

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Баклавр»

Тема „ Підвищення ефективності використання машин при вирощуванні
соняшнику з удосконаленням чизельного плуга”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІс-20-2

Гнатів Д.А.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Нормоконтролер

к.т.н, доц. Лук'янюк М.В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ _____ 2023 р.

Хмельницький, 2023р.

АНОТАЦІЯ

Розрахунково-пояснювальна записка містить в собі 69 сторінок машинописного тексту, 6 рисунків, 1 таблиця, 22 використаних літературних джерела. Графічна частина проекту складається із 5 аркушів формату А1.

Дипломний проект присвячений питанням підвищення ефективності використання машин при вирощуванні соняшнику в АКПП «Золота нива» з удосконаленням чизельного плуга.

В роботі обґрунтований набір машин для вирощування соняшнику; виконано аналіз сучасної ґрунтообробної техніки; розроблена конструкція комбінованої машини, яка включає чизельний плуг і дисковий коток; визначені основні параметри і режим роботи машини; описані заходи з охорони праці; визначена економічна ефективність проекту.

Ключові слова: соняшник, чизельний плуг, обробіток ґрунту, коток.

Зміст

РЕФЕРАТ	3
ЗМІСТ	4
ВСТУП	5
1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І АГРОТЕХНІКА ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ	8
1.1 Історія розвитку технологій вирощування соняшнику	8
1.2 Агротехніка вирощування соняшнику	11
1.2.1 Місце в сівозміні	11
1.2.2 Система удобрення	11
1.2.3 Обробіток ґрунту	12
1.2.4 Сівба	16
1.2.5 Догляд за посівами	17
1.2.6 Збирання врожаю	18
2 ОБҐРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ	20
2.1 Складання технологічної карти	20
2.2 Побудова графіка використання тракторів	26
2.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин	27
3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ОПЕРАЦІЇ ОРАНКИ І АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОЦЕСУ	28
3.1 Коротка історія розвитку обробітку ґрунту	28
3.2 Технологічні операції оранки	29
3.3 Глибина оранки	32
3.4 Агротехнічні вимоги до оранки	36
3.5 Огляд конструкцій машин для безполицевого обробітку ґрунту	37
4 ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРОБКИ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ І ЙОГО РОЗРАХУНКИ	44
4.1 Обґрунтування необхідності розробки ґрунтообробного агрегату	44
4.2 Обґрунтування параметрів чизельного плуга	46
4.3 Визначення тягового опору плуга	52
4.4 Розрахунок циліндричної гвинтової пружини котка	55
5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ	61
ВИСНОВКИ	67
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	68
ДОДАТКИ	70

.....					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		<i>Гнатів Д.А.</i>			<i>Підвищення ефективності використання машин при вирощуванні соняшнику з удосконаленням чизельного плуга</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		<i>Мартинюк А</i>						
Реценз.						<i>ХНУ зр.АІс-20-2</i>		
Н. Контр.		<i>Лукиянюк М</i>						
Затверд.		<i>Мартинюк А</i>						

ВСТУП

Відомо, що одною з найгостріших проблем сучасного землеробства стала прогресуюча деградація земель, що обробляються. Це негативне явище охопило й українські чорноземи. Так, за останні десятиріччя, через неправильне використання земель середній вміст гумусу в ґрунті, як основного фактора родючості чорноземів, знизився на 30...50 %, а потужність гумусного горизонту зменшилась на 10... 15см. Все це є наслідком застосування багатьох сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які засновані на багаторазових проходах по полю усе більш важких машинно-тракторних агрегатів, що призводить до руйнування структури ґрунтів, інтенсивного розпилення верхніх та ущільнення їх нижніх шарів. Одним із прикладів таких важких агрегатів можна вважати агрегати з машинами, у яких використовуються дискові робочі органи, тому що, при обробці ще не зораних полів, або дуже ущільнених ґрунтів, для машин з такими робочими органами необхідна відносно велика їх вага для забезпечення заглиблення дисків у ґрунт і тим більша, чим на більшу глибину необхідно заглиблювати диски. Тобто підготовка ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур проводиться головним чином ступінчасто, одноопераційними машинами за кілька проходів, що у багатьох випадках нічим не виправдано. До чого ж призводять такі технології?

