot 10^3 \cdot 1,875}{30 \cdot 34 \cdot 1}} \geq 2,8 \sqrt{\frac{113}{1,050}} \geq 15,1 \text{ мм.}$$

Вибираємо ланцюг з $t = 15,875$ мм. Умовне позначення приводного роликкового однорядного ланцюга з кроком $t = 15,875$ мм. Ланцюг ПР – 15,875 – 2300 ГОСТ 10947-63. Розміри ланцюга: внутрішній діаметр втулки $d = 5,08$ мм, довжина втулки $B = 13,95$ мм; відстань між внутрішніми пластинами $B_{вн} = 9,65$ мм; довжина з'єднувальної осі $l = 23,2$ мм; руйнуюче навантаження $Q = 23$ кН, вага одного метра ланцюга $q = 37,3$ Н.

Швидкість ланцюга визначаємо за формулою [14]:

$$V = \frac{Z_1 t n_3}{60 \cdot 10^3} \quad (3.23)$$

$$V = \frac{30 \cdot 15,875 \cdot 120}{60000} = 0,95 \text{ м/с.}$$

Середній тиск на шарнірі визначаємо за формулою

$$P = \frac{P_y \cdot K_э}{F}, \quad (3.24)$$

де F – площа проекція опорної поверхні шарніра, мм^2

$$F = B d = 27,5 \cdot 9,55 = 263 \text{ мм}^2;$$

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$P = \frac{1210 \cdot 1,875}{263} = 860 \text{ н/мм}^2$$

Зусилля від провисання ланцюга становитиме [14]:

$$P_f = K_f \cdot q \cdot A_y, \quad (3.25)$$

де K_f – коефіцієнт, що враховує вплив розміщення передачі $K_f = 1,5$;

A_y – міжосьова відстань.

$$A = 30 \cdot t = 30 \cdot 15,875 = 476 \text{ мм};$$

$$P_f = 1,5 \cdot 37,3 \cdot 0,476 = 26,6 \text{ Н.}$$

Зусилля від відцентрової сили

$$P_v = qV^2 \quad (3.26)$$

$$P_v = 37,3 \cdot 0,95^2 = 34 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт запасу стійкості визначаємо за формулою [14]:

$$n = \frac{Q}{R_g \cdot P_y + P_f}, \quad (3.27)$$

$$n = \frac{23000}{1 \cdot 1210 + 26,6} = 18,5$$

3.4 Визначення норми висіву насіння.

Найзручніший і найпростіший спосіб визначення норми висіву, на мій погляд, є графічний. Для цього необхідно побудувати номограму, використавши формулу [2.2].

$$G = \frac{QA}{\Pi 10^4} \quad (3.28)$$

де Q – норма висіву, шт./га;

A – абсолютна маса насіння, г;

Π – польова схожість, %.

Для розрахунку параметрів номограми приймаємо такі межі зміни абсолютної маси A , польової схожості Π і норми висіву Q :

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

їхню допомогу номограму, розмістивши шкалу G паралельно шкалі A, а шкалу П паралельно шкалі Q.

Використаємо номограму при сівбі кукурудзи з слідуючими параметрами насіння:

Норма висіву Q = 71428 шт/га;

Польова схожість П = 92 %;

Абсолютна маса насіння A = 125 г.

Сполучаємо прямою відповідні точки шкали Q і П. По шкалі A знаходимо точку із значенням 125 г і з неї проводимо пряму, що перпендикулярна першій прямій. По точці перетину другої прямої з шкалою G знаходять норму висіву насіння (кг/га). Вданному випадку G= 35 кг/га.

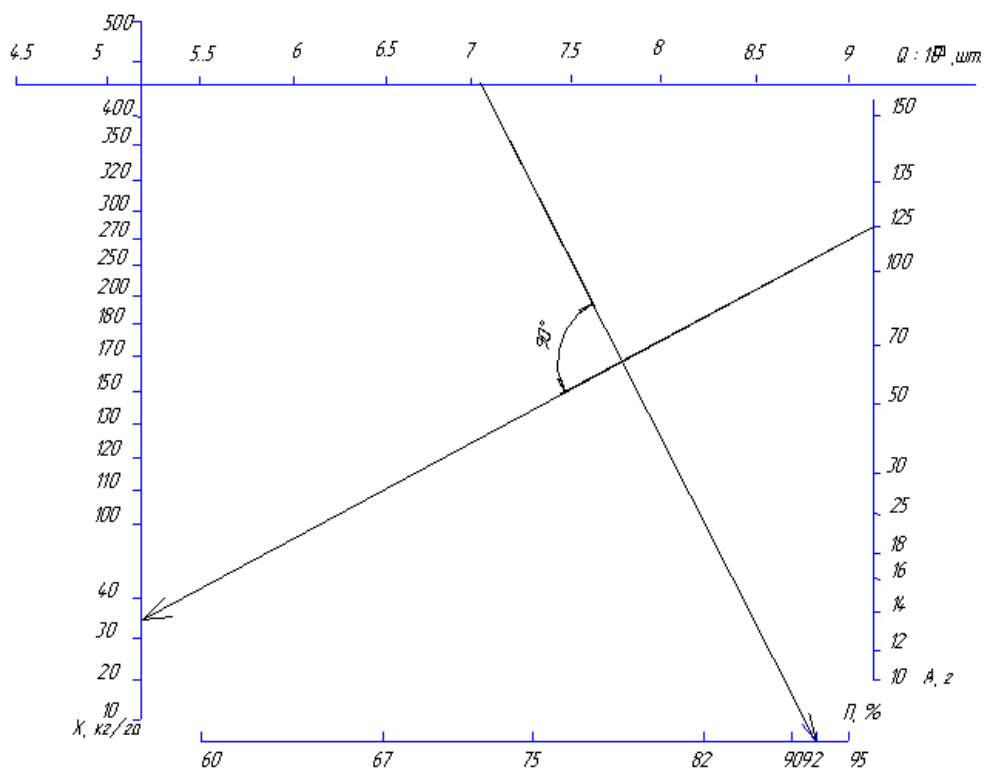


Рис. 3.1- Номограма для визначення норм висіву насіння.

4 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ КУКУРУДЗИ

Вихідні дані до розрахунків. Склад агрегату Т150К + модернізована 12-рядна сівалка. Рельєф поля $i = 3 \%$. Площа поля 240 га. Довжина поля 860 м. Клас ґрунтів – 5.

