

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерної механіки

Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**

ОС «Бакалавр»

Тема: „Підвищення ефективності використання машин при вирощуванні  
кукурудзи на зерно”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство  
Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІс-22-2

Керівник роботи

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри ГМ та АІ

Сьомка Т.О.

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

\_\_\_\_\_ 2025 р.

Хмельницький, 2025р.

## ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ	
АНОТАЦІЯ	
ВСТУП.....	
1 ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ.....	
2 ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ.....	
2.1 Складання технологічної карти.....	
2.2 Визначення необхідної кількості машин.....	
3 МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ СІВБИ КУКУРУДЗИ....	
4 ОГЛЯД МАШИН ДЛЯ СІВБИ КУКУРУДЗИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРОБКИ ЗЧІПКИ.....	
4.1 Конструкції машин для сівби кукурудзи.....	
4.2 Обґрунтування необхідності розробки напівначіпної зчіпки для сівби кукурудзи.....	
5 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СІВАЛКИ.....	
5.1 Розрахунок висівних апаратів.....	
5.2 Розрахунок на міцність вісі опорного колеса посівної секції.....	
6 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СІВБИ КУКУРУДЗИ.....	
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
7.1 Охорона праці при вирощуванні кукурудзи .....	
7.2 Аналіз стану охорони праці в господарстві.....	
7.3 Розрахунок засобів індивідуального захисту.....	
7.4 Рекомендації по поліпшенню умов праці.....	
8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	
ВИСНОВКИ.....	
ДОДАТКИ	

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	<i>Сьомка</i>				<i>Підвищення ефективності використання машин при вирощуванні кукурудзи на зерно</i>	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.	<i>Мартинюк</i>						4	77	
Реценз.						<i>ХНУ, гр. АІс-22-2</i>			
Н. Контр.									
Затверд.	<i>Мартинюк</i>								

## АНОТАЦІЯ

Сьомка Тетяна Олегівна. Підвищення ефективності використання машин при вирощуванні кукурудзи на зерно. Дипломний проект.

Розрахунково-пояснювальна записка проекту виконана на 79 аркушах машинописного тексту і включає рисунків, таблиць. Список літератури містить 21 найменування. Графічна частина проекту представлена на 9 аркушах формату А1.

В роботі описано технології вирощування кукурудзи, проаналізовані конструкції пунктирних сівалок, запропоновано конструкція зчіпки для трьох сівалок УПС-8 (УСП-8), описана її конструкція, визначені основні параметри.

Обґрунтовано набір машин для вирощування кукурудзи в господарстві, розроблена операційна технологія сівби кукурудзи і визначені основні експлуатаційні показники процесу.

**Ключові слова:** кукурудза, вирощування, технологія, сівба, зчіпка.

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання. У країнах світу для продовольчих потреб використовується приблизно 20 % зерна кукурудзи, для технічних 15-20 %, на корм худобі 60-65 %.

У нашій країні кукурудза є найважливішою кормовою культурою. За її рахунок тваринництво забезпечується концентрованими кормами, силосом і зеленою масою.

Кукурудза на зерно за середньої врожайності 60 ц/га разом з побічною продукцією (стеблами, листками) забезпечує вихід з 1 га понад 6,5 тис. кормових одиниць і до 400 кг перетравного протеїну (що дорівнює 75 тис. МДж обмінної енергії). Це значно більше порівняно з іншими зерновими культурами.

Найвідповідальнішою операцією будь якої технології вирощування кукурудзи є сівба, оскільки допущені при її виконанні огріхи практично не можливо виправити.

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

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.

Для одержання дружних і повних сходів кукурудзи, що суттєво впливає на підвищення врожаю, велике значення має високоякісне проведення посівних робіт в оптимальні агротехнічні строки.

Щоб повністю механізувати догляд за кукурудзою, не можна допускати

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

розтягування строків посіву. Якщо на одному полі сівба триває 8 ... 10 днів і більше, то сходи будуть не дружними. На тій частині поля, де сівбу проводили в останні дні, насіння кукурудзи може тільки пробиватися, а на ділянці перших днів сівби вони до цього часу вже починають проростати. Це призводить до зниження урожайності, оскільки затрудняє механізований догляд за посівами.

Технології механізованого вирощування кукурудзи передбачають використання широкозахватних агрегатів для виконання таких технологічних операцій, як підготовка ґрунту та догляд за посівами, які дозволяють збільшити продуктивність праці в 1,5...1,8 рази та зменшити кількість механізаторів, зайнятих на вирощуванні. Проте для сівби кукурудзи здебільшого використовуються 6 або 8 рядні сівалки СПЧ-6, УСП-8. Для сівби кукурудзи промисловість випускає 12 рядні сівалки УСП-12, СКПП-12, які агрегуються з тракторами тягового класу 30 кН. Агрегування 12 рядних сівалок з тракторами Т-181, Т-153 не дозволяє оптимально завантажити двигун трактора. Ступінь використання потужності двигуна не перевищує 50 %, а це як відомо призводить до перевитрат палива і зменшенню продуктивності. Завантажити двигун трактора можливо шляхом приєднання до нього декількох робочих машин. Для цього використовують проміжну ланку - зчіпний пристрій, або, як ще говорять, зчіпку.

Основне призначення зчіпки передача робочим машинам тяги трактора. Крім того, зчіпка може виконувати й інші функції: бути опорою для машин і пристроїв для передачі потужності.

Будь яка конструкція зчіпного пристрою повинна забезпечувати нормальну роботу машин, а кількість робочих машин в зчіпці повинна забезпечувати оптимальне завантаження двигуна трактора.

Найбільш придатними для агрегування просапних сівалок, зокрема і кукурудзяних є напівначіпні зчіпки. В цих зчіпках тяговий брус має шарніри і одним кінцем опирається на раму трактора, а іншим на опорне колесо. А тому такі зчіпки ліпше копіюють рельєф місцевості, ніж начіпні.

									Арк.
									7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

Виходячи із вищезазначеного дипломному проєкті ставиться завдання розробити конструкцію напівнавісної гідрофікованої зчіпки до гусеничних тракторів Т-181, яка дозволяє агрегувати три сівалки СПЧ-6, УСП-8 або ССТ-12. Використання такої зчіпки на сівбі кукурудзи дасть можливість використати для агрегування сівалок швидкісні трактори і тим самим суттєво підвищити продуктивність, а від так провести сівбу кукурудзи в стислі агротехнічні строки.

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

# 1 ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

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 індустріальна 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.

Індустріальна технологія вирощування кукурудзи вимагає підвищених вимог до якості і строку проведення основного обробітку ґрунту. 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 луцення стерні в двох напрямках агрегатом Т-181 і ЛДГ-15.

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

відбивають лінії для перших проходів агрегатів і відбивають поворотні смуги. Повторне лушення проводять агрегатом Т-181 і ПЛП-10-25. Після лушення стерні вносять органічні добрива. Для навантаження гною використовують екскаватори ПЭ – 0.8Б на базі трактора МТЗ-121. Навантаження здійснюють із буртів. Перевозять гноєрозкидачами ПРТ-16, які агрегатуються тракторами К-701, і ними ж розкидаються по полю. Крім органічних добрив вносять і мінеральні. Спочатку подрібнюють злежані міндобрива машинами АИР-20, який після того і завантажує їх в завантажувач СЗУ-20, потім переміщуються всі компоненти мінеральних добрив і завантажують в розкидачі РУМ-5, які агрегатуються тракторами МТЗ-121. внесення мінеральних добрив здійснюють відповідно встановленої норми.

Перед оранкою провішують лінії для перших проходів агрегатів і відбивають поворотні смуги. Оранку проводять агрегатами Т-181 і ПЛН-5-35, а агрегатом МТЗ-121 і ПН-3-35 заробляють розвальні борозни і звальні гребні.

Наприкінці зими проводять снігозатримання агрегатом Т-181М і 2СВУ-2,6 в зчіпці СП-11.

Третя технологія також передбачає лушення стерні тими самими агрегатами. Добрива навантажують також екскаваторами ПЭ-0,8 на базі трактора МТЗ-121 і ПФП-2 змонтованого на тракторі Т-181. перевезення і розкидання гною здійснюють причіпними розкидачами КСО-9 з трактором Т-181 і ПРТ-16 з К-701.

Подрібнення і змішування, а також навантаження мінеральних добрив в транспортні засоби здійснюють машиною ИСУ-4, що приводиться в дію від трактора МТЗ-121. Транспортують мінеральні добрива трактором МТЗ-121 з СЗУ-20. внесення здійснюють агрегатами ЗИЛ-ММЗ 554 1РМГ-4 і МТЗ-121+РУН-8. Зяблеву оранку здійснюють тракторами Т-181 з плугом ПЛП-6-35, гусеничним Т-181 з таким же плугом ПЛП-6-35 і К-701 з дев'ятикорпусним плугом ПТК-9-35. Снігозатримання проводять агрегатом Т-181 і 2СВУ-2,6 в зчіпці СП-11.

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

По другій технології лушення проводять агрегатами такими ж як і у попередніх технологіях, тобто перше широкозахватним луцильником ЛДГ-15, який агрегатується енергонасиченим трактором Т-181, і повторне ПЛП-10-25 з тим же трактором. Подрібнюють і змішують мінеральні добрива машиною ИСУ-4, яка приводиться в дію від трактора МТЗ-121. Навантажують фронтальним навантажувачем ПФ-0,75, який змонтований на тракторі МТЗ-121. Добрива перевозять автомобілями ЗИЛ-ММЗ-554. Перевантажують на причепи 1РМГ-4, які транспортуються тракторами, і ними ж вносять.

Оранку зябу проводять плугами ПЛП-6-35, які агрегатуються тракторами Т-181.

Основною відмінністю другої технології від першої і третьої є те, що не планується вносити під кукурудзу органічні добрива.

Весняний обробіток ґрунту направлений на максимальне збереження вологи, створення рихлого дрібногрудочкового шару ґрунту, який забезпечує хороше загортання 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 Т-181, і цими ж зубовими боронами, але в зчіпці СП-16 колісним трактором Т-181.

Перша технологія передбачає спочатку боронування середніми зубовими боронами БЗСС 1 з вісімнадцятиметровою зчіпкою С-18, яка агрегатується гусеничним трактором Т-181М.

По другій технології здійснюється тільки вирівнювання ґрунту агрегатом Т-181М і ВП-8.

Внесення гербіцидів по третій технології проводиться наступним чином. Перевезення води здійснюється автоцистерною АЦ-4,2, яка закріплена на рамі автомобіля ГАЗ-5307. Гербіциди завантажують сільськогосподарською машиною АТ-10 на транспортні засоби. Первозять гербіцид також автомобілями ГАЗ-5307.

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11



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 боронами БЗСС-1. Культиватори з'єднані зчіпкою СП-11 і агрегуються гусеничним трактором Т-181. За другою технологією передпосівна культивування проводиться культиватором УСМК-5,4 з такими ж лапами, який навішують на навісну систему трактора МТЗ-121.

Передпосівна культивування за першою технологією, як описувалось вище, проводиться при заробці гербіцидів тяжкою дисковою бороною БДТ-7,0, яка агрегується трактором К-701.

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.

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

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 ГАЗ-5307. Міндобрива завантажують агрегатом ПГ-0,2, який змонтований на базі трактора Т-25, на тракторні причепи 2ПТС-4, які агрегують ті ж трактори. На поворотних смугах завантажують сівалки, перевіряють норму висіву і проводять посів. Посів проводять сівалками СПЧ-6, УСП-8, які навішують на задню навіску універсальних тракторів МТЗ-121.

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

По першій технології завантажують міндобрива фронтальним завантажувачем ПФ-0,75, що змонтований на тракторі ЮМЗ-6КЛ, на тракторні причепи 2ПТС-4, які транспортуються подібними тракторами МТЗ-121. На зерносховищі мішки з насінням завантажують теж на тракторні причепи 2ПТС-4, які транспортують тракторами ЮМЗ-6КЛ. Навантаження, підвезення і заправка насіння в сівалки здійснюється вручну. Посів проводять навісними пневматичними сівалками УСП-8, які автозчіпкою закріплені на задній навісці універсальних тракторів МТЗ-121. Відразу після посівів проводять прикочування кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6 з'єднаних зчіпкою СП-18, які агрегатуються гусеничним трактором Т-70С.