По-перше, до найбільш небезпечних, безповоротних втрат родючого шару землі за рахунок вітрової та водної ерозії ґрунту. Так, наприклад, по даним наукових організацій, з земель на схилах щорічно змивається у середньому до 30 т родючого шару з кожного гектара.

По-друге, суттєвою причиною, яка призводить до прискорення деградації чорноземів, вчені вважають переущільнення ґрунтів. Проходи по полю важких орних агрегатів та інших сільськогосподарських машин сприяють ущільненню ґрунту та призводять до руйнування його структури. Переущільнення проникає і у нижні шари, які знаходяться за межами

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

досяжності ґрунтообробних знарядь загального призначення. Таким чином, щільність орного і підорного горизонтів значно підвищилась, а на ріллі з'явилися важкі брили, які дуже погано піддаються розпушуванню.

В той же час, без обробітку ґрунту неможливо забезпечити високу культуру у рільництві та отримувати високі врожаї сільськогосподарських культур. Тому розв'язання будь-яких технологічних завдань стосовно вирощування сільськогосподарських культур повинно бути пов'язане, насамперед, з «бережливим» режимом дії на ґрунт, із знаходженням шляхів збереження родючості ґрунтів, з покращенням агротехніки вирощування сільськогосподарських культур. Для забезпечення таких бережливих та енергозберігаючих режимів обробітку ґрунту останнім часом з'явилося багато нових технологій з використанням машин з безполицевими робочими органами під різноманітними назвами, а саме: ресурсозберігаюча, енергозберігаюча, екологічне чиста, тощо, які спрямовані на можливість зняти гострі проблеми деградації ґрунтів. Отже, для збереження родючості ґрунтів, особливо при обробітку середніх та важких чорноземів, зменшення енерговитрат та здешевлення технологічного процесу підготовки ґрунту під сівбу, у світі пішли по шляху безполицевого обробітку ґрунту з використанням як одно операційних машин так і комбінованих агрегатів. Тобто шлях до мінімального обробітку ґрунту - це магістральний напрямок до збереження ґрунтів та зменшення енерговитрат при підготовці поля під сівбу.

Відомо, що, при виконанні основного обробітку агротехнічні вимоги передбачають кришення ґрунту до стану, який на 75...80 % повинен складатися з агрегатів розміри яких не повинні перевищувати 50 мм. В більшості випадків по даному показнику безполицеві знаряддя (плоскорізні, чизельні та інші) поступаються полицевим, але не дуже суттєво. Різниця в рівнях даного якісного показника становить 10...15 %, але цього достатньо, щоб виникала необхідність додаткового кришення ґрунту пов'язаного з використанням знарядь для поверхневого обробітку і

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

переміщенням по обробленому полю засобів агрегування.

Метою проекту є розробка комбінованої ґрунтообробної машини, яка включає чизельний плуг і дисковий коток. Конструкція розробленої машини дає можливість суттєво підвищити інтенсивність кришення ґрунту в порівнянні з існуючими полицевими і безполицевими знаряддями без загрози подальшого руйнування його структури.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І АГРОТЕХНІКИ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

1.1 Історія розвитку технологій вирощування соняшнику

За порівняно обмежений історичний проміжок часу близько 45...50 років Україна вирощувала соняшник по багатьом технологіями, кожна із яких відображала рівень розвитку наукової думки, технічних засобів, засобів захисту рослин і економічного розвитку країни. Серед великого переліку технологій коротко розглянемо головні з них. Це наступні: механізована; індустріальна; інтенсивна; інтенсивна малогербіцидна; астраханська.

Механізована технологія – охоплює період від середини 40-х до початку 60-х років минулого століття і включає багато елементів ручної праці. В цей період науковими дослідженнями було встановлено оптимальні попередники і залежність врожаю соняшника від глибини орного горизонту.

Система передпосівної підготовки ґрунту включала раннє весняне боронування і дві передпосівні культивації. Основним способом сівби був квадратно - гніздовий, що забезпечував можливість проведення міжрядного обробітку в двох напрямках.

Формування кінцевої густоти, знищення бур'янів у гніздах і в захисних зонах проводилося вручну. З середини 60-х років боротьба з бур'янами в механізованій технології почала проводитися з використанням гербіцидів. Використання ручної праці значно зменшилося.