Агротехнічні вимоги до сівби. Кукурудзу сіють пунктирним способом з шириною міжрядь 70 см. Глибина загортання насіння 5...7 см. Відхилення від заданої норми висіву насіння не повинно перевищувати $\pm 5 \%$, а від заданої норми внесення мінеральних добрив - $\pm 10 \%$. Відхилення ширини основних міжрядь не повинно перевищувати ± 1 см, а стикових - ± 5 см. Поверхня поля після сівби має бути рівною. Робоча швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 8 км/год. Тривалість сівби в господарстві не повинна перевищувати 6 днів, а на одному полі 2 дні.

Тяговий розрахунок агрегату. Згідно даних [15] робоча швидкість сівалки СКМ-12 не повинна перевищувати 8 км/год. Дотримання цієї вимоги можна досягти, якщо трактор Т-150К буде рухатись на першій та другій. Теоретична швидкість руху трактора на зазначених передачах відповідно становить: $V_1 = 7.45$, і $V_2 = 8.53$ км/год. Передаточні числа трансмісії на цих передачах рівні $i_{mp1} = 64.9$; $i_{mp2} = 55.4$.

Визначимо дотичну сили тяги на вибраних передачах [6]:

$$P_d = \frac{9,554 N e i_{tr} \eta_{tr}}{r_k n_n}, \quad (4.1)$$

де P_d – дотична сила тяги трактора, кН;

$N e$ – ефективна потужність двигуна, кВт;

i_{tr} – передаточне число трансмісії;

η_{tr} – коефіцієнт корисної дії трансмісії;

r_k – дійсний радіус кочення, м;

n_n – номінальна частота обертання колінчастого валу, об/хв.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Номінальна потужність двигуна трактора Т-150К $N_e = 121$ кВт. Коефіцієнт корисної дії трансмісії колісних тракторів становить $\eta_{тр} = 0,91$. Номінальна частота обертання колінчастого валу двигуна $n_H = 2100$ об/хв.

Дійсний радіус перекочування трактора можна визначити за формулою [7]:

$$r_k = (r_o + h) \lambda, \quad (4.2)$$

де r_o – радіус сталевго ободу колеса, м;

h – висота шини;

λ - коефіцієнт усадки шини.

У тракторів Т-150К $r_o = 0,332$ м; $h = 0,523$. Коефіцієнт усадки шини залежить від фону і на полі підготовленому до сівби $\lambda = 0,8$.

$$\text{Тоді, } r_k = (0,332 + 0,523) \cdot 0,8 = 0,68 \text{ м.}$$

Отже, для вибраних передач, дотичні сили будуть становити:

$$P_{g1} = \frac{9,554 \cdot 121 \cdot 64,9 \cdot 0,91}{0,68 \cdot 2100} = 47,8 \text{ кН}$$

$$P_{g2} = \frac{9,554 \cdot 121 \cdot 55,4 \cdot 0,91}{0,68 \cdot 2100} = 40,8 \text{ кН}$$

Дотична сила тяги трактора може бути прийнятою за рушійну силу в тому випадку, коли сила зчеплення його рушіїв з ґрунтом $F_{зч}$ є більшою або рівною дотичній силі. В протилежному випадку за рушійну силу трактора приймають силу $F_{зч}$, яку можна визначити за формулою [7]:

$$F_{зч} = \mu G \varphi, \quad (4.3)$$

де μ - коефіцієнт зчеплення рушіїв з ґрунтом;

G – вага трактора, кН;

φ - коефіцієнт, що враховує зчїпну вагу трактора.

Коефіцієнт зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом на полі підготовленому до сівби, з врахуванням класу ґрунту $\mu = 0,51$.

Вага трактора Т-150К $G = 76$ кН, а коефіцієнт $\varphi = 1$.

Тоді, $F_{зч} = 0,51 \cdot 76 \cdot 1 = 38,76$ кН.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Оскільки сила зчеплення $F_{зч}$ є меншою за дотичну силу вибраних передач, то рушійна сила трактора дорівнює силі зчеплення рушіїв з ґрунтом, тобто на будь-якій із вибраних передач $P_p = F_{зч}$ (тут – P_p – рушійна сила трактора).

Визначимо зусилля тяги трактора:

$$P_{гак} = P_p - P_f - P_i, \quad (4.4)$$

де $P_{гак}$ - сила тяги трактора на гаку, кН;

P_f – сила опору перекочування, кН;

P_i – сила опору підйому, кН.

$$P_f = fG, \quad (4.5)$$

де f - коефіцієнт опору перекочування трактора ($f = 0,12$).

$$\text{Тоді, } P_f = 76 \cdot 0,12 = 9,12 \text{ кН.}$$

$$P_i = G \frac{i}{100}, \quad (4.6)$$

де i – нахил поля.

$$P_i = 76 \cdot \frac{2}{100} = 1,52 \text{ кН}$$

Отже, на будь-якій із вибраних передач

$$P_{гак} = 38,76 - 9,12 - 1,52 = 28,12 \text{ кН}$$

Визначимо коефіцієнт буксування рушіїв трактора. Для практичних розрахунків коефіцієнт буксування визначають як функцію від показника [7, 16]:

$$P = \frac{P_{гак} \eta_B}{F_{зч}}, \quad (4.7)$$

де - η_B – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора. $\eta_B = 0,75 \dots 0,85$.

Прийmemo $\eta_B = 0,80$, тоді

$$P = \frac{28,12 \cdot 0,8}{38,76} = 0,58$$

Згідно даних [] при $P = 0,58$ коефіцієнт буксування рушіїв трактора $\delta = 11,3$ %.

Визначимо робочі швидкості трактора на вибраних передачах:

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{pi} = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (4.8)$$

де V_{pi} – робоча швидкість трактора на i -тій передачі, км/год,

V_T – теоретична швидкість руху трактора на i -тій передачі.

Отже, робочі швидкості трактора на вибраних передачах становлять:

$$V_{p1} = 7,45 \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 6,6 \text{ км/год.},$$

$$V_{p2} = 8,53 \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 7,6 \text{ км/год.},$$

Визначимо питомий тяговий опір сівалки на вибраних передачах за формулою [7]:

$$K = K_o \left[1 + (V_p - V_o) \cdot \frac{\Delta}{100}\right], \quad (4.9)$$

де K_o – питомий опір сівалки при швидкості руху 7,6 км/год ($V_o = 1,2$ кН/м);

V_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год.;

V_o – швидкість руху сівалки, при якій визначають K_o ($V_o = 7$ км/год);

Δ – темп приросту робочого опору ($\Delta = 3$ %).