Транспортування і завантаження сівалок насінням по третій технології проводять автомобільним заправником УЗСА-40 і також сіють пневматичними навісними сівалками УСП-8 і навішують на задню навісну систему трактора МТЗ-121. Для появи дружніх сходів посів відразу прикочують кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6, які з'єднують зчіпкою СП-11 і агрегатують трактором Т-181М.

Як бачимо основною відмінністю у посівній кампанії є те, що по третій технології спостерігається відсутність операції для прикочування посівів, що в певній мірі впливає на схожість насіння.

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 ГАЗ-5307. Завантажувачем ЛТ-10 гербіциди завантажують в бортовий автомобіль ГАЗ-5307. Приготування розчину гербіцидів здійснюється в агрегаті

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

АПР “Темп”, який приводиться в дію від трактора МТЗ-121. Гербіциди вносять штанговим обприскувачем ПОМ-630, який навішують на трактор МТЗ-121. Перше до сходове боронування проводять зубчастими середніми боронами БЗСС-1 з шириною захвату 21 м за допомогою гідрофікованої зчіпки СГ-21, яка агрегатується гусеничним трактором Т-181. 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-121. 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 агрегатує гусеничний трактор Т-181М. Хімічний захист передбачає операції по обробці гербіцидами. 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 Т-181М, і потім заправляють ємкість обприскувача. Страхові гербіциди вносять штанговим обприскувачем ОПШ-15, який транспортує універсально-просапний трактор МТЗ-121. 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-121. І при необхідності роблять міжрядний обробіток таким же агрегатом, що і в першій технології, тобто МТЗ-121 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.

									Арк.
									15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

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.

Збирання кукурудзи в качанах здійснюється самохідним комбайном КСКУ-6 і причіпним КОП-1.4В, який агрегатується трактором Т-181. Качани перевозяться з поля тракторними причепами 2ПТС-4, які транспортуються тракторами МТЗ-121. Не зернову масу перевозять автомобілями ЗИЛ-ММЗ 554. Обробка качанів, після збирання, і завантаження їх в ковшові сховища здійснюється агрегатом ПП-10. Ущільнення силосної маси і її закривання здійснюється агрегатом БН-100А з трактором МТЗ-121.

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 Т-181. 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.

									ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						16

## 2 ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТА КІЛЬКІСНОГО 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.

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:

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

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, зразок якої приведений в додатку. 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 гербіцидів при весняному обробітку шлях комбінування агрегату К-701 + БД-10 + ПОМ-630,

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

планується збільшення врожайності основної продукції до 90 ц/га і побічної до 120 ц/га, а також зменшення енерговитрат.

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” (графу 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:

$$\Omega = 240 \cdot 2 = 480 \text{ га.}$$

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

Дата початку роботи  $D_{п}$  та її тривалість обумовлюється агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури і записується у графі 5 і 6. Для лушення ґрунту ці строки становитимуть: початок роботи – 15.VIII, тривалість роботи – 20 днів.

Роботу агрегатів рекомендується планувати в дві зміни. Тривалість зміни  $T_{зм}$  при цьому повинна становити 7 год, а при роботі з отрутохімікатами – не більше 6 год. При виконанні найбільш важливих і термінових робіт допускається продовжувати робочу зміну до 10 год. Коефіцієнт змінності  $K_{зм}$  (графа 7) підраховують за формулою:

$$K_{зм} = T_{д} / T_{зм} \quad (2.4)$$

де  $T_{д}$  – тривалість роботи агрегату за добу.

В нашому випадку тривалість операції становить  $T_{д} = 14$  год. Тоді,  $K_{зм} = 14/7 = 2$ .

Склад машинно-тракторного парку (марку енергетичного засобу, зчіпки, сільськогосподарської машини, та їх кількість в агрегаті) записують в графі 8, 9 і 10. лушення ґрунту проводять агрегатом К-701 і ЛДГ-20.

Змінну норму виробітку (графа 11) визначають за формулою:

$$W_{зм} = W_{год} \cdot T_{зм} \quad (2.5)$$

Змінна норма виробітку для агрегату для лушення ґрунту становить  $W_{зм} = 59,2$  га [9].

В графу 12 записують витрату палива  $g_{п}$  на одиницю роботи. Витрату палива визначають з типових норм виробітку, або підраховують за формулою:

$$g_{п} = N_{ен} \cdot q_{е} \cdot K_{з} / W_{зм} \quad (2.6)$$

де  $N_{ен}$  – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт;

$q_{е}$  – питома витрата палива двигуном трактора, кг/кВт-год.;

$K_{з}$  – коефіцієнт завантаження двигуна.

Норма витрати технологічних матеріалів їм (органічні та мінеральні добрива, насіння, пестицидів тощо) визначаються агротехнікою вирощування

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>				

сілськогосподарської культури. Ці дані записують в графу 13. Для агрегату лушення стерні 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 заводів-виробників машин. Лушення ґрунту передбачається одним механізатором.

В графу 16 записують значення годинної еталонної продуктивності трактора  $\lambda$ . Трактор К-701 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), підраховують діленням обсягу  $\Omega$  (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  $\Omega$  (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:

$$N_{зм} = \frac{480}{79,2} = 6,1$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначають за формулами:

									ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
										21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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

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

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

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

Операція лушення ґрунту потребує

$$G_{\Pi} = 480 \cdot 3,8 = 1824 \text{ кг} \quad \left| \begin{array}{l} \text{палива.} \end{array} \right.$$

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

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

Затрати праці на лушення ґрунту становлять:

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

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

$$Z_c = Z_{\Pi} \cdot \Omega \quad (2.14)$$

В нашому випадку вони становлять:

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

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

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

Використовуючи цю методику, аналогічно розраховуємо для інших операцій.

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

При складання технологічної карти вибір раціонального складу агрегату здійснювали за методом Каретто, суть якого полягає у виявленні варіантів, що за прийнятими критеріями не мають домінування.

Формування множини Паретто здійснюємо по двом критеріям: продуктивності агрегатів і витратах палива.

Одним із простих методів багатокритеріального вибору є так званий метод наближення до цілі. Його суть полягає в порівнянні  $j$ -го варіанту вихідної множини альтернатив з деяким ідеалізованим варіантом. Для агрегатів по внесенню і загортанні гербіцидів ідеалізований варіант матиме найвищі значення: продуктивності  $W=66$  га/зм, паливної економічності  $f_{\text{п}} = 0,28$  га/кг.

Для кожного  $j$ -го варіанту альтернатив визначається показник віддаленості від ідеалу за формулою:

$$\mu_j = \frac{1}{n} \cdot \left( \sum \cdot \frac{U_{ij}}{U_{oj}} - 1 \right) \quad (2.18)$$

де  $n$  – число критеріїв;

$U_{ij}$  і  $U_{oj}$  – відповідно значення  $i$ -го критерію  $j$ -го та ідеалізованого варіантів.

Так, для першого варіанту за критеріями  $W$  і  $f_{\text{п}}$

$$\mu_1 = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{38,5}{66} + \frac{0,28}{0,28} - 1 \right) = 0,29$$

Інші значення відстані до цілі наведені в таблиці 4.1 з яких видно, що найближчим до ідеального варіанту ( $\mu=0$ ) знаходиться агрегат К-701+ПОМ-630+БД-10.

## 2.2 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.

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

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.

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

### 3 МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ СІВБИ КУКУРУДЗИ

До фізико-механічних властивостей насіння відносяться форма і лінійні розміри, характер поверхні і коефіцієнти тертя, парусність, сипкість, пружність, твердість, гігроскопічність, теплоємність і теплопровідність і ін., а в останні роки враховують такі властивості насіння, як осмотичні й електромагнітні, колір і скловидність. З часом при зміні умов зовнішнього середовища в процесі життєдіяльності насіння змінюються їхні фізико-механічні властивості. Для того щоб врахувати ці зміни при визначенні параметрів робочих органів, користаються статистичними методами.

Прояв тих чи інших фізико-механічних властивостей насіння необхідно досліджувати не тільки в полі гравітаційних сил, але і в полі інших сил, наприклад, електромагнітних, ультразвукових, вібраційних, а також установлювати їхнє поведження при спільному впливі різних силових полів.

Форма і розміри насіння впливають на процеси висипання насіння з отвору бункера, від них залежить вибір типу висіваючого апарата і параметри комірок висіваючих дисків сівалок точного висіву.

У різні періоди окремими дослідниками встановлювалася класифікація форм насіння (табл. 3.1) [ 1 ].

М. М. Ульріх виділяє п'ять типів форм насіння: кулясті, чечевицеподібні, подовжені, трикутні, В. М. Доброхотов – чотири, а О. М. Семенов – шість.

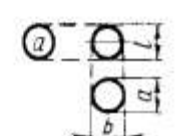
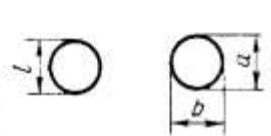
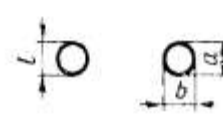
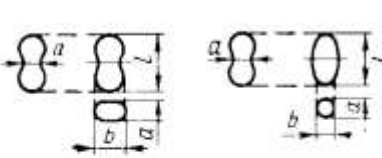
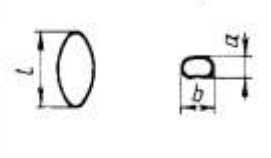
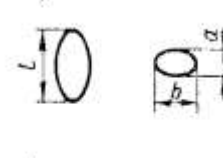
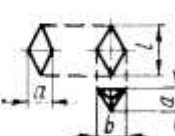

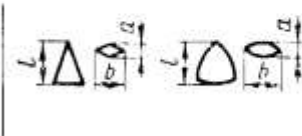


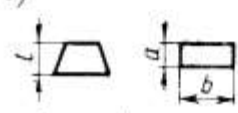
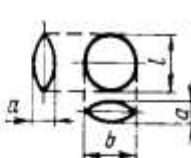
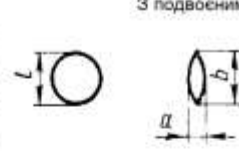
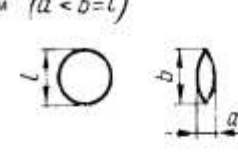
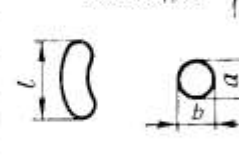
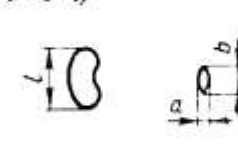
На основі наближення кожного типу насіння до визначеного геометрично правильного тіла розраховують обсяг і бічну поверхню насіння (табл. 3.2) [1].

Коефіцієнт тертя характеризує фрикційні властивості насіння, що виникають у процесі механічного впливу при посіві, збиранні, транспортуванні, зберіганні і переробці і змінюються з плином часу в залежності від стану поверхонь, тиску, тривалості контакту, вологості і швидкості відносного переміщення.

									Арк.
									25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

Таблиця 3.1- Класифікація форми насіння сільськогосподарських культур

Класифікація форм насіння кукурудзи		
по Н.Н. Ульріху	по В.Н. Доброхотову	по А.Н. Семенову

	Шароподібні $(a = b = l)$	
		
	Еліптичні $(a < b < l, a = b < l)$	
		
	Пірамідальні $(a < b < l)$	
		
	Обсічені-пірамідальні $(a < b < l)$	
		
	З подвоєним сигментом $(a < b = l)$	
		
	Бобовоподібні $(a < b = l, a = b < l)$	
		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ

Арк.