Після закупки за кордоном гербіцидів ґрунтової дії, особливо Ерадикна 6Е, на території України почали впроваджувати індустріальну технологію вирощування, яка базувалася на новому для того часу високопродуктивному комплексі машин. В цей час в країні з'являються сівалки для пунктирної сівби СПЧ-6М, СПЧ-8М, СУПН-6, СУПН-8, обприскувач ОПШ-15, пристосування для збирання кошиків соняшника Змієвського, а пізніше пристосування ПСП-1,5 до зернозбирального комбайну СК-5 "Нива".

Вищим досягненням науково-технічної і агротехнічної думки стала

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

розробка і впровадження зональних інтенсивних технологій, основаних на використанні гербіцидів загально винищувальної дії, ґрунтових і післясходових (страхових) гербіцидів. До цього часу (кінець 80-х років ХХ століття) у виробництві з'явилась ціла гама просапних пунктирних сівалок СУПН-8, СУПН-8-01, СУПН-8А, СКПП-12, а в кінці століття і закордонних просапних сівалок Kinze-2000 (Джон-Дір-М-7100), Accord, просапних культиваторів нового покоління КРК-5,6, обприскувачів ОП-2000, пристосувань ПСП-10 до зернозбиральних комбайнів Дон-1500, Дон-1200, Лан, Славутич.

Парк збиральних машин країни поповнився зернозбиральними комбайнами закордонного виробництва таких всесвітньо відомих фірм як Claas, Massey Ferguson, Case, John Deere та ін.

Малогербіцидна технологія як варіант інтенсивної технології, передбачає використання комбінованих агрегатів, що поєднують в одному проході виконання декількох операцій, наприклад, передпосівної культивації, сівби і стрічкового (в зону рядка) внесення ґрунтових гербіцидів, або сівбу з стрічковим внесенням гербіцидів, або культивацію міжрядь з обробкою гербіцидами захисних зон. Крім цього, малогербіцидна інтенсивна технологія передбачає використання нових робочих органів для боротьби з бур'янами в захисних зонах рядків культурних рослин, наприклад, пруткових пружинних полільних борінок, плоскорізних і корпусних підгортачів та ін.

Північно - осетинська технологія основана на нарізанні гребенів культиватором - гребенеутворювачем в осінній період. Відстань між гребнями складає 700 мм. Весною цим же культиватором гребні поправляють, а при сівбі соняшника гребеневою сівалкою спеціальний робочий орган зрізує верхню частину гребня разом з бур'янами, що проросли на глибину 6...8 см і одночасно в гребінь проводиться сівба соняшника. Технологія використовується в зонах із надмірною зволоженістю. Випробування цієї технології в Україні привело до зниження врожайності насіння соняшника.

Астраханська технологія розроблена в астраханському науково-

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

дослідному інституті овочівництва. Її мета – знизити пестицидне навантаження на ґрунт, забезпечити отримання екологічно чистих продуктів. Ця мета реалізується за рахунок різкого зменшення захисної зони при проведенні догляду за посівами просапних овочевих культур з 240...260 мм до 40...50 мм. При цьому рух просапного культиватора і його окремих секцій стабілізується від коливань в горизонтальній площині за рахунок ножів-копирів в направляючих щілинах, які нарізаються при сівбі насіння овочів просапними сівалками. Астраханська технологія забезпечується оригінальними робочими органами для боротьби з бур'янами в захисній зоні рядка культурних рослин. Обидві останні технології не виключають використання хімічних заходів боротьби з бур'янами при стрічковому внесенні робочих розчинів гербіцидів у захисну зону, як правило, одночасно з сівбою.

В кінці ХХ сторіччя інтенсивна технологія вирощування соняшника була трансформована в так звану ресурсозберігаючу, яка отримала реальну підтримку у виробників [1,2,4]. Ця технологія мала за мету зниження витрати палива на весь комплекс робіт по вирощуванню соняшника. Задачі завдяки яким була досягнута мета були наступними:

- заміна енергомістких операцій менш енергомісткими;
- суміщення ряду операцій в одному проході тягової машини шляхом впровадження комбінованих, ґрунтообробних і посівних агрегатів;
- обмеження кількості дій на ґрунт при його обробі без зниження врожайності соняшника.