Оскільки робоча швидкість руху агрегату на першій передачі є меншою за 7 км/год., то прийmemo, що питомий опір сівалки на цій передачі $K_1 = K_o = 1,2$ кН/м.

Питомий опір сівалки на другій передачі рівний:

$$K_2 = 1,2 \cdot \left[1 + (7,67 - 7) \cdot \frac{3}{100}\right] = 1,22 \text{ кН/м},$$

Оскільки трактор Т-150К може агрегатувати лише одну 12-рядну сівалку то розрахунки по визначенню максимальної ширини захвату агрегату і кількості сівалок в агрегаті проводити недоцільно.

Визначимо тяговий опір агрегату [7]:

$$R_a = R_m + R_{пр}, \quad (4.10)$$

де R_a – загальний тяговий опір агрегату, кН;

R_m – тяговий опір переміщення сівалки, кН;

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$R_{пр}$ – приведений тяговий опір сівалки, пов’язаний із втратою рушійної сили трактора на вибраній передачі при відборі частини потужності через ВВП.

$$R_M = K_i B + G_M \frac{i}{100}, \quad (4.11)$$

де K_i – питомий опір агрегату на i -тій передачі;

B – ширина захвату агрегату, м ($B = 8,4$ м);

G_M – вага сівалки, кН ($G_M = 12,6$ кН).

Тоді, тяговий опір на переміщення агрегату на збираних передачах становить

$$R_{M1} = 1,2 \cdot 8,4 + 12,6 \cdot \frac{2}{100} = 10,3 \text{ кН},$$

$$R_{M2} = 1,22 \cdot 8,4 + 12,6 \cdot \frac{2}{100} = 10,5 \text{ кН},$$

Приведений тяговий опір $R_{пр}$ можна визначити за формулою [6]:

$$R_{пр} = \frac{9,54 \cdot N_{ВВП} \cdot i_{тр} \eta_{тр}}{\gamma_k \cdot n_n \cdot \eta_{ВВП}}, \quad (4.12)$$

де $N_{ВВП}$ – потужність, яка витрачається на привод робочих органів сівалки через ВВП, кВт ($N_{ВВП} = 5$ кВт);

$\eta_{ВВП}$ – ККД ВВП ($\eta_{ВВП} = 0,95$).

Тоді, приведений тяговий опір агрегату вибраних передач становить:

$$R_{пр1} = \frac{9,54 \cdot 5 \cdot 64,9 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2100 \cdot 0,95} = 2,2 \text{ кН},$$

$$R_{пр2} = \frac{9,54 \cdot 5 \cdot 55,4 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2100 \cdot 0,95} = 1,9 \text{ кН}.$$

Отже, загальний тяговий опір агрегату на вибраних передачах дорівнює:

$$R_{a1} = 10,3 + 2,2 = 12,5 \text{ кН},$$

$$R_{a2} = 10,5 + 1,9 = 12,4 \text{ кН}.$$

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на передачах:

$$\eta = \frac{R_a}{P_{сак}}, \quad (4.13)$$

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

l_m – кінематична довжина сівалки ($l_m = 1,5$ м).

Тоді, $e = 0,1 (1,2 + 1,5) \approx 0,3$ м,

а $E_{\min} = 0,5 \cdot 8,4 + 13,44 + 0,3 = 17,9$ м

Дійсна ширина поворотної смуги повинна бути більша E_{\min} і кратна ширині захвату агрегату, тобто

$$E_{\phi} \geq E_{\min} = nB_p, \quad (4.17)$$

де n – число проходів агрегату. Прийmemo $n = 3$, тоді $E_{\phi} = 16,8$ м.

Отже,

$$L_p = 860 - 2 \cdot 16,8 = 826,4 \text{ м.}$$

Визначимо коефіцієнт робочих ходів [20]:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (4.18)$$

де L_x – довжина холостого ходу агрегату, м.

Довжина холостого ходу при грушовидному повороті при русі човником можна визначити за формулою [6]:

$$L_x = k R, \quad (4.19)$$

де k – коефіцієнт ($k = 6,6 \dots 8,0$).

Прийmemo $k = 7,4$, тоді $L_x = 13,44 \cdot 9 \approx 99$ м.

$$\text{Отже, } \varphi = \frac{826,4}{826,4 + 99} = 0,893.$$

Розрахунок продуктивності агрегату. Змінну норму виробітку агрегату можна визначити за формулою [18]:

$$H = 0,1 B_p V_p T_p, \quad (4.20)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м (для посівних агрегатів B_p дорівнює конструктивній ширині захвату $B_p = B_k = 8,4$ м);

V_p – робоча швидкість руху ($V_p = 7,6$ км/год);

T_p – чистий робочий час зміни, год.

Чистий робочий час агрегату протягом зміни становить [6]:

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{обс} + T_{пов})}{1 + \tau_{пов} + \tau_{то}}, \quad (4.21)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год ($T_{зм} = 7$ год);

$T_{пз}$ – підготовчо-заключний час, год;

$T_{обс}$ – час організаційно-технічного обслуговування агрегату (очищення робочих органів, перевірка якості роботи, регулювання і т.д.);

$T_{воп}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, год;

$\tau_{пов}$ – коефіцієнт поворотів;

$\tau_{то}$ – коефіцієнт технологічного обслуговування агрегату.

Підготовчо-заключний час посівних агрегатів складає $T_{пз} = 39 - 65$ хв. Прийmemo $T_{пз} = 50$ хв = 0,83 год. Час організаційно-технічного обслуговування $T_{обс} = 9 - 21$ хв. Приймаємо $T_{обс} = 20$ хв = 0,33 год.