26

Таблиця 3.2 - Об'єм та площа бічної поверхні різних форм насіння

Форма насіння	Об'єм, V	Бічна поверхня
Еліпсоїдна	$0,523a b l$	$1,57 l^2 + k b a$ (для пшениці $k = 4,5$ ; для жита і ячменю $k = 4,8$ ; для вівса $k = 5,4$ )
Куляста	$0,52a^3$	$3,14a^3$
Пірамідальна: чотиригранна	$0,2a b l$	$0,78 l^2 + 3,18 b a$
тригранна	$0,118 l^2$	$1,73 l^2$
Усічено-пірамідальна	$L b' a'$	$2[ l (b' + a') + b' a']$
Здвоєно-сегментна	$0,78 l^2 + 0,26 a^2$	$0,57(b^2 + a^2)$
Бобовидна	$0,065(b + a)^3 + 0,786 a b l$	$\frac{1a^2}{2b} + 0,78(b + a)^2$
Примітка. $l$ – довжина, $b$ – ширина, $a$ – товщина зерна; $b'$ , $a'$ – ширина і товщина по середині довжини зерна.		

У табл. 3.3 приведені значення коефіцієнта тертя насіння по різних матеріалах [1].

При відносному переміщенні часток насінного матеріалу виникає тертя між окремими насінинами. Опір тертю насіння у шарі прийнято оцінювати кутом природного скосу, що залежить від вологості насіння. При підвищенні вологості кут природного скосу збільшується, причому в різному ступені для насіння різних культур.

Останнім часом для поліпшення процесу висипання і рівномірної подачі сипучих і несипучих матеріалів широко використовується вібрація і пульсуючий повітряний потік. Під дією вібрації насипка насіння сільськогосподарських культур миттєво розповзається і приймає горизонтальне положення в ємності. Таким чином, кут природного скосу насіння у полі вібраційних сил близький до нуля.

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Кутом природного скосу не завжди можна характеризувати опір відносному переміщенню насіння у масі. Правильніше опір переміщенню насіння під дією вібрації в «киплячому» шарі, у полі пульсуючого пневматичного потоку оцінювати, як і для рідини, в'язкістю середовища.

Коефіцієнт відновлення при ударі характеризує пружні властивості насіння. Удар у робочих органах спостерігається при різних процесах: у зернових сівалках – при русі насіння по сім'япроводах і падінні на дно борозни, у просапних сівалках – при роботі відсікачів і виштовхувачів, у процесі гніздоутворення і т.д. У зв'язку з цим вивчення властивостей насіння при ударі має велике значення для розрахунку робочих органів сівалок.

Під коефіцієнтом відновлення розуміють відношення модуля швидкості взаємного віддалення центрів ваги тіл після удару до модуля швидкості їхнього зближення до удару в проекції на загальну нормаль до поверхні тіл у точці дотику. Цю нормаль називається лінією удару.

Таблиця 3.3 - Коефіцієнт тертя насіння по деяким матеріалам

Матеріал	Коефіцієнт тертя				
	Кукурудза	Пшениця	Ячмінь	Диня	Гарбуз
Залізо листо́ве	0,42	0,36	0,38	0,3-0,4	0,3-0,4
Чавун сірий	0,39	0,43	0,41	-	-
Гума гладка	0,50	0,43	0,51	-	-
Тканина прогумована	0,52	0,48	0,51	-	-
Плексиглас	-	-	-	0,29-0,33	0,340,36

При прямому і косому ударі (без обліку тертя) коефіцієнт відновлення

$$k = \frac{u_n}{v_n}, \quad (3.1)$$

де  $u_n$  і  $v_n$  – нормальні складові швидкостей тіл після і до удару.

Тангенціальні складові ( $u_\tau$  і  $v_\tau$ ) швидкостей  $u$  і  $v$  при цьому рівні. Так як  $v_\tau = v_n \operatorname{tg} \alpha$ , а  $u_n = u_n \operatorname{tg} \beta$ , де  $\alpha$  і  $\beta$  – кути падіння і відображення відповідно, можна записати

$$k = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}. \quad (3.2)$$

Так як  $k < 1$ , то  $\alpha < \beta$ , тобто кут падіння завжди менше кута відображення.

При косому ударі тіл з урахуванням тертя тангенціальні складові швидкостей неоднакові, тобто  $v_\tau \neq u_\tau$ . Для характеристики цього удару прийнятий коефіцієнт миттєвого тертя  $e$  обумовлений відношенням абсолютних значень тангенціальних складових швидкості після і до удару

$$e = \frac{u_\tau}{v_\tau} = \frac{u_n \operatorname{tg} \beta}{v_n \operatorname{tg} \alpha} = k \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (3.3)$$

Тоді,

$$k = e \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}. \quad (3.4)$$

Детальне дослідження коефіцієнтів відновлення і миттєвого тертя зерна при ударі виконане С. Д. Птіциним.

Коефіцієнт відновлення варіює в широких межах при конкретних умовах досліду. Так, за даними С. Д. Птіцина [1], насіння гороху «Капітал» при вологості 23% і діаметрі зерен 6 – 6,25 мм мали значення  $k = 0,30 – 0,42$ .

Показові досліди по визначенню коефіцієнта  $k$  з однієї і тією ж горошиною, при яких отриманий наступний розподіл: 7% випадків  $k = 0,485 – 0,5$ ; 38% –  $k = 0,5 – 0,515$ ; 46% –  $k = 0,515 – 0,530$  і 9% –  $k = 0,530 – 0,545$ .

Міцність насіння визначають, виходячи з навантажень, що викликають травмування їх зі зниженням схожості і врожайності, а не з граничних навантажень чи роботи на руйнування.

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

Причинами зниження польової схожості насіння при їхньому травмуванні як показали дослідження О. П. Под'япольської, А. Н. Арєпіна, А. І. Науменко, Є. Г. Галай, А. І. Пугачова, А. П. Новожилова та ін., є проникання ґрунтової мікрофлори до внутрішніх тканин зерна через своєрідні “ворота” в місцях механічних ушкоджень і розкладання зерна під їх впливом.

Травмування насіння завдає великої шкоди народному господарству: при посіві травмованого насіння врожай кукурудзи, озимої і ярої пшениці знижується в 2 – 2,5 рази [ 1 ].

З огляду на особливості посівного матеріалу (на відміну від об'єктів неживої природи) травмування зовнішніми впливами можна розділити на механічні, температурні, хімічні, фізичні, біологічні ушкодження.

Ці ушкодження мають місце при порушенні чи режиму недосконалості робочих органів (наприклад, якщо молотильний пристрій комбайна відрегульований без врахування зміни вологості маси, що обмолочується, якщо порушене настроювання висіваючого апарата сівалок), при порушенні режиму сушіння (завищена температура теплоносія при збільшеній вологості зерна) і режиму збереження; при великих нормах припосівного внесення мінеральних добрив без ґрунтового прошарку чи при недостатній вологості ґрунту; при порушенні режиму обробки насіння для стимулювання проростання рентгенівськими променями і іншими способами; при ушкодженні шкідниками (комірним, рисовими і кукурудзяними довгоносиками, хлібними і зерновими точильниками, кісточковим сім'яїдом, зерновою міллю й ін.); при враженні хворобами.

Відомо багато методів визначення травмування насіння: за допомогою бінокулярної лупи зі збільшенням у 10-20 разів, шляхом замочування в 50%- ному розчині сірчаної кислоти, у розчині формаліну, а потім пророщення насіння; люмінесцентний метод, заснований на принципі відбитих і поглинених променів і ін. Для розрахунку елементів конструкції висіваючих апаратів важливо знати

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

граничні навантаження на насіння, при яких ще не знижується їхня схожість. На рис.3.1. приведені графіки зміни схожості насіння від стискаючих навантажень.

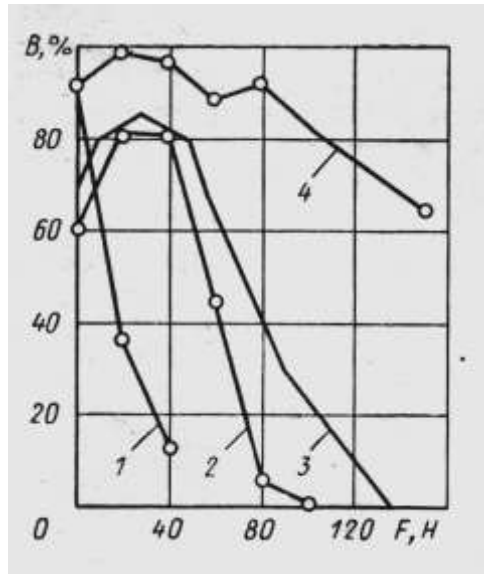


Рисунок 3.1- Залежність лабораторної схожості від стискаючого навантаження на насінину: 1 – кукурудза ( у вертикальному положенні); 2 – бавовник; 3 – соя; 4 – кукурудза в горизонтальному положенні.

Для насіння бавовнику граничним навантаженням є зусилля 49 Н, для кукурудзи, незважаючи на розходження схожості від місця прикладання навантаження, можна прийняти 49-59 Н, тому що з усіляких положень, що може займати насіння під час прикладання навантаження, вертикальне (найменш стійке і по найменшій площі в перетині) буде мати малу ймовірність. Таким чином, технологічні властивості насіння є основою при встановленні висіву, розробки способів посіву і розрахунку елементів конструкцій робочих органів.

Точний висів передбачає однозернове рівномірне по довжині рядка розміщення в ґрунті насіння культури, що висівається, на глибині, що забезпечує найбільш сприятливі умови для їхнього проростання і виходу паростків на поверхню. Мета точного посіву — одержати рівномірно розміщені по площі поля рослини, які у цьому випадку розвиваються щонайкраще. За інших

рівних умов завдяки точному висіву забезпечується економія насіння і підвищення врожайності.

Технологічний процес, що виконується сівалкою точного висіву, являє собою в загальному випадку претворення сукупності випадковим чином розташованих у технологічній місткості насіння в упорядковану не випадкову їхню послідовність і розміщення в ґрунті з заданим інтервалом. З огляду на ймовірносний характер фізико-механічних властивостей насіння і ґрунту, погрішності в роботі технічної системи по забезпеченню висіву, характеристикам розміщення насіння і рослин властиві статистичні властивості. Дійсно, розподіл інтервалів між насінинами, між рослинами після появи сходів носить яскраво виражений статистичний характер. Тому для математичного опису інтервалів між насінинами і рослинами, аналізу і синтезу технологічного процесу і параметрів висіваючих апаратів необхідні методи теорії ймовірностей і математичної статистики.

Для просапних або культур, що висіваються рядковим способом, розміщення насіння або рослин у рядку досить повно характеризується інтервалом між сусідніми в рядку насінинами або рослинами. Так, як це величина випадкова, для опису її статистичних властивостей використовують математичне очікування  $\mu$ , середньоквадратичне відхилення  $\sigma$ , коефіцієнт варіації  $V$ , фактичні значення яких, як правило, є невідомими величинами. Тому при аналізі параметрів точного висіву і сівалок точного посіву ці величини визначають за результатами експерименту.

#### Висновки

Фізико-механічні властивості насіння є базовими вихідними даними при проектуванні, розрахунку та оптимізації робочих органів посівних машин, зокрема висівних апаратів.

Точний висів передбачає дискретне ( поодиначне ) відбирання насіння з місткості, передачу їх до сошника з наступним вкладанням дно борозни.