Завдяки впровадженню елементів енергозбереження в інтенсивну технологію вирощування соняшника з'явилась можливість без зменшення врожайності знизити витрату палива з 120-125 л/га до 90-95 л/га.

Підводячи підсумок короткому огляду технологій і технічних засобів для їх реалізації, можна констатувати, що незалежно від назви технології в кінцевому підсумку всі вони переслідують головну мету – захист ґрунту, навколишнього середовища і людини, отримання максимально можливих

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

врожаїв в конкретних погодних умовах при одночасному зниженні затрат на гектар і на одиницю отриманої продукції.

1.2 Агротехніка вирощування соняшнику

Сучасна екологічно безпечна, ресурсо та енергозберігаюча технологія вирощування соняшнику передбачає комплексне й поточне проведення належних механізованих операцій в установлені строки для створення оптимальних умов розвитку й росту рослин протягом вегетації.

1.2.1 Місце в сівозміні

Чергування культур у сівозміні спрямоване на підвищення родючості ґрунту, знищення бур'янів, шкідників і хвороб без використання хімічних засобів і одержання високих урожаїв. Установлено, що при розміщенні посівів соняшнику на тому самому полі через 8-10 років можливість ураження хворобами і шкідниками майже повністю зникає, а через 4-5 років — призводить до значного ураження рослин шкідниками і хворобами (вовчок, гниль біла й сіра, несправжня борошниста роса та ін.), що зменшує врожайність і погіршує якість насіння. Через 8-10 років насіння вовчка втрачає схожість, а зачатки інфекції у ґрунті гинуть і рослини соняшнику наступного посіву не уражуються.

Кращі попередники для соняшнику ті, після яких у ґрунті залишається більше води і поживних речовин. У Степу найефективніші ланки сівозміни, де соняшник висівають після кукурудзи чи озимої пшениці, в Лісостепу — де опадів буває більше і в сівозміні вносять достатньо добрив, високі врожаї одержують при розміщенні соняшнику не тільки після озимої пшениці, а й після ячменю. Недоцільно висівати соняшник після суданської трави, цукрових буряків, а в Степу також після ячменю та вівса.

1.2.2 Система удобрення

Соняшник дуже вибагливий до поживного режиму ґрунтів порівняно з іншими польовими культурами. Особливо багато він вбирає з ґрунту калію.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Для формування 1 ц врожаю насіння соняшник виносить з ґрунту 6,5 кг азоту, 2,7 фосфору і 15,5 кг калію. Проте незважаючи на високий винос калію з ґрунту, соняшник на чорноземних ґрунтах більшою мірою потребує азотних і фосфорних добрив.

Враховуючи, що значна частина фосфору, внесеного в ґрунт з добривами, стає недоступною для рослин, а частину елементів живлення, особливо калію, рослини поглинають безпосередньо з ґрунту, норму добрив і співвідношення елементів для кожного поля уточнюють. Крім встановлення норм добрив за рекомендаціями науково-дослідних установ, можна визначати їх розрахунковими методами, з яких найбільш поширеним є розрахунок за вмістом поживних речовин у ґрунті (на заплановану врожайність).

Органічні добрива вносять під попередню культуру, а мінеральні — під основний обробіток розкидачами РУМ-5, 1РМГ-4, РУМ-8, РУП-8 в агрегаті з тракторами МТЗ-80 і Т-150К. На полях, де восени не вносили повних норм основного добрива, мінеральне добриво вносять локально-стрічковим способом одночасно із сівбою на відстані 6 - 10 см від рядка і на глибину 10 - 12 см.

Важливою умовою підвищення ефективності внесення добрив під гібридний соняшник є рівномірний розподіл їх по площі. Недотримання цієї вимоги призводить до великого недобору врожаю. Нерівномірність розподілу добрив по площі не повинна перевищувати 20 %.