Коефіцієнт поворотів можна визначити за формулою [6]:

$$\tau_{пов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi} = \frac{1 - 0,893}{0,893} = 0,11.$$

Коефіцієнт технологічного обслуговування складається із суми двох коефіцієнтів, коефіцієнта технологічного обслуговування заправки сівалки насінням τ_1 і добривами τ_2 , тобто

$$\tau_{то} = \tau_1 + \tau_2. \quad (4.22)$$

Коефіцієнти τ_1 і τ_2 розраховуються за аналогічними формулами [18]:

$$\tau_1 = t_{зав1} \frac{WU_{B1}}{60V_1\psi \cdot \rho_1},$$

$$\tau_2 = t_{зав2} \frac{WU_{B2}}{60V_2\psi\rho_2},$$

де $t_{зав1}$ і $t_{зав2}$ – відповідно, тривалість часу одного завантажування сівалки насінням і добривами ($t_{зав1} = 5$ хв, $t_{зав2} = 6$ хв);

$W = 0,1$ V_p V_p – продуктивність агрегату за годину чистої роботи ($W = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 7,6 = 6,38$ га/год);

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Прийmemo, що тривалість переїздів на поле і назад складає 25 хв = 0,42 год, а на зупинках трактор працював тільки під час заправки сівалки насінням і добривами.

$$\text{Тоді, } T_{\text{зуп}} = \tau_{\text{то}} \cdot T_p = 0,16 \cdot 4,3 = 0,68 \text{ год.}$$

G_p , $G_{\text{п}}$, $G_{\text{пер}}$ і $G_{\text{зуп}}$ – норматив витрат палива відповідно на виконання основної роботи, при поворотах, переїздах і на зупинках.

$$G_p = 21 \text{ л/год; } G_{\text{п}} = 8,2 \text{ л/год; } G_{\text{пер}} = 7 \text{ л/год; } G_{\text{зуп}} = 2,3 \text{ л/год.}$$

$$\text{Тоді, } Q = \frac{4,3 \cdot 21 + 0,47 \cdot 8,2 + 0,42 \cdot 7 + 0,68 \cdot 2,3}{26,8} = 3,4 \text{ л/га.}$$

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чистий час роботи агрегату, в склад якого входить модернізована сівалка (див. розд. 5 формула 4.21) становить $T_p = 4,3$ год.

Тоді, норма виробітку і продуктивність за годину змінного часу агрегату, в склад якого входить модернізована сівалка буде становити:

$$H_{M1} = 6,38 \cdot 4,3 = 26,8 \text{ га /год.},$$

а продуктивність агрегату буде дорівнювати:

$$W_{3M} = H_M / T_{3M} = 26,8 / 7 = 3,8 \text{ га/год.}$$

Витрати палива трактора ХТЗ-248.К20 при сівбі модернізованою сівалкою становлять 3,4 л/га. Відповідно з прийнятим в господарстві нормуванням механізованих польових робіт норма виробітку на сівбі кукурудзи зазначеного агрегату становить 16,8 га, при витраті палива 3,1 л/га.

Балансова вартість базової (серійної) сівалки становить $S_6 = 720000$ грн. При визначенні балансової вартості удосконаленої сівалки приймемо до уваги наступне. Широкозахватну 12-рядну сівалку розроблено на базі висівних секцій сівалки СУПН-8. Це рама перерізом 100x100 мм з пристроєм для навішування на трактор.

На рамі болтами і планками кріплять висівні секції сівалки і маркери. Крім того, брус рами виконує роль центрального вакуум-привода, разом з двома ексгаустерами підвищеної продуктивності (ширина робочого колеса 60 мм). Зміна рами і приводу двох ексгаустерів від карданого до використання двох гідромоторів призведе до зростання ціни сівалки на 18000 грн. Тоді, вартість удосконаленої сівалки СУПН-8 буде становити $720000 + 18000 = 738000$ грн.

Вихідні дані для проведення економічних розрахунків доцільності модернізації сівалки СУПН-8 зведемо в табл. 5.1.

Затрати праці на сівбі кукурудзи визначимо за формулою:

$$Z_{II} = M / W_{II}, \quad (5.2)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

W_r – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Таблиця 5.1

Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності

Показники	Агрегат	
	Базовий МТЗ-2023,3+СУПН-8	ХТЗ-248.К20 + за- пропонована сівал- ка
Продуктивність, га/год.	2,10	3,8
Питомі витрати палива, кг/га	2,9	3,4
Вартість, грн.	190000	202000
Вартість удосконалення сівал- ки, грн.		12000

Оскільки кожний агрегат обслуговує один механізатор (тракторист) і один допоміжний працівник, то за формулою (5.2) будемо мати:

затрати праці при сівбі базовою сівалкою

$$Z_{п.б} = 2/2,10 = 0,95 \text{ люд.-год/га,}$$

затрати праці при сівбі удосконаленою сівалкою (прийmemo $W_r = 4$)

$$Z_{п.м} = 2/3,8 = 0,52 \text{ люд.-год/га.}$$

Отже, зниження затрат праці при сівбі модернізованою сівалкою становить 0,33 люд.год/га.

Питомі прямі експлуатаційні витрати на сівбі кукурудзи визначимо за формулою [6]:

$$C = C_{оп} + C_{ра} + C_{кто} + C_{пмм}, \quad (5.3)$$

де C_o – оплата праці з нарахуваннями, грн/га;

$C_{ра}$ – відрахування на реновацію, грн/га;

$C_{кто}$ – витрати на капітальний і поточний ремонти та технічне обслуговування, грн/га;

$C_{пмм}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн/га.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

В господарстві прийнята наступна система оплати праці працівників, які зайняті на сівбі кукурудзи. Оплату праці механізаторів здійснюють по 5-му розряду тарифної сітки із розрахунку 810 грн. за виконану норму виробітку. Крім того, в господарстві запроваджена доплата за класність. Механізаторам, які мають перший клас доплачують 20 % до тарифної ставки. Оплату праці допоміжним працівникам, які обслуговують сівалку, також здійснюють по 5-му розряду із розрахунку 81 грн. за норму. Виходячи із вищезазначеного оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_{оп} = \frac{\alpha [T_m M(1 + \beta) + T_d N]}{H}, \quad (5.4)$$

де T_m , T_d - відповідно, оплата праці механізаторам і допоміжним робітникам за норму виробітку грн.;

α -коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату $\alpha = 1,375$;

β -доплата за класність, $\beta = 0,2$;

M і N – відповідно кількість механізаторів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат;

H - норма виробітку, га(приймемо $H = 30$).