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

## 4 ОГЛЯД МАШИН ДЛЯ СІВБИ КУКУРУДЗИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРОБКИ ЗЧПКИ

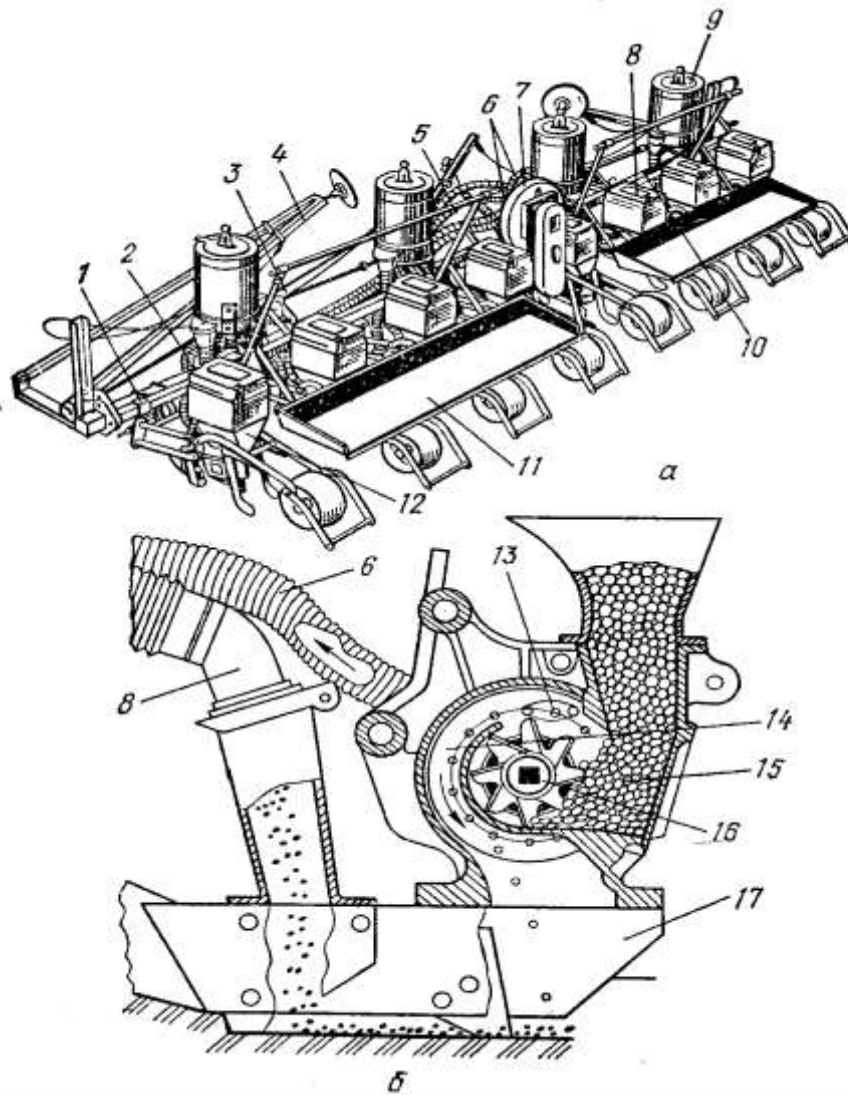
Найбільш поширеними сівалками для сівби кукурудзи в Україні є універсальні пневматичні сівалки типу УСП. У відповідності до рядності комплексу машин для вирощування і збирання кукурудзи використовуються сівалки УСП-8 і УСП-12.

Сівалка УСП – 8 (рис.4.1,а) складається з рами 1, що уявляє собою просторову ферму, на якій установлені чотири правих і чотири лівих секції 12, що включають у себе підвіску, сошники і висіваючі апарати; вентилятора 7 відцентрового типу з гідравлічним приводом, дискових туковисіваючих апаратів 9; опорно-приводних коліс 2 з механізмом передач; підніжок 11; маркерів 4. На сівалці УСП – 8 встановлено вісім, а на сівалці УСП – 6 шість посівних секцій. У кожен секцію входять механізм передач руху висівному дискові, висівний апарат (рис. 4.1,б), сошник 17 з механізмом регулювання ходу у вигляді куліси, бункер для насіння, прикочуюче колесо, шлейф, загортачі, паралелограмна підвіска для з'єднання секції з кронштейном. Пневматичний висівний апарат складається із забірної камери 15, висівного диска 14, та скидаючої вилки 13, яка забезпечує однозерновий висів.

Сівалка оснащена приладом контролю рівня насіння у бункерах. Вітчизняні сівалки для посіву кукурудзи УСП-6, УСП-8, УСП-8А, СКПП-12, УСП-12 мають однаковий пневматичний висівний апарат і відрізняються рядністю і способом загортання висіяного насіння.

У сівалок УСП-8, УСП-8-01, УСП-8А, УСП-12 загортаючий робочий орган являє собою дві полиці, що присипають насіння ґрунтом, опорне колесо і шлейф-рамка. У просапної сівалок СКПП-12 загортаючий робочий орган виконано у виді дводискового сошника і V-подібного прикочуючого котка, що забезпечує формування ґрунтового горбика над засіяним рядком.

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				



а – загальний вид; б – схема технологічного процесу

1 – рама; 2 – опорно-приводне колесо; 3 – кронштейн; 4 – маркер; 5 – замок; 6 – повітропроводи; 7 – вентилятор; 8 – тукопровід; 9 – туковисіваючі апарати; 10 – чистик; 11 – підніжка; 12 – секція; 13 – скидаюча вилка; 14 – висіваючий диск; 15 – забірна камера; 16 – зворушувач; 17 – сошник.

Рисунок 4.1- Сівалка УСП-8

Серійні сівалки закордонного виробництва подані широким набором машин США, Німеччини, Франції й інших країн. Певне поширення в Україні

										Арк.
										34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ					

одержала сівалка американського виробництва Kinze-2000 (Джон-Дір М-7100). Ця машина призначена для посіву просапних культур: кукурудза, соняшник, сорго, соя й ін. Машина обладнана механічним апаратом ложкового типу, що приводиться від опорних коліс, дисковими сошниками і V-подібними прикочуючими котками. За бажанням користувача сівалка може виконувати посів просапних культур у непідготовлений ґрунт. З цією метою машина обладнується дисковими гофрованими ножами для попереднього нарізування борозни під прохід дводискового сошника. Також за бажанням користувача в комплект машини може входити пристрій для внесення гранульованих гербіцидів ґрунтової дії. Машина завдяки особливостям висівачого апарату забезпечує розподіл насіння, що цілком відповідає агротехнічним вимогам. Робоча швидкість машини близько 11 км/год, у 12-ти рядковому виконанні сівалка Kinze-2000 агрегатується з тракторами Т-181, ХТЗ-17021, ХТЗ-16031, ХТЗ-120/121, Т-181, ЛТЗ-155.

Сівалка фірми «Accord» (Німеччина) по конструкції висівного апарату, приводу робочих органів, загортаючим робочим органам аналогічна вітчизняним просапним сівалкам.

Сівалка “Мультикорн” (фірми Франц Кляйне, Німеччина) обладнана пневматичним висівним апаратом із розподільним диском великого розміру. Це дозволило зменшити швидкість його обертання, а отже, час заповнення диска насінням збільшився. Це забезпечує посів без пропусків і без порожніх гнізд.

У Німеччині для посіву кукурудзи використовують сівалки точного висіву. Виготовленням однозернових просапних сівалок у країні займається 10 фірм. Переважна більшість сівалок оснащена пневматичними висівними апаратами, із приводом від вала відбору потужності трактора. Для підвищення рівномірності розподілу насіння по площі живлення проведені дослідження по висіву кукурудзи в здвоєні рядки. Велику увагу німецькі фірми, що виробляють просапні сівалки, приділяють різним електронним пристроям. Наприклад, глибина борозни для

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

закладання насіння контролюється ультразвуком. Електронні пристрої інформують водія агрегату про параметри і порушення технологічного процесу.

За даними наукових досліджень Німеччини, просапні сівалки з пневматичним висіваючим апаратом, забезпечують 98%-ную точність розподілу насіння при робочих швидкостях посівного агрегату до 8 км/ч. Особливо підкреслюється, що досить висока точність розміщення рослин досягається при висіві дражованого насіння. Одна з найважливіших передумов роботи однозернових сівалок і комбінованих агрегатів - підготовка ложа і сівба за один прохід ( попереднє просихання ґрунту на глибину сівби - 4...6 см).

Поряд з пневматичними сівалками, що працюють на принципі присмоктування насіння (вакуумний висівний апарат), у Німеччині виробляють сівалки з висіваючими апаратами, де з комірок зайве насіння кукурудзи видують стиснутим повітрям. Глибина загортання насіння в ґрунт на деяких сівалках устанавлюється безступінчасто, у ряду машин є 14-36 рівнів регулювання глибини загортання насіння у ґрунт.

Фірма «Уінздан маннор фарм » (Великобританія) виробляє сівалки з механічним висівним апаратом ложкового типу. При його роботі диск обертається між парою стаціонарних щіток. Щітки утримують у ложечках по одному зерну до моменту подачі їх у насіннепровід.

По патенту № 841143746 (Франція) запропоновано конструкцію ґрунтоущільнюючого устаткування, що встановлюється перед сошниками сівалки. Ущільнюючі котки на ґрунті утворюють смуги ущільненого ґрунту. Ширина їх дещо перевищує ширину борозни. За результатами наукових досліджень, ущільнення смуги у відмінності від суцільного поліпшує умови розвитку культурних рослин.

Для підвищення продуктивності посівних агрегатів канадська компанія «Кінз» розробила зчіпку для просапних сівалок, що дозволяє протягом декількох секунд переводити машину з кабіни трактора в транспортне положення або в робоче.

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Зчіпка дозволяє агрегувати 8-ми рядні серійні просапні сівалки в 16-ти і 24-ти рядні агрегати. При цьому ширина в далекому транспорті не перевищує 4 м.

Американська фірма «Кінзе MFR-Ко» виробляє широкозахватні посівні машини. Серед них є 24 і 32 рядні просапні сівалки. Наприклад, ширина захвату 24-ти рядної сівалки 18,8 м, робоча швидкість 9,7...11,3 км/год, продуктивність 14,2 га в годину експлуатаційного часу.

Фірма «International Harvester» (США) запропонувала просапну сівалку з пневматичним висіваючим апаратом. Машина забезпечує якісне розміщення насіння у рядку при робочій швидкості до 12,8 км/год.

Нова комбінована сівалка фірми Amazone, що виробляється у Великобританії, дозволяє в однім проході агрегата виконати передпосівну обробку ґрунту, сівбу і прикочування. Енергоємність цього агрегату складає біля 30 к. с. на 1 метр ширини захвату.

Ряд фірм США виробляють різні види сівалок для гребневого посіву кукурудзи. Цей спосіб посіву, на думку американських дослідників, дозволяє знизити продуктивні витрати за рахунок виключення осінньої і весняної глибокої обробки ґрунту.

Значний інтерес у плані створення оптимальних умов для одержання сходів і наступного росту і розвитку культурних рослин, є посів під плівку. Фізичний зміст явища посіву кукурудзи під плівку полягає в тому, що на полі в залежності від густоти посіву на плівці є перфорація для виходу на поверхню рослин. Бур'яни не мають можливості для росту (хоча сходи можуть з'явитися). Таким чином, першою перевагою такого способу посіву є безгербіцидність технології. За рахунок створення парникового ефекту є можливість провести посів теплолюбної кукурудзи на 10...12 раніше. Ощадлива витрата ґрунтової вологи в умовах посухи сприяє одержанню стабільних врожаїв зерна. Однак, складність сівалки, додаткові витрати на плівку, у порівнянні зі звичайним посівом, не завжди додаткові витрати на сівбу під плівку виправдовуються збільшенням врожайності.

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

Французька фірма «Huard» виробляє просапну сівалку такої ж назви для посіву кукурудзи під плівку в 2-х і 4-х рядному виконанні масою відповідно 950 і 1575 кг, які агрегуються з тракторами потужністю двигунів 60 і 80 к.с.

За даними французьких досліджень, застосування способу посіву під плівку прискорює дозрівання рослин кукурудзи на три тижні.

Наприкінці ХХ сторіччя в інституті зернового господарства УААН проводили випробування способу посіву кукурудзи під плівку і сівалки «Huard». Процес роботи сівалки проходить наступним чином. Перед сівалкою, яку начіплено на задню гідроначіпку колісного трактора, на валі закріплений рулон із плівкою. Перед першим проходом посівного агрегату протягують під сівалкою полотно плівки і закріплюють його на ґрунті. Опускають машину і починають рух. Висіваючий апарат дозує насіння кукурудзи і через насіннепровід подає їх до сошника-перфоратора. Останній пробиває отвір у плівці і загортає насіння в ґрунт. В кінці гону по команді з кабіни трактора ніж відрізає плівку. Далі процес повторюється.

Польові експерименти ІЗГ УААН підтвердили агровимоги до посіву під плівкою. Однак, недостатня якість плівки (не повне її розкладання під впливом сонячної радіації), висока вартість машини, надзвичайно низька продуктивність агрегату не дозволили видати рекомендації для практичного впровадження цього способу посіву кукурудзи.