1.2.3 Обробіток ґрунту

Основним в усіх зонах вирощування соняшнику в Україні є поліпшений зяблевий обробіток. На полях, засмічених осотом та іншими коренепаростковими бур'янами, прийоми обробітку в системі поліпшеного зябу рекомендується чергувати так, щоб домогтися повного знищення бур'янів. Перше лушення проводять після збирання попередника дисковими знаряддями (ЛДГ-10, ЛДГ-15, БД-10, БДТ-7) на глибину 6-8 см, друге й

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

третє — в міру відростання бур'янів багатолемішними плугами (ППЛ-10-25), важкими дисковими боронами (БД-10, БДТ-7), паровими культиваторами (КПС-4) чи культиваторами-плоскорізами (КПШ-5, КПШ-9) на глибину 8 — 10 і 10—12 см. Інтервали між луценнями та останнім луценням і оранкою мають бути такими, щоб бур'яни встигли дати пагони (досягається найповніше їх знищення).

Для боротьби з осотом найефективніше поєднувати передоранкові розпушування з використанням гербіцидів. Після відростання багаторічних бур'янів (не менш як 5 - 6 листків) посіви обприскують розчином гербіциду амінна сіль 2,4-Д (1,5 — 2,0 кг/га д. р.). Поєднання обробітку ґрунту за системою поліпшеного зябу із застосуванням гербіцидів забезпечує загибель 94 % осоту рожевого і 96 % березки польової.

При розміщенні соняшнику після зернових догляд за посівами значно ускладнюють однорічні бур'яни, особливо пізні ярі (курай, просо куряче, щиряця, мишії та ін.). Ці бур'яни найнебезпечніші, бо масові сходи їх з'являються в посівах переважно після закінчення обробітку ґрунту в міжряддях. Для знищення пізніх бур'янів застосовують переважно ґрунтові гербіциди (трефлан, гезагард 50 та ін.). Проте слід мати на увазі, що в посушливих умовах застосування трєфлану недоцільне. Неодноразові неглибокі обробітки до оранки провокують проростання минулорічного насіння бур'янів. При утриманні поля більше двох місяців у злущеному стані і наступній оранці проростає і знищується бур'янів у 10 разів більше, ніж по ранньому зябу після одноразового луцення.

Поліпшений зяб ефективний майже в усіх зонах, де вирощують соняшник. При цьому оранку доцільно проводити в південному Степу у жовтні, в північному — наприкінці вересня — початку жовтня.

При розміщенні соняшнику після просапних культур, зокрема після кукурудзи, зяблевий обробіток полягає у дворазовому дискуванні після збирання попередників. Кращі результати дає обробіток ярусним плугом ПНЯ-4-40, який загортає всі післяжнивні рештки. У південному Степу, де

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

снігу на полях практично не буває і з гребенистої ріллі випаровується багато води, поверхню поля вирівнюють водночас з оранкою. У районах недостатнього зволоження Лісостепу застосовують таку саму схему зяблевого обробітку, як і в північному Степу, але поле орють не пізніше другої половини вересня — початку жовтня.

У зоні достатнього зволоження наприкінці липня — на початку серпня після лушення дисковими луцильниками поле орють плугами з передплужниками в агрегаті з котками і боронами, щоб вирівняти поверхню ґрунту. Надалі, в міру зволоження опадами та проростання бур'янів, проводять культивуацію з одночасним боронуванням. Додатковий обробіток зябу восени сприяє очищенню ґрунту від однорічних бур'янів і вирівнюванню поверхні ріллі.

На схилах (до 2°) для нагромадження вологи в ґрунті і боротьби з водною ерозією орати слід тільки впоперек схилу, а при складному рельєфі — контурним способом з лункуванням і валкуванням. На ерозійне небезпечних землях доцільно застосовувати оранку плугами з ґрунтопоглиблювачами, щоб запобігти стоку води і забезпечити накопичення її в ґрунті.

Проти вітрової ерозії, особливо в південних і південно-східних районах степової зони України, де часто бувають пилові бурі, рекомендується плоскорізний обробіток. Однак після такого обробітку більшість насіння бур'янів залишається у верхньому шарі ґрунту, через що у весняно-літній період різко збільшується забур'яненість посівів. Тому при плоскорізному обробітку треба під передпосівну культивуацію вносити гербіциди.

Український інститут захисту ґрунтів від ерозії пропонує на ерозійно небезпечних полях замість післяжнивного лушення проводити