Тоді витрати на оплату праці становлять:

при сівбі серійною сівалкою

$$C_{оп}^б = \frac{1,375 [760 \cdot 1(1 + 0,2) + 820 \cdot 1]}{15,4} = 151 \text{ грн/га,}$$

при сівбі модернізованою сівалкою

$$C_{оп}^м = \frac{1,375 [913 \cdot 1(1 + 0,2) + 783 \cdot 1]}{26,8} = 96 \text{ грн/га.}$$

Відрахування на реновацію машин в агрегаті визначимо за формулою:

$$C_{ра} = \frac{\alpha_1 B_T}{100 W_3 T_T} + \frac{\alpha_2 B_M}{100 W_3 T_M}, \quad (5.5)$$

де B_T і B_M – відповідно балансова вартість трактора і машини, грн. ($B_T = 673100$ грн.);

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C_k – комплексна ціна палива, грн/л.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали. Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива для МТА становлять: дизельне мастило – 5 %; автотракторне мастило – 3,7 %; солідол – 0,5 %; трансмісійне мастило – 0,8 %.

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об'ємів закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 40 грн/л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть дорівнювати:

для базового агрегату

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 2,9 \cdot 45 = 130,5 \text{ грн/га,}$$

для модернізованого агрегату

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{м}} = 3,4 \cdot 45 = 153 \text{ грн/га.}$$

Загальні питомі прямі експлуатаційні витрати при сівбі кукурудзи становлять:

агрегатом, в склад якого входить серійна сівалка СУПН-8А

$$C^{\text{б}} = 167 + 1781 + 153 + 130,5 = 2231,5 \text{ грн/га,}$$

агрегатом, в склад якого входить модернізована сівалка

$$C^{\text{м}} = 90 + 1651 + 535 + 153 = 2429 \text{ грн/га.}$$

Економія питомих експлуатаційних витрат при впровадженні модернізованої сівалки у виробництво буде становити

$$E_{\text{ев}} = C^{\text{б}} - C^{\text{м}} = 130,5 - 153 = -22,5 \text{ грн/га.}$$

При використанні модернізованого агрегату на площі F , яка відповідає його нормативному річному завантаженню, визначити яку можна наступним чином $F = W_3 \cdot T_m = 4 \cdot 70 \approx 280$ га, економія експлуатаційних витрат буде становити

$$E = E_{\text{ев}} \cdot F = 22,5 \cdot 280 = 6300 \text{ грн.}$$

Визначимо річний економічний ефект від впровадження модернізованої сівалки:

$$E_p = E + E_n \cdot \Delta B, \quad (5.8)$$

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

де E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень $E_n=0,15$;

ΔB - витрати на модернізацію сівалки, грн. (див. табл. 5.1).

$$E_p = 92120 + 0,15 \cdot 120000 = 110120 \text{ грн.}$$

Визначимо термін окупності витрат на модернізацію сівалки:

$$T_{ок} = \Delta B / E_p, \quad (5.9)$$

де $T_{ок}$ – термін окупності.

$$T_{ок} = 12000 / 110120 \approx 0,1 \text{ рік.}$$

Результати розрахунку економічної ефективності модернізації сівалки СУПН-8 зведемо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2- Основні економічні показники проекту

Назва показників	Агрегат		Відхилення (+,-)
	МТЗ-2023 + СУПН-8	ХТЗ-248К20 + модернізована сівалка	
1. Балансова вартість сівалки, грн.	2600000	2020000	-580000
2. Продуктивність, га/год.	2,10	3,8	1,7
3. Затрати праці, люд.-год/га.	0,95	0,52	- 0,43
4. Прямі експлуатаційні витрати, грн./га	321700	288800	- 32900
оплата праці	167	900	733
відрахування на реновацію	1781	1651	- 130
відрахування на ремонти і ТО	7470	5350	- 2120
витрати на ПММ	522	6120	900
5. Річний економічний ефект, грн.	1320000		
6. Строк окупності витрат на модернізацію сівалки, років	0,1		

Результати розрахунків економічної ефективності модернізації сівалки СУПН-8А показують, що запровадження її у виробництво дасть змогу одержати

річний економічний ефект в сумі 1320000 грн. на одну сівалку, а затрати на удосконалення окупляться протягом 1 року експлуатації .

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Вимоги до обслуговуючого персоналу.

До роботи на тракторі і запропонованій сівалці допускати осіб не молодше 17 років, які мають посвідчення тракториста-машиніста на право керування ними, пройшли медичний огляд, навчання й інструктажі з техніки безпеки, відповідно до вимог.

До керування і обслуговування трактора Т-150К допускати тільки тракториста-машиніста, якій закінчв спеціальні курси по вивченню конструкції і особливостей експлуатації цього трактора і одержав посвідчення, яке дає право працювати на зазначеній марці трактора.

Трактористу забороняється передавати керування трактором іншим трактористам, які не закріплені за даним трактором, та стороннім особам. До керування тракторами, комбайнами й самохідними машинами не допускаються особи у нетверезому стані.

Внаслідок спрацювання, неправильного використання, конструктивних дефектів, несправностей або незадовільного технічного стану машин створюються шкідливі та небезпечні для життя механізаторів умови праці, що можуть призвести до виробничої травми або професійного захворювання. Ось чому важливо, щоб обслуговуючий персонал поряд з вивченням конструкції машин добре знав правила техніки безпеки і засоби захисту від дії несприятливих виробничих факторів.

6.2 Безпека праці при вирощуванні кукурудзи

Мікроклімат значною мірою впливає на працездатність увагу та інші функції людини. Висока температура може викликати перегрівання, унаслідок чого з'являється загальна слабкість, головний біль, запаморочення, потемніння в очах, прискорене дихання й підвищений пульс. Продуктивність праці при високій тем-

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

пературі знижується на 10—15%, а послаблення уваги призводить до помилок під час керування машиною і виникнення аварійних ситуацій, в результаті чого майже на 30% збільшується кількість травм порівняно з оптимальними температурними умовами.

При відносній вологості повітря 70—90% процентів важко і продуктивність знижується приблизно на третину.

Виробничий пил при надмірній концентрації в робочій зоні негативно впливає на дихальні шляхи, легені, очі та шкіру людини. Допустиму концентрацію пилу залежно від його походження (органічного чи неорганічного) визначають за ГОСТ 12.1.005—76.

Якщо вентиляція не забезпечує комфортних умов або застосувати її не можна, слід користуватися засобами індивідуального захисту (спецодяг, окуляри, респіратори) відповідно до переліку.