#### 4.2 Обґрунтування необхідності розробки напівначіпної зчіпки

Технології механізованого вирощування кукурудзи передбачають використання широкозахватних агрегатів для виконання таких технологічних операцій, як підготовка ґрунту та догляд за посівами, які дозволяють збільшити продуктивність праці в 1,5...1,8 рази та зменшити кількість механізаторів, зайнятих на вирощуванні. Проте для сівби кукурудзи здебільшого використовуються 6 або 8 рядні сівалки СПЧ-6, УСП-8. Для сівби кукурудзи

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

промисловість випускає 12 рядні сівалки УСП-12, СКПП-12, які агрегуються з тракторами тягового класу 30 кН. Агрегування 12 рядних сівалок з тракторами Т-181, Т-153 не дозволяє оптимально завантажити двигун трактора. Ступінь використання потужності двигуна не перевищує 50 %, а це як відомо призводить до перевитрат палива і зменшенню продуктивності. Завантажити двигун трактора можливо шляхом приєднання до нього декількох робочих машин. Для цього використовують проміжну ланку - зчіпний пристрій, або, як ще говорять, зчіпку.

Основне призначення зчіпки передача робочим машинам тяги трактора. Крім того, зчіпка може виконувати й інші функції: бути опорою для машин і пристроїв для передачі потужності.

Будь яка конструкція зчіпного пристрою повинна забезпечувати нормальну роботу машин, а кількість робочих машин в зчіпці повинна забезпечувати оптимальне завантаження двигуна трактора.

За будовою зчіпки ділять на дві групи:

- універсальні для приєднання різноманітних симетричних машин (борони, культиватори, сівалки тощо); ці зчіпки мають фронтальний тяговий брус, який і служить для приєднання машин в один або два ряди;

- спеціальні – для комплектування несиметричних машин; схеми конструкцій спеціальних зчіпок різноманітні, але у більшості з них відсутній фронтальний тяговий брус (рис. 4.2,а), а машини ідуть уступом одна за іншою.

Універсальні зчіпки за способом приєднання до трактора бувають причіпними, начіпними і напівначіпними.

В причіпних зчіпках (рис. 4.2,д) тяговий брус опирається на колеса і складається із ланок, з'єднаних шарнірно, що дає можливість пристосовуватися до рельєфу місцевості. Найбільш поширеними зчіпками, які використовуються для комплектування багатосівалкових агрегатів є СП-11 і СП-16. Технічні характеристики цих зчіпок приведені в табл. 4.1.

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Зчіпка СП-11 (рис. 4.3) використовується при комплектуванні дво- і трьох причіпних сівалок. Агрегатується такий агрегат з тракторами класу 2 або 3.

Основними вузлами зчіпки СП-11 є сниця, брус, приставки, опорні колеса, розкоси, розтяжки, кутник і маслопроводи. Зчіпка комплектується подовжувачем і маркером.

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики зчіпок для приєднання причіпних сівалок

Показники	СП-11	СП-16
Кількість сівалок, які можна агрегувати із зчіпкою	2;3	3;4
Ширина захвату агрегату, м	7,2;10,8	10,8;14,4
Маса зчіпки, кг	840	1800
Габаритні розміри (без маркерів) в робочому стані, м:		
висота	0,83	1,17
довжина	3,40	6,0
ширина	7,30	13,90
Кількість опорних коліс	3	6
Ширина колії, м	3,6-7,0	1,4-2,0
Виліт маркера відносно середини агрегату при роботі з трьома сівалками, м:		
лівий	11,58	11,5
правий	10,99	10,32
Виліт маркера відносно середини агрегату при роботі з чотирма сівалками, м:		
лівий		15,18
правий		14,03
Маса маркера, кг	235	460

Брус зчіпки виготовлений із трьох частин – центральної і двох приставок, які з'єднанні між собою болтами і фланцями. Приставки з'єднанні з сницею двома

						ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			40



Зчіпка складається з центральної і двох бокових секцій. В комплект її входить маркер і два подовжувача.

Центральна секція зчіпки опирається на два пневматичних колеса. Третьою точкою опори її в робочому положенні є причіпний пристрій трактора, в неробочому – спеціальна підставка.

З боків до центральної секції шарнірно прикріплені права і ліва бокові секції, які зовнішніми кінцями опираються на два самоорієнтовних колеса. Завдяки шарнірному з'єднанню секцій забезпечується копіювання зчіпкою поверхні поля.

На рамі секцій змонтовані маслопроводи для підключення чотирьох гідроциліндрів.

На кожній боковій секції є кронштейни для кріплення лівого і правого крила маркера. Обидва крила маркера однакової конструкції і включають підйомну штангу, проміжні опорні колеса і висувні труби з маркерними дисками на кінцях. Принцип роботи маркера такий же, як і у зчіпки СП-11.

При сівбі зернових стерньовими або пресовими сівалками комплектують шеренгові агрегати, в яких сівалки розташовані в один ряд, а при використанні сівалок СЗ-3,6 або їх модифікацій – ешелоновані, з шаховим розташуванням сівалок.

Шеренгові агрегати більше маневрені, ніж ешелоновані, зручніші при технологічному обслуговуванні, забезпечують високу якість сівби за рахунок ліпшої стійкості при русі і стабільності стикових міжрядь. При складанні шеренгових агрегатів сівалки прикріплюють до бруса сівалки (рис.3.10 а) і з'єднують між собою при допомозі спеціальних шарнірів. Для стійкої роботи агрегату сівалки приєднують до зчіпки симетрично лінії тяги. При цьому відхилення стикових міжрядь сусідніх сівалок не повинно перевищувати 2 см.

При складанні ешелонованих агрегатів сівалки заднього ряду приєднуються до зчіпки при допомозі подовжувачів. Щоб не було огріхів між проходами сівалок, ширина стикових міжрядь має бути такою ж, як і основних. Проте практично витримати цю умову не вдається, тому що сівалки в ешелонованому агрегаті ідуть

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

менш стійко і на полях з нерівним рельєфом з'являються не засіяні смуги (огріхи). Тому при складанні ешелонованих агрегатів сівалки приєднують до зчіпки з перекриттям до 0,3 м. Такі ж приблизно перекриття витримують при водінні агрегатів між їх суміжними проходами, проте, при цьому біля 8 % площі поля буде засіяно подвійною нормою насіння і добрив. В результаті перевитрати посівного матеріалу, а загущенні в рядках, які перекриваються, рослини не дають повноцінного врожаю.

До недоліків причіпних зчіпок необхідно віднести наступне. Значна нестійкість ходу в горизонтальній площині не дозволяє використовувати їх для комплектування посівних агрегатів для сівби просапних культур. Крім того, зазначені зчіпки непридатні для агрегування начіпних машин.

Начіпні зчіпки (рис. 4.1, б, в) використовуються для комплектування агрегатів з невеликою шириною захвату. Оскільки вони не можуть копіювати рельєф поля і в зв'язку з цим можуть бути використанні лише на вирівняних полях.

В напівначіпних зчіпках (рис. 4.1, г) тяговий брус має шарніри і одним кінцем опирається на раму трактора, а іншим на опорне колесо. А тому такі зчіпки задовільно копіюють рельєф, ніж начіпні. Проте такі зчіпки більш металоємні.

Виходячи із вищезазначеного в проекті пропонується конструкція напівначіпної гідрофікованої зчіпки до гусеничних тракторів Т-181, Т-153, яка дозволяє агрегувати три сівалки СПЧ-6, УСП-8 або ССТ-12. Бокові начіпні механізми цих зчіпок аналогічні тракторним, а приєднувальні елементи (поздовжні і центральна тяги, розкоси тощо) повністю уніфіковані.

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

## 5 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СІВАЛКИ

### 5.1 Розрахунок висівних апаратів

Для визначення сил і швидкостей, що діють на насіння в момент його виходу з комірок викреслюємо розрахункову схему (рис. 5.1).

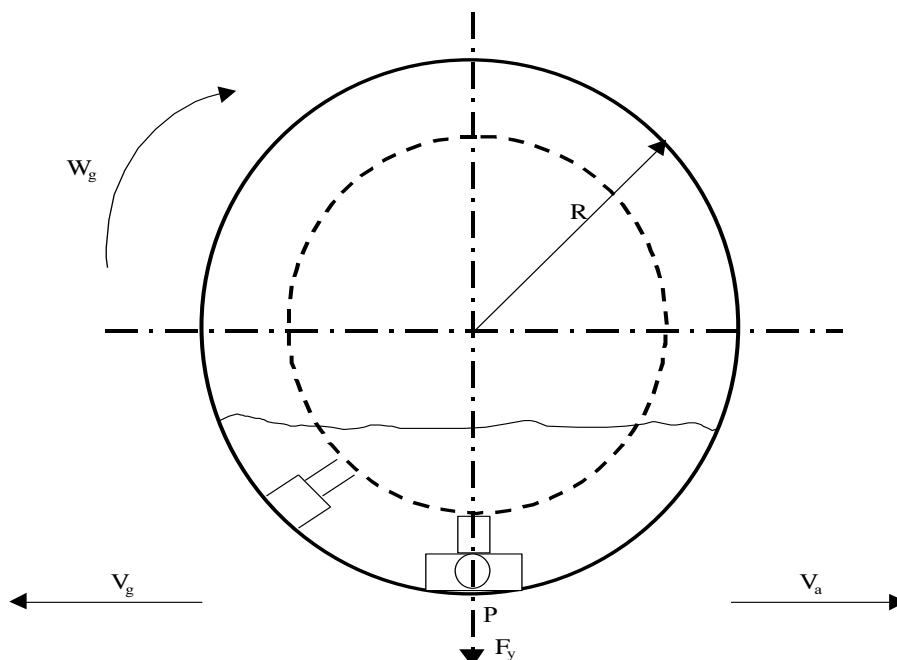


Рисунок 5.1- Схема сил і швидкостей, що діють на насіння в момент його викиду з комірки.

В момент виходу насіння з комірки на нього діє сила тяжіння і відцентрова сила (силою тертя можна знехтувати). Силу тяжіння визначаємо за формулою:

$$P = Mg \quad (5.1)$$

де  $P$  – сила тяжіння, Н;

$M$  – маса насіння, кг;

$g$  – прискорення вільного падіння,

Відцентрова сила при цьому буде рівна:

$$F_y = M\omega^2 R, \quad (5.2)$$

де  $F_y$  – відцентрова сила, Н;

$M$  – маса насіння, кг;

$\omega$  – кутова швидкість,  $c^{-1}$ ,

						ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			44

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

$n_d$  – частота обертання висіваючого диска, хв.<sup>-1</sup>;

$R$  – радіус висіваючого диска, м.

З аналізу (4.1) і (4.2) 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.

Розроблений пневматичний висіваючий апарат встановлюється на посівну секцію сівалки вітчизняного виробництва УСП – 8.

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]:

$$N = \frac{10^4}{aa_1}, \quad (5.3)$$

де  $N$  – норма висіву насіння, шт/га;

$a$  – ширина міжрядь, м;

						ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			45

$a_1$  – 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:

$$N = \frac{V_m}{a_1} \quad (5.4)$$

де  $N$  – кількість насінин, яке має подавати висіваючий 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 висіваючого диска має бути в межах 160 ... 220 мм, приймаємо діаметр диску рівним 210 мм, а кількість комірок на диску - 12.

Частоту обертання висіваючого диска визначаємо за формулою:

$$n_d = \frac{60V_m}{a_1 Z}, \quad (5.5)$$

де  $Z$  – кількість комірок на висіваючому 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 висіваючого апарату за один оберт висіваючого диска сівалки проходить шлях:

$$S = \frac{\pi D}{i_d}, \quad (5.6)$$

де  $D$  – діаметр висіваючого диска, м;

$i_d$  – передаточне відношення.

									Арк.
									46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

Передаточне відношення визначаємо по формулі

$$i_d = \frac{n_k}{n_d}, \quad (5.7)$$

де  $n_k$  – частота обертання ходового колеса.

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

$$n_k = \frac{30V_M}{\pi R_k}, \quad (5.8)$$

де  $R_k$  – радіус опорно-приводного колеса, м. У сівалки СПН-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 висівного 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  $\Delta P$  за формулою [12]:

$$P = K \Delta P S, \quad (5.9)$$

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

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

Розрідження  $\Delta P$  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]:

$$P = 32,2 \text{ мг}, \quad (5.10)$$

де  $m$  – маса однієї насінини кукурудзи, кг;

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

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

Тоді, величина розрідження становить

$$\Delta P = \frac{P}{KS_1}, \quad (5.11)$$

Площа отвору дорівнює

$$S_1 = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (5.12)$$

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]:

$$V = \alpha \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}, \quad (5.13)$$

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

$\rho$  - густина повітря,  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>.

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

Загальні витрати повітря визначаємо за формулою [13]:

$$Q = K_n VS_1 N n_c, \quad (5.14)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт присмоктування,  $K_n = 0,8$ .

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

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

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$H_T = \frac{\Delta P}{\eta_n}, \quad (5.15)$$

де  $\eta_n$  – коефіцієнт корисної дії вентилятора,  $\eta_n = 0,6$ .

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

Потужність приводу визначаємо за формулою

$$N_{пр} = \frac{QH_T}{\eta_{пр}}, \quad (5.16)$$

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 гідродвигун.

#### 4.2 Розрахунок на міцність вісі опорного колеса посівної секції

В 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. 5.2), навантажуюмо її відомими силами, які викликають згин осі і визначаємо згинаючі моменти.

Матеріал осі – сталь 40Х з тимчасовим опором розриву  $\sigma_{вр} = 950 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ .

Межа витривалості  $\sigma_1 = 350 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ .

Визначаємо діаметр осі в місцях дії сил за формулою [14]:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_A}{0,1K[\sigma]}}, \quad (5.17)$$

де  $M_A$  – згинаючий момент в точці А, Н/м;

$K$  – коефіцієнт, що враховує наявність концентрації напруг, викликаних тугою посадкою на вісь внутрішнього кільця підшипника;

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

$[\sigma]$  – допустима напруга на згин осі для попередніх розрахунків.

По ГОСТ 6636-60 приймаємо найближчий діаметр  $d = 30$  мм.

В точці В вісь буде мати той же діаметр із-за дії однакових згинаючих моментів.

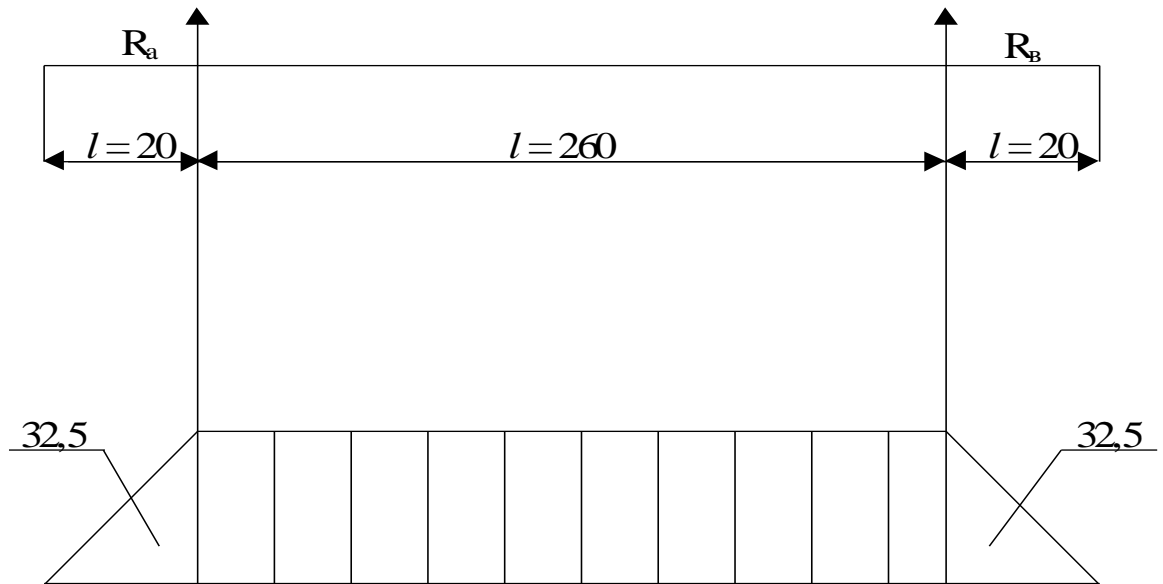


Рисунок 5.2- Схема до визначення згинаючих моментів

Визначаємо для осі найменший допустимий запас стійкості [14]:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (5.18)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт, який враховує ступінь відповідальності деталі,  $K_1 = 1,3$ ;

$K_2$  – коефіцієнт, що враховує точність визначення розрахункових навантажень,  
 $K_2 = 1,1$ ;

$K_3$  – 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  $\sigma_{вр} = 950 \cdot 10^6$  н/м<sup>2</sup>, знаходимо  $k_\sigma = 1,95$ . Значення масштабного фактора при згині для вала діаметром  $d = 30$  мм  $\epsilon_\sigma = 0,88$ , тоді знаходимо коефіцієнт [14]

										Арк.
										50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ					

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

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

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \cdot \sigma_n}, \quad (5.19)$$

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

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

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.

*Розрахунок ланцюгової передачі приводу висівного диска.* Ланцюгова передача є останньою сходинкою приводу висівного диска. Вибираємо число

						ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			51

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

$$Z_2 = \frac{Z_1}{I}, \quad (5.20)$$

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]:

$$K_3 = K_d \cdot K_A \cdot K_H \cdot K_P \cdot K_C \cdot K_n, \quad (5.21)$$

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  $60^\circ$   $K_H = 1$  (в нашому випадку нахил становить  $30^\circ$ );

$K_P$  – коефіцієнт, який враховує спосіб регулювання натягу ланцюга. Оскільки натяг виконується натяжним роликом, 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  $K_n = 1$ .

$$\text{Тоді,} \quad K = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,875$$

Крок ланцюга попередньо визначаємо за формулою [14]:

$$t \geq 2,8 \sqrt{\frac{MK_3}{Z_1[P]K}}, \quad (5.22)$$

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

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

$$[P] = 34 \text{ н/мм}^2.$$

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

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

Вибираємо ланцюг з  $t = 15,875$  мм. Умовне позначення приводного роликів однорядного ланцюга з кроком  $t = 15,875$  мм. Ланцюг ПР – 15,875 – 2300 ГОСТ 10947-64. 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]:

$$V = \frac{Z_1 t n_3}{60 \cdot 10^3} \quad (5.23)$$

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

Середній тиск на шарнірі визначаємо за формулою

$$P = \frac{P_y \cdot K_{\text{э}}}{F}, \quad (5.24)$$

де  $F$  – площа проекція опорної поверхні шарніра,  $\text{мм}^2$

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

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

Зусилля від провисання ланцюга становитиме [14]:

$$P_f = K_f \cdot q \cdot A_y, \quad (5.25)$$

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

$$P_v = q V^2 \quad (5.26)$$

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

Коефіцієнт запасу стійкості визначаємо за формулою [14]:

									ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						53

$$n = \frac{Q}{R_g \cdot P_y + Pf}, \quad (5.27)$$

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

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

## 6 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СІВБИ КУКУРУДЗИ

*Характеристика умов роботи.:*

Площа плантації	200 га;
Довжина гону	1000 м;
Тип ґрунту	чорнозем важкосуглинистий;
Питомий опір	65...71 кПа;
Рельєф поля, схил	2 грд.

Поле підготовлене для посіву кукурудзи, проведено раннє весняне боронування, передпосівна культивуація.

*Агротехнічні вимоги до сівби*. Сівалка повинна забезпечувати висів каліброваного і не каліброваного насіння кукурудзи з нормою висіву 65...75 тис. шт/га.

Відхилення від заданої норми висіву не повинно перевищувати  $\pm 3\%$ .

Сівалка не повинна травмувати насіння, повинна забезпечувати загортання насіння на задану глибину з відхиленням не більш  $\pm 1$  см. Сівалка повинна розподіляти насіння по довжині рядка рівномірно. Нерівномірність не повинна перевищувати  $\pm 20\%$  і в заданий інтервал повинно вкладатися не менше 85 % насінин.

Висіаний рядок повинен бути ущільнений. Наявність незагорнутого насіння не допускається.

Відхилення ширини стикових міжрядь від основних не більше 0,05 м.

*Підбір і розрахунок складу агрегату*. Для агрегування трьох сівалок УСП-8 використовуємо напівначіпну зчіпку, яку агрегує трактор Т-181. Оптимальною агротехнічною швидкістю руху при сівбі кукурудзи є  $V_p = 6 - 8$  км/год. За робочу передачу трактора приймаємо другу передачу. Теоретична швидкість руху трактора на цій передачі становить 8,6 км/год. Сила тяги трактора на обраній передачі становить  $P_T = 37$  кН [13].

									Арк.
									55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

Ширина захвату агрегату  $B_p = 16,8$  м, кількість машин в агрегаті – 3.

Визначаємо повний тяговий опір посівного агрегату на обраній передачі:

$$R_a = B_p \cdot \kappa + G_u \frac{i}{100}, \quad (6.1)$$

де  $R_a$  – повний тяговий опір агрегату, кН;

$\kappa$  – питомий тяговий опір агрегату, кН;

$$\kappa = \kappa_0 \left[ 1 + (V_p - V_0) \cdot \frac{\Delta_0}{100} \right], \quad (6.2)$$

де  $\kappa_0$  – питомий тяговий опір сівалки при швидкості руху  $V_0 = 5$  км/год;

$V_p$  - швидкість руху на обраній передачі, км/год;

$\Delta_0$  – темп зростання питомого тягового опору сівалки залежно від швидкості руху агрегату, %.

$G_m$  – сумарна вага посівного агрегату, кН;

$i$  – схил поля, °.

Питомий тяговий опір посівного агрегату з врахуванням умов роботи складе:

$$\kappa = \kappa_0 \left[ 1 + (V_p - V_0) \cdot \frac{\Delta_0}{100} \right] = 1,5 \left[ 1 + (8,6 - 5) \cdot \frac{3}{100} \right] = 1,65 \text{ кН / м}$$

Повний тяговий опір посівного агрегату складе:

$$R_a = B_p \cdot \kappa + G_u \frac{i}{100} = 16,8 \cdot 1,65 + 11,3 \frac{2}{100} = 30,3 \text{ кН}$$

Ступінь завантаження трактора за тяговим зусиллям на вибраній передачі:

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_m - G \frac{i}{100}} = \frac{30,3}{37 - 11,3 \frac{2}{100}} = 0,83.$$

Фактичний ступінь завантаження трактора по тяговому зусиллю близький до рекомендованого  $[\xi] = 0,8 \dots 0,9$ , тому можна стверджувати, що тягове зусилля трактора використовується оптимально.

*Підготовка агрегату до роботи.* При проведенні підготовки агрегату до роботи виконують операції підготовки трактора. Тиск у шинах опорних коліс сівалки встановлюють 0,14 МПа.

									Арк.
									56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

Виконують розміщення посівних секцій сівалки на регульовальному майданчику. Відстань між сошниками секцій повинна становити 700 мм  $\pm 10$  мм.

Начіпляють сівалки УСП-8 на гідроначіпку трактора і зчіпки.

Змінюючи довжину регульованих розкосів та центральної тяги забезпечують:

- паралельність бруса сівалки відносно регульовального майданчика;
- паралельність бруса сівалки осі заднього моста трактора;
- паралельність полоза сошника поверхні майданчика.

Перевіряють при заповненому насінням висівному апараті його працездатність.

Встановлюють норму висіву по таблиці, а однонасінний висів встановлюють зміною положення вилки скидача відносно зони заповнення отворів диска висівного апарату.

Регулюють глибину загортання насіння. З цією метою сівалку опускають колесами і копіюючими котками секцій на бруси, товщина яких на 1 - 1,5 см менше заданої глибини загортання. Потім опускають сошники до торкання їх полозів поверхні майданчика. Остаточна норма висіву і глибина загортання перевіряється в полі.

*Підготовка поля.* Для виконання сівби кукурудзи обираємо човниковий спосіб руху, у зв'язку з чим поле на загінки не розбивається. Вид повороту – безпетльовий.