Виробничий шум виникає під час роботи трактора і модернізованої сівалки. Інтенсивний шум викликає втому, знижує чутливість органів слуху, впливає на діяльність нервової системи, серцево-судинної, м'язової та системи травлення.

Людина з нормальним слухом розрізняє звукові коливання окремих ділянок спектра залежно від амплітуди й частоти. Інфразвук (частота нижче 16 Гц) і ультразвук (частота вище 20 кГц) вухо людини не сприймає.

Шум частотою понад 500 Гц більш шкідливий порівняно з шумом низької частоти. Непостійний хаотичний шум, а також шум із змінним рівнем звукового тиску, наприклад 40—70 дБ, впливають негативніше, ніж звук з постійним рівнем звукового тиску, наприклад, 80дБ.

Інфразвуки частотою 2—15 Гц знижують увагу людини, гальмують реакцію й утруднюють процес мислення.

Сильний шум утруднює оцінку відстані і часу, заважає розпізнавати кольорові сигнали, знижує швидкість сприйняття кольору, гостроту зору, зорову реак-

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

цію в нічний час, знижує на 5—12% продуктивність праці й підвищує ймовірність виробничого травматизму.

Зниженням рівня шуму на 20% підвищують продуктивність праці на 5—10%. Тривала дія шуму, рівень звукового тиску якого близько 90 дБ, знижує продуктивність праці на 30—60%.

Відповідно до вимог рівень шуму на робочих місцях механізаторів не повинен перевищувати 85 дБ.

Вібрація подібно до шуму також негативно впливає на організм людини і при постійній дії може призвести до вібраційної хвороби. При високому рівні високочастотної вібрації порушується кровопостачання рук і ніг людини, з'являється біль, уражуються кістки та м'язи. Низькочастотна вібрація викликає головний біль і передчасну втому.

На робочому місці тракториста в кабіні трактора чи оператора сівалки вібрація зумовлена роботою двигуна або рухом по нерівностях дороги, поля. На механізатора може впливати і вібрація від ручних електро- або пневмомашин, які застосовують при ремонті сільськогосподарської техніки. Вібрація на робочих місцях регламентується санітарними і гігієнічними нормами СН 245—71, СН 1102—73, ГОСТ 17770—72, ГОСТ 12.1.012—78 та іншими нормативними документами.

6.3 Безпека праці при експлуатації модернізованої сівалки.

Запропонована сівалка повинна бути справною, відрегульованою і повністю укомплектованою інструментами, захисним огороженням і пристроями. Основні вимоги до технічного стану, ходової частини, зчеплення та системи освітлення й сигналізації такі самі, як і до тракторів, та стандартних, сівалок, які випускає промисловість.

Під час підготовки трактора до роботи з сівалкою необхідно перевірити технічний стан гідросистеми, від справності якої значною мірою залежить безпека

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

праці тракториста і якість виконання робіт. У трактора Т-150К з триточковою схемою навіски хід амортизатора верхньої тяги має бути в межах ± 38 мм. Бокове зміщення кінців нижніх тяг допускається в межах 20 мм. Обов'язково перевіряють справність гумових шлангів та щільність затяжки з'єднувальних штуцерів. Перегин і скручування гумових шлангів не допускається; радіус перегину їх має бути не менше 8—10 його зовнішніх діаметрів. Витікання масла в гідросистемі не допускається, оскільки воно може призвести до самовільного опускання сівалки.

Кришки ящиків для насіння кукурудзяної сівалки, банок туковисівних апаратів, щільно закрити, а защіпки надійно утримувати їх, не допускаючи самовільного відкривання під час руху агрегату, також на сівалці необхідно зробити попереджувальні написи. Відстань від підніжки до верхнього краю ящика або банки не повинна перевищувати 1 м.

На запропонованій сівалці встановити пристрої для контролю роботи висівних апаратів, рівня насіння й туків у ящиках з робочого місця тракториста.

Перед початком роботи перевірити комплектність і надійність кріплення всіх механізмів і вузлів посівних та садильних машин, підтягнути різьбові з'єднання, змастити тертьові поверхні, переконатись у наявності і справності захисних огорожень та відсутності сторонніх предметів в зернотукових ящиках, бункерах й живильних ковшах. Оглядають механізми передач, автомати, регулюють сошники, перевіряють надійність їх кріплення, заміряють прогини неробочих віток ланцюгів. Рух посівного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання від старшого на посівному агрегаті сигналу у відповідь.

Необхідно стежити, щоб кришки ящиків для зерна й туків були щільно закриті, при завантажуванні зерна відкриті кришки ставлять на запобіжники. Під час завантажування сухих порошкоподібних добрив необхідно стояти з навітряного боку, надівши респіратор.

Періодично протягом робочого дня слід очищати бункери сівалки, живильні ковші, ложечки, сошники, тукопроводи й борознозакривачі від ґрунту, рослинних решток та інших сторонніх предметів й усувати виявлені несправності. Чистики

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

для очищення сошників повинні мати дерев'яні ручки. Усувати неполадки та очищати машину дозволяється після зупинки агрегату.

Забороняється під час руху агрегату переходити з однієї сівалки на іншу.

Перед поворотом агрегату сошники сівалки піднімають, а поворот виконують на знижених швидкостях. Широкозахватними агрегатами не слід робити крутих поворотів, бо це може призвести до набігання однієї сівалки на іншу. Якщо сошники опущені, не дозволяється рушати агрегатом назад. Піднімати і опускати сошники можна тільки при прямолінійному русі вперед.

Під час роботи стежити за роботою механізму передач. Ослаблі ланцюги підтягують натяжними зірочками. Надмірний натяг ланцюгів не допускається.

Періодично перевіряти стан пневматичних коліс. Тиск повітря в камерах повинен відповідати заводській інструкції. При збільшенні осьового зазора коліс сівалку встановлюють на підставки, знімають кришку маточини, розшплінтують затяжну гайку, туго її підтягують, а потім відпускають до збігання найближчого шліца з отвором в осі і зашплінтують гайку. Перевіряють легкість обертання колеса і закріплюють кришку.