Радіус повороту агрегату на поворотній смузі залежить від стану ґрунту і збільшується з підвищенням швидкості руху:

$$R = K_R \cdot R_0, \quad (6.4)$$

де  $K_R$  – коефіцієнт, який враховує збільшення радіусу повороту із збільшенням швидкості руху;

$R_0$  - радіус повороту при швидкості руху  $V_{п} = 5$  км/год.

									Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

Для широкозахватних агрегатів приймаємо  $R_0=B_k$  [13]. Отже,  $R_0 = 16,8$  м.

Приймаємо швидкість руху на поворотах  $V_{п}=7$  км/год, тоді  $K_R=1,08$  [13], і радіус повороту складе  $R = 16,6 \times 1,08 = 17,6$  м.

Визначаємо ширину поворотної смуги для безпетльових поворотів:

$$E = 1,5 R + e \quad (6.5)$$

$e$  – довжина виїзду агрегату, м.

Довжина виїзду агрегате  $e$  залежить від кінематичної довжини агрегату  $l_k$  і становить для агрегатів з начіпними машинами  $e = 0,1 l_k$ .

Кінематична довжина агрегате визначається за залежністю:

$$l_k = l_T + l_M, \quad (6.6)$$

де  $l_T$  – кінематична довжина трактора,  $l_T = 2,2$  м;

$l_M$  – кінематична довжина сівалки,  $l_M = 1,8$  м [13].

Отже,  $l_k = 2,2 + 1,8 = 4$  м.

$$E = 1,5 \times 17,6 + 0,1 \times 4 = 27,3 \text{ м.}$$

Приймаємо  $E = 31,2$  м (два проходи агрегату).

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів  $\varphi$ :

$$\varphi = \frac{\sum L_P}{\sum L_P + \sum L_X} \quad (6.7)$$

де  $L_P$  – довжина робочого ходу;

$$L_P = L - 2E = 1000 - 2 \times 31,2 = 937,6 \text{ м}$$

$$\sum L_P = \Pi \times L_P$$

$\Pi$  – кількість робочих ходів

$$\Pi = \frac{F}{B \times L}, \quad (6.8)$$

де  $F$  – площа поля  $200 \text{ га} \times 10^4 \text{ м}^2$ .

$$\dot{i} = \frac{200 \times 10^4}{16,8 \times 937,6} = 127$$

$$\sum L_P = 127 \times 937,6 = 1,19 \times 10^5 \text{ м}$$

									Арк.
									58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

$L_x$ - довжина холостого ходу.

$$L_x = 7 \times R + 2\dot{A}, \quad (6.9)$$

$$L_x = 7 \times 17,6 + 2 \times 31,2 = 180 \dot{i}$$

$$\sum L_x = \Pi \times L_x = 127 \times 180 \text{ м} = 2,3 \times 10^4 \text{ м}$$

З врахуванням усіх даних маємо:

$$\varphi = \frac{1,19 \times 10^5}{1,19 \times 10^5 + 2,3 \times 10^4} = 0,93$$

Остаточню приймаємо: спосіб руху - човниковий, поворот – безпетлевий.

**Робота агрегату в полі.** Для першого проходу посівного агрегату вздовж довгої сторони поля на відстані від його меж, яка дорівнює половині ширини захвату агрегату, через 100 – 200 м встановлюють віхи на одній лінії. Уздовж поперечних сторін відбивають поворотні смуги.

Виробіток агрегату за зміну визначаємо з формули:

$$W_{зм} = 0,1 \times B_p \times V_p \times T_{зм} \times \tau \quad (6.10)$$

$B_p = 16,8$  м;  $V_p = 8$  км/год;  $T_{зм} = 420$  хвл. (7 годин).

$\tau = \frac{T_p}{T_{см}}$  - коеф. використання часу зміни

$T_p$  – час основної роботи, год.

$$T_p = \frac{T_{зз} - T_{пз} - T_{то} - T_{ф} - T_{пер} - T_{тех}}{60(1 + \tau_{пов})} \quad (6.11)$$

$T_{пз}$  – тривалість підготовчо-заключних робіт = 4 хв.

$T_{то}$  - час на проведення технічного обслуговування = 24 хв.

$T_{ф}$  – тривалість фізіологічних потреб = 40 хв.

$T_{пер}$  - час на переїзди = 26 хв.

$T_{тех}$  – час технологічного обслуговування сівалки = 20 хв.

$\tau_{пов}$  - коефіцієнт поворотів.

$$\tau_{пов} = \frac{V_n \times t_{пов}}{3,6 \times L}$$

									Арк.
									59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

$V_{\text{п}}$  – швидкість на повороті, 7 км/год.

$t_{\text{пов}}$  – тривалість повороту, 1 хв. = 60 сек.

$$\tau_{\text{пА}} = \frac{7 \times 60}{3,6 \times 1000} = 0,12$$

З врахуванням цього:

$$T_p = \frac{420 - 4 - 24 - 40 - 26 - 20}{60(1 + 0,12)} = 4,6 \text{ год}$$

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{сс}}} = \frac{4,6}{7} = 0,65$$

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \times 5,6 \times 8 \times 7 \times 0,65 = 20,1 \text{ га}$$

Розрахунок витрат палива на 1 га проводимо по залежності:

$$g = \frac{G_p \times T_p + G_{\text{пов}} \times T_{\text{пов}} + G_{\text{пер}} \times T_{\text{пер}} + G_0 \times T_0}{W_{\text{зм}}} \quad (6.12.)$$

$G_p$ ,  $G_{\text{пов}}$ ,  $G_{\text{пер}}$ ,  $G_0$  – витрата палива відповідно під час роботи, на поворотах, на переїздах і зупинках із працюючим двигуном, кг/га

$$T_{\text{пов}} = T_p \times \tau_{\text{пов}} \quad (6.13)$$

$$T_{\text{пов}} = 4,6 \times 0,12 = 0,4 \text{ год.}$$

$$T_0 = T_{\text{пз}} + T_{\text{ф}} = 4 + 44 = 44 \text{ хв.} = 0,73 \text{ год.}$$

$$G_p = 23 \text{ кг/год}; G_{\text{пов}} = 13 \text{ кг/год}; G_{\text{пер}} = 11 \text{ кг/год}; G_0 = 2,3 \text{ кг/год.}$$

$$g = \frac{23 \times 4,6 + 13 \times 0,405 + 0,42 \times 11 + 0,73 \times 2,3}{61} = 2,4 \text{ кг/га}$$

*Контроль якості сівби.* При першому проході агрегату перевіряють відповідність фактичної норми висіву і глибини загортання насіння. При необхідності проводять необхідні корегування.

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Контроль якості посіву зводиться до перевірки фактичної норми висіву і її відповідності заданій, глибини загортання насіння, значення стикових міжрядь.

Фактичну норму висіву перевіряють на довжині 14,3 м для всіх рядків.

При цьому, якщо відхилення перевищує  $\pm 5\%$ , проводять відповідні корективи. Якщо глибина загортання відрізняється від заданої більше, ніж на  $\pm 1$  см, змінюють положення сошників.

Розмір стикового міжряддя перевіряється при другому і третьому проходах посівного агрегату. Якщо розмір стикового міжряддя відрізняється від заданого ( або основного) більше, ніж на  $\pm 5$  см, змінюють відповідно довжину маркера.

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61





Робітники, зайняті на роботах в полі, в обов'язковому порядку проходять курси 32-годинною програмою, а також медичний огляд. Перед початком польових робіт проходять повторний інструктаж на робочому місці. Робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту: комбінезонами, з пилозахисної тканини; чоботами; рукавицями; окулярами типу ОП-2, для захисту зору. Органи дихання захищають респіраторами з протипилевими та протигазовими патронами, в залежності від особливості роботи, яку виконують. Всі робочі місця, пов'язані з виробництвом кукурудзи, забезпечуються повністю укомплектованими медичними аптечками. Обов'язково робітникам, які зайняті на роботах з шкідливими умовами видається спеціальне харчування (молоко), обладнано місця для відпочинку, а також встановлено особливий режим праці. На кожному агрегаті для забезпечення пожежної безпеки встановлено:

- вогнегасник ОУ-3-1 шт.;
- штикова лопата-1 шт.;
- брезент, ящик з піском.;
- всі машини обладнані спеціальними засобами відводу статичної електрики.

## 7.2 Аналіз стану охорони праці в господарстві

За стан охорони праці в господарстві відповідає керівник господарства, а в підрозділах - керівники підрозділів.

На території господарства працює баня, їдальня для працівників, медичний пункт, є будинок тваринника. Проте в не у усіх підрозділах господарства обладнані кімнати гігієни та відпочинку.

Керівник господарства наказом призначає інженера по охороні праці. Інженер з охорони праці має вищу освіту, за спеціальністю вчений агроном, стаж роботи в сільському господарстві-10 років. Він перевіряє виконання вимог охорони праці в підрозділах, дає розпорядження по усуненню виявлених недоліків, проводить

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

навчання по охороні праці. В господарстві є кабінет з охорони праці, але він в недостатній мірі обладнаний стендами, плакатами, наглядними посібниками, майже немає нової нормативно-технічної літератури, зразків засобів індивідуального захисту. Кабінет займає площу 32 м<sup>2</sup>, в ньому проводять вступні інструктажі. Атестація робітників господарства не проводилась давно. Інструктажі з охорони праці проводять формально, хоч записи в журналах реєстрації проведених інструктажів ведуться.

Робітники, зайняті на роботах з шкідливими небезпечними умовами праці забезпечуються засобами індивідуального захисту, але не завжди в достатній кількості. Не всі виробничі підрозділи, де є шкідливі та небезпечні фактори, обладнані знаками безпеки та сигналізацією. Контроль за дотриманням вимог охорони праці ведеться трьохступінчатий, але формально. Щорічно плануються заходи з охорони праці, на що виділяються певні кошти (табл.7.1).

Таблиця 7.1 - Аналіз фінансування заходів з охорони праці

Показники	Роки		
	2022	2023	2024
Виділено коштів, всього, грн.:	149000	150050	151150
В тому числі на засоби індивідуального захисту	51500	53200	56200
Витрати на одного працівника, грн.	1690	1710	1740
В тому числі на засоби індивідуального захисту	300,2	330,2	370,1

З аналізу таблиці видно, що кошти, які виділяють на охорону праці використовуються повністю, але їх недостатньо і з року в рік їх стає все менше.

Робота з охорони праці ведеться на низькому рівні, про це свідчить і стан виробничого травматизму, і професійних захворювань в господарстві.

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65





Продовження табл. 7.3

3. Рукавиці комбіновані	6	56
4. Рукавиці гумові	4	8
5. Чоботи гумові	24	2
6. Нарукавники	змінні	2
7. Окуляри захисні	до зношування	24
8. Респіратор	до зношування	8

7.4 Рекомендації по поліпшенню умов праці

1. Провести паспортизацію виробничих підрозділів (інженер з охорони праці). Проводиться щорічно.
2. Укомплектувати медичні аптечки (інженер з охорони праці). Березень 2007 року.
3. Посилити контроль за виконанням шкідливих та небезпечних робіт (керівники підрозділів). Постійно.
4. Забезпечити працюючих необхідною кількістю справних засобів індивідуального захисту (інженер з охорони праці). Травень 2007 року.
5. Укомплектувати пожежні щити необхідним інвентарем (керівник станції пожежної охорони). Квітень 2007 року.
6. Провести 32 – годинні курси з охорони праці (керівники підрозділів господарства). Лютий 2007 року.
7. Придбати нову нормативно-технічну літературу з охорони праці (інженер з охорони праці). Постійно.





Затрати праці на сівбі кукурудзи визначимо за формулою:

$$Z_{\text{п}} = M/W_{\text{г}}, \quad (8.1)$$

де  $M$  – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

$W_{\text{г}}$  – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Оскільки кожний агрегат обслуговує один механізатор (тракторист) і по одному допоміжному працівнику на кожну сівалку, то будемо мати наступні затрати праці:

при сівбі базовим агрегатом

$$Z_{\text{п.б}} = 2/2,40 = 0,83 \text{ люд.год/га,}$$

при сівбі новим агрегатом

$$Z_{\text{п.м}} = 4/8,7 = 0,46 \text{ люд.год/га.}$$

Отже, зниження затрат праці при сівбі модернізованою сівалкою становить 0,37 люд.год/га.