Для роботи у темний час доби завчасно перевіряти справність електричного освітлення,

Отвори висівних апаратів очищати спеціальними чистиками, гачками. Розрівнюють насіння тільки лопатками. Перед сівбою протруєного насіння працівники обов'язково проходять інструктаж з техніки безпеки. Агроном попереджує сівачів про його отруйні властивості, перевіряє у них наявність справних засобів індивідуального захисту відповідно до санітарних правил. Прямий контакт сівачів з протруєним насінням не дозволяється. Під час сівби необхідно стежити, щоб кришки сівалок були щільно закриті, а пил не виходив назовні та не забруднював навколишнє середовище. На мішках з протруєним насінням потрібно зробити написи: «Протруєно!» або «Отруєно!».

Протруєне насіння видавати із складу тільки з письмового дозволу керівника господарства і обов'язково реєструють в журналі обліку.

										Арк.
										62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ					

Забороняється сидіти на мішках з протруєним насінням, перевозити його з іншими продуктами і залишати без догляду.

Спецодяг у працівників повинен бути заправлений, волосся сховане під хустку, пов'язану так, щоб кінці не звисали. Обов'язково необхідно користуватись респіраторами, рукавицями і захищати очі від пилу захисними окулярами.

Під час грози необхідно зупинити агрегат, вимкнути двигун, а важіль коробки передач встановити у положення «Нейтральне», зафіксувати гальма, сівалку опустити на землю і відійти від трактора на відстань не менше як 15 м.

Після закінчення роботи посівні машини очищити, а висівний механізм змастити солідолом. Працівники, які працювали з протруєним насінням, повинні зняти спецодяг, здати його для знезаражування і старанно вимити руки з милом, прийняти душ.

6.4 Рекомендації по поліпшенню умов праці тракториста-машиніста та оператора сівалки.

1. Для підтримання оптимальної температури для тракториста, на кабіні трактора встановити повітряохолодники-обігрівники, які регулюють температуру і вологість повітря.

2. Для захисту органів дихання оператора сівалки придбати нові протипилові респіратори «Лепесток-5», «Лепесток-200», «Астра-2», Ф-62Ш та У-2К, для захисту від пилу і газу — РУ-60 ті РУ-60М.

3. Надійно герметизувати кабіну трактора, обладнану повітроохолодниками. Це знижує запиленість повітря в кабіні у 2—3 рази.

4. Вибирати напрямок руху агрегату так щоб рухатись перпендикулярно до напрямку вітру, що переважає у даній місцевості («роза вітрів»), якщо дозволяє технологічний процес. Це рекомендується враховувати при плануванні полів.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

5. Застосовувати для захисту від шуму органів слуху протишумові навушники ВЦННІОТ-1, ВЦННІОТ-2, ВЦННІОТ-3, ВЦННІОТ-4М, а також спеціальні вкладки в уші («беруші»).

6. Передбачити організаційно-технічні заходи для зменшення шкідливої дії шуму і вібрації на людину:

- чергувати час роботи і відпочинку;
- регулярно проводити медичне обстеження, яке дозволить виявляти початок захворювання;
- періодично проводити експлуатаційні перевірки рівня вібрації в строки, встановлені нормативно-технічною документацією (не рідше одного разу на рік для загальної вібрації і двох разів для локальної);
- своєчасно забезпечити плановий і запобіжний ремонт машин з обов'язковим післяремонтним контролем їх вібраційних характеристик;
- запобігати контакту працюючих з вібруючими поверхнями за межами робочого місця або зони (огороження, попереджувальні знаки, написи, фарбування, сигналізація, блокування тощо).

Загальний час контакту з вібруючими поверхнями не повинен перевищувати $\frac{2}{3}$ тривалості робочої зміни. При такому режимі праці, якщо інші виробничі фактори відповідають санітарним нормам, обідня перерва повинна бути не менше 40 хв і, крім неї, ще дві регламентовані перерви для активного відпочинку, проведення виробничої гімнастики (фізкультурні паузи) протягом 20 хв через 1—2 год після початку зміни, а також 20—30 хв через 2 год після обідньої перерви.

7. Протруювати таку кількість зерна, яка необхідна для висівання. Якщо не все протруєне насіння висіяно, то залишки за домовленістю передають сусідньому господарству або зберігають у спеціальному складі для протруєного насіння. Якщо ж такого складу нема, насіння знищують відповідно до санітарних правил в присутності агронома-агрохіміка.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

ВИСНОВКИ

1. На основі результатів аналізу сучасних технологій вирощування кукурудзи обґрунтовано актуальність необхідності винаходу в теперішній час.
2. Визначені раціональна структура та необхідна кількість машин при вирощуванні кукурудзи.
3. Визначені параметри пневматичної системи нової сівалки та способи її досягнення.
4. Проведено розрахунок норми висіву насіння кукурудзи при застосуванні нової сівалки.
5. Прорахована найбільш ефективна швидкість руху агрегату, необхідне тягове зусилля, витрата пального, кінематика агрегату.
6. За результатами досліджень річний економічний ефект від впровадження розробки виявився 1320000 грн при терміні окупності 0,1 рік.
7. Розроблені рекомендації по поліпшенню умов праці на основі проведеного аналізу шкідливих та небезпечних факторів.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Підготовка бакалаврських і магістерських кваліфікаційних робіт: Вимоги до структури, змісту та оформлення, організації підготовки та захисту [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступенів бакалавра та магістра за освіт.-проф. програмою «Динаміка і міцність машин» спец. 131 «Прикладна механіка» / С. О. Пискунов та ін. – Електрон. текст. дані (1 файл) – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 155 с.
2. Колісник О. М. Вихідний матеріал для селекції кукурудзи на стійкість до пухирчастої сажки / О. М. Колісник // Вісник Уманського національного університету садівництва. – № 1. – 2016. – С. 63 – 65.
3. Гуменюк А. І., Пастушенко М. Г. Механізація основних технологічних процесів у рослинництві : навч. посіб. / А. І. Гуменюк, М. Г. Пастушенко. – К. : НУБіП України, 2016. – 240 с.
4. Кісіль М. І., Ярема В. В. Інноваційні технології вирощування кукурудзи / М. І. Кісіль, В. В. Ярема // Наукові праці Інституту зернових культур НААН України. – 2020. – № 3. – С. 45–52.
5. Лавриненко Ю.О. Досягнення та перспективи селекції кукурудзи для умов зрошення / Ю.О. Лавриненко, Т.Ю. Марченко, Т.В. Глушко, О.А. Гож, М.В. Нужна // Вісник аграрної науки. – 2014. – № 9. – С. 72-76
6. Стефанюк І. М., Довганюк В. М. Технології вирощування польових культур : навч. посіб. / І. М. Стефанюк, В. М. Довганюк. – Кам'янець-Подільський : ПДАТУ, 2015. – 304 с.
7. Ярощук Ф. М., Чирва Ю. В. Механізовані технології у рослинництві : навч. посіб. / Ф. М. Ярощук, Ю. В. Чирва. – Умань : УНУС, 2021. – 198 с.
8. Мельник І.І., Гречкосій В.Д., Марченко В.В. та ін. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу. Навчальний посібник. – К.: Видавничий центр НАУ, 2014 – 106 с.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