Питомі прямі експлуатаційні витрати на сівбі кукурудзи визначимо за формулою:

$$C = C_{\text{оп}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{кто}} + C_{\text{пмм}}, \quad (8.2)$$

де  $C_{\text{о}}$  – оплата праці з нарахуваннями, грн/га;

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

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

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

В господарстві прийнята наступна система оплати праці працівників, які зайняті на сівбі кукурудзи. Оплату праці механізаторів здійснюють по 6-му розряду тарифної сітки із розрахунку 38,8 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, здійснюють по 5-му розряду як для ручних робіт в рослинництві із розрахунку 25,9 грн. за норму. Виходячи із вищезазначеного оплати праці можна визначити за формулою:

									Арк.
									71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

$$C_{on} = \frac{\alpha [T_m M (1 + \beta) + T_d N]}{H}, \quad (8.3)$$

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

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

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

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

$H$  - норма виробітку, га.

Тоді витрати на оплату праці становлять:

при сівбі базовим агрегатом

$$C_{on}^b = \frac{1,375 [380,8 \cdot 1(1+0,2) + 250,9 \cdot 1]}{16,8} = 500,93 \text{ грн/га,}$$

при сівбі новим агрегатом

$$C_{on}^m = \frac{1,375 [38,8 \cdot 1(1+0,2) + 25,9 \cdot 3]}{61} = 100,63 \text{ грн/га.}$$

Відрахування на реновацію машин в агрегаті визначимо за формулою:

$$C_{pa} = \frac{\alpha_1 B_m}{100 W_3 T_m} + \frac{\alpha_2 B_m}{100 W_3 T_m} + \frac{B_3 \alpha_3}{100 W T_3}, \quad (8.4)$$

де  $B_T$ ,  $B_M$  і  $B_3$  – відповідно балансова вартість трактора, машини і зчіпки, грн.;

$\alpha_1, \alpha_2$  і  $\alpha_3$  – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідно трактора, машини і зчіпки, %;

$T_T$ ,  $T_M$  і  $T_3$  – нормативне річне завантаження відповідно трактора, машини і зчіпки, год.

Тоді, витрати на реновація будуть дорівнювати:

для базового агрегату

$$C_{pa}^b = \frac{1250000 \cdot 10}{100 \cdot 1600 \cdot 2,40} + \frac{2140000 \cdot 14,2}{100 \cdot 70 \cdot 2,40} = 170,91 \text{ грн/га,}$$

									Арк.
									72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

для нового агрегату

$$C_{\text{ра}}^{\text{м}} = \frac{12500000 \cdot 10}{100 \cdot 1350 \cdot 8,7} + \frac{2140000 \cdot 14,2}{100 \cdot 70 \cdot 8,7} + \frac{12,5 \cdot 14500}{100 \cdot 220 \cdot 8,7} = 150,09 \text{ грн/га.}$$

Витрати на ремонти і технічне обслуговування машин в агрегаті можна визначити за формулою:

$$C_{\text{кто}} = \frac{\alpha_{1к} B_m}{100 W_3 T_m} + \frac{1}{100 W_3} \left( \frac{\alpha_{1п} B_m}{T_m} + \frac{\alpha_{2п} B_m}{T_m} + \frac{\alpha_{3п} B_3}{T_3} \right), \quad (8.5)$$

де  $\alpha_{1к}$  - відрахування на капітальний ремонт трактора, % ;

$\alpha_{1п}$ ,  $\alpha_{2п}$ ,  $\alpha_{3п}$  - норма річних відрахувань на поточний ремонт і ТО відповідно трактора, машини і зчіпки, %.

Тоді, відрахування на ремонти і ТО агрегатів становлять:

для базового агрегату

$$C_{\text{кто}}^{\text{б}} = \frac{5 \cdot 67310}{100 \cdot 2,40 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 2,40} \left( \frac{8 \cdot 67310}{1600} + \frac{4,5 \cdot 19000}{70} \right) = 70,47 \text{ грн/га,}$$

для нового агрегату

$$C_{\text{кто}}^{\text{м}} = \frac{5 \cdot 99640}{100 \cdot 8,7 \cdot 1350} + \frac{1}{100 \cdot 8,7} \left( \frac{8 \cdot 99640}{1350} + \frac{4,5 \cdot 57000}{70} + \frac{7 \cdot 14500}{220} \right) = 50,84 \text{ грн/га.}$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали:

$$C_{\text{пмм}} = Q \text{ Ц}_{\text{к}}, \quad (8.6)$$

де Q – витрати палива , кг/га;

$\text{Ц}_{\text{к}}$  – 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

									Арк.
									73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ				

приймаємо комплексну ціну ПММ 52 грн/л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть дорівнювати:

для базового агрегату

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 3,9 \cdot 52 = 190,82 \text{ грн/га,}$$

для нового агрегату

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{м}} = 2,8 \cdot 52 = 160,64 \text{ грн/га.}$$

Загальні питомі прямі експлуатаційні витрати при сівбі кукурудзи становлять:

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

$$C^{\text{б}} = 5,93 + 17,91 + 7,47 + 14,82 = 460,13 \text{ грн/га,}$$

новим агрегатом, в склад якого входить зчіпка і три сівалки

$$C^{\text{м}} = 1,63 + 15,09 + 5,84 + 10,64 = 330,20 \text{ грн/га.}$$

Економія питомих експлуатаційних витрат становить

$$E_{\text{св}} = C^{\text{б}} - C^{\text{м}} = 460,13 - 330,20 = 120,93 \text{ грн/га.}$$

При використанні запропонованої зчіпки для сівби кукурудзи на зерно і силос, цукрових та кормових буряків, загальна площа вирощування яких у господарстві становить  $F = 425$  га економічний ефект буде становити

$$E = E_{\text{св}} \cdot F = 120,93 \cdot 425 = 513950,25 \text{ грн.}$$

Визначимо термін окупності витрат на виготовлення зчіпки:

$$T_{\text{ок}} = B_3 / E_p, \quad (8.7)$$

де  $T_{\text{ок}}$  – термін окупності.

$$T_{\text{ок}} = 51395,25 / 5495 \approx 3 \text{ роки.}$$

Результати розрахунку економічної ефективності від використання напівзчіпної зчіпки зведемо в табл. 8.1.

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74



## ВИСНОВКИ

Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання. У нашій країні за рахунок кукурудзи тваринництво забезпечується концентрованими кормами, силосом і зеленою масою. Кукурудза на зерно за середньої врожайності 60 ц/га разом з побічною продукцією (стеблами, листками) забезпечує вихід з 1 га понад 6,5 тис. кормових одиниць і до 400 кг перетравного протеїну (що дорівнює 75 тис. МДж обмінної енергії). Це значно більше порівняно з іншими зерновими культурами.

Для одержання дружних і повних сходів кукурудзи велике значення має високоякісне проведення посівних робіт в оптимальні агротехнічні строки. Щоб повністю механізувати догляд за кукурудзою, не можна допускати розтягування строків посіву. Якщо на одному полі сівба триває 8 ... 10 днів і більше, то сходи будуть не дружними. Це призводить до зниження урожайності, оскільки затрудняє механізований догляд за посівами

Технології механізованого вирощування кукурудзи передбачають використання широкозахватних агрегатів для виконання таких технологічних операцій, як підготовка ґрунту та догляд за посівами, які дозволяють збільшити продуктивність праці в 1,5...1,8 рази та зменшити кількість механізаторів, зайнятих на вирощуванні. Проте для сівби кукурудзи здебільшого використовуються 6 або 8 рядні сівалки СПЧ-6, УСП-8, що призводить до розтягування строків сівби.

Широкозахватні посівні агрегати можна зкомплектувати, якщо використати зчіпний пристрій. Найбільш придатними для агрегування просапних сівалок, зокрема і кукурудзяних є напівначіпні зчіпки. В цих зчіпках тяговий брус має шарніри і одним кінцем опирається на раму трактора, а іншим на опорне колесо. А тому такі зчіпки ліпше копіюють рельєф місцевості, ніж начіпні. Результати розрахунків економічної ефективності розробленої зчіпки показують, що

									ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						76

запровадження її у виробництво дасть змогу одержати річний економічний ефект в сумі 513950,25 грн., а затрати на придбання окупляться протягом трьох років експлуатації .

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Циков В. С. Прогресивная технология выращивания кукурузы. – К.: Урожай, 1985. - 192 с.
2. Шахмаев В. И. Индустриальная технология производства кукурузы. – К.: Урожай, 1985. - 280 с.
3. Кукуруза. Под редакцией П. И. Сусидко. – К.: Урожай, 1978. - 296 с.
4. Антошин В. З., Козырев С. Н. Карты технологической наладки почвообрабатывающих и посевных МТА.- К.: Выща школа., 1991. – 152 с.
5. Механизация защиты растений: Справочник / Велицкий А. К., Лысов В. И. и др. – М.: Агропромиздат, 1992. - 223 с.
6. Ільченко В.Ю. Машинвикористання в землеробстві. – К.: Урожай, 1996. - 384 с.
6. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.
7. Типові норми виробітку і витрати палива на механізовані польові роботи. / Держагропром УРСР. – К.: Урожай, 1991. – 472 с.
8. Беспмятнов А.Д., Беспмятнова Н. М. Эксплуатация машин для производства кукурузы. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 221 с.
9. Довідник сільського інженера. Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін. – К.: Урожай, 1991.
9. Индустриальная технология производства кукурузы / Сост. Н. В. Тудель, - М.: Россельхозиздат, 1987. 317с.
10. Ларченко Е. А., В. В. Моргун Экспериментальная изменчивость кукурузы – К.: Наукова думка, 1993. – 178 с.
11. Справочник кукурузовода /Сост. Н. Н. Третьяков, И. А. Шкурпела. – 2-е изд. перераб. и доп. – М: Россельхозиздат, 1985. – 191 с.
12. Сеялка универсальная пневматическая навесная УСП-8. Кировоградский завод сельскохозяйственных машин “Красная звезда”, 1988.

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

13. Бузенков Г.М. Машины для посева сельскохозяйственных культур. –М.: Машиностроение, 1986. –272с.
13. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин /Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов и др.; Под ред. Е.С. Босого. 2-е изд. Перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1977. –586с.
14. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. /Под ред. М.И. Клецкина. –М.: Машиностроение, 1974. –636с.
15. Операционная технология возделывания зерновых культур Справочник. /В.Ф.Сайко, Н.В.Сокоренко, Д.А.Дымкович и др.; Под ред. В.Ф.Сайко. – К.: Урожай, 1990. –312 с.
16. Гарькавий А.Д., Томчук В.В., Кравченко І.Є., Кондратюк Д.Г., Спірін А.В. Визначення номінального і граничного значення рушійної сили агрегату. Методичні рекомендації по виконанню лабораторно-практичної роботи. ВДСГІ, 1999. –5с.
17. Гарькавий А.Д., Кондратюк Д.Г., Спірін А.В., Кравченко І.Є. Складання операційно-технологічних карт виконання механізованих сільськогосподарських робіт. Методичні рекомендації по виконанню лабораторно-практичної роботи. ВДСГІ, 1999. – 5с.
18. Гарькавий А.Д., Томчук В.В., Кондратюк Д.Г. Визначення технічно обґрунтованих норм виробітку та витрат палива. Методичні рекомендації по виконанню лабораторно-практичної роботи. ВДСГІ, 1999. – 16 с.
19. Гарькавий А.Д., Кондратюк Д.Г., І.Є. Кравченко, Спірін А.В., В.В. Томчук Розрахунок техніко-економічних показників роботи машинно-тракторних агрегатів. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи. ВДСГІ, 1998. – 5 с.
20. Дусанюк В.А., Кравченко І.Є. Визначення техніко-експлуатаційних показників роботи машинно-тракторних агрегатів. Методичні вказівки по виконанню лабораторної роботи. ВДСГІ, 1998. – 30 с.
21. Запчасти к автомобильной и сельскохозяйственной техники отечественного и

					ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

импортного производства: Каталог. –К.: Агросоюз, 2001. 496с.

					<i>ДПАІС 25.13.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80