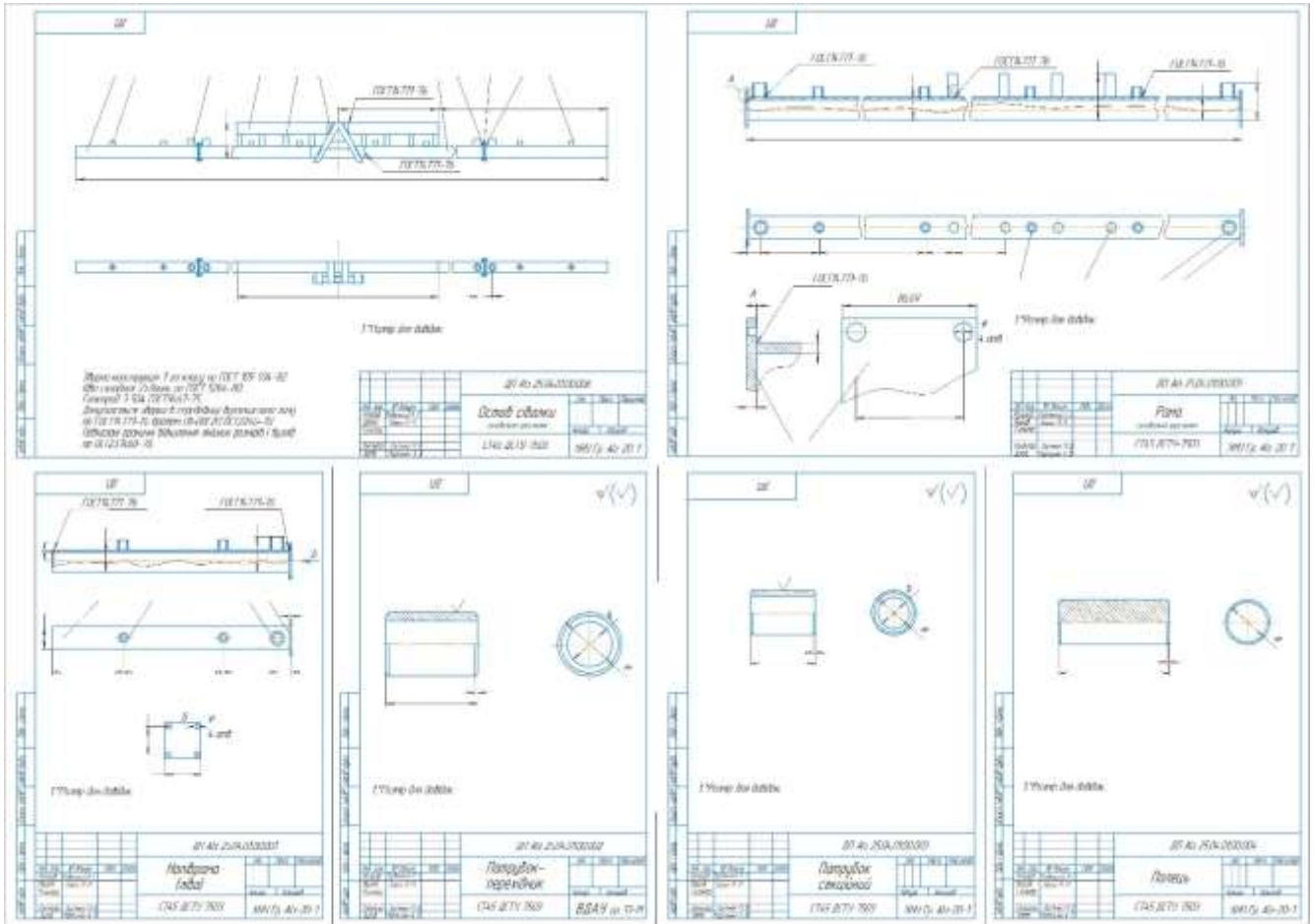
9. Комплексна механізація виробництва зерна /Гречкосій В.Д., Алімов Д.М., Кифоренко В.І., Чайка П.М.: За ред. Гречкосія В.Д.-К.:Урожай,2015.-213с.
- 10.Козлов М.В. Плішко А.А. Агрохімічне забезпечення високопродуктивних технологій вирощування зернових культур.-К.: Урожай, 2016.-232 с.
- 11.Довідник сільського інженера /В.Д. Гречкосій, С.М. Погорілець, І.І. Євєнко та ін.: За ред. В.Д. Гречкосія.-К.:Урожай, 2013.-400 с.
- 12.Агулов І.І., Вознюк Л.Ф., Ловчій О.В. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин.-К.:Урожай, 2017.-256 с.
- 13.Деталі машин. Курсове проектування : навч. посіб. / І. М. Пастух, В. О. Харжевський, В. П. Олександренко. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 242 с.
- 14.Подпратов Г. І., Бобер А. В., Гунько С. М. Переробка продукції рослинництва : навчальний посібник. Київ : Редакційновидавничий відділ НУБіП України, 2023. 580 с.
- 15.Гряник Г.М., Дехман С.Д., Бутко Д.А. та ін. Охорона праці. К.: Урожай, 2014.- 272 с.
- 16.Лехман С.Д. та ін. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві /С.Д.Лехман, В.І.Рубльов, Б.І.Рябцев. – К.: Урожай, 2015. - 272 с.
- 17.Забуранна Л.В., Карпенко О.В. Економіка підприємства. Навчальний посібник. – К.: ЦУЛ, 2017. – 416 с.
- 18.Охорона праці: Основи охорони праці. Підручник / За ред. проф. В. В. Запартіної. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 288 с.
- 19.ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги.

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ДОДАТКИ

					ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

ОРИГІНАЛЬНІ ДЕТАЛІ



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІз 25.02.00.00.000. ПЗ

Арк.

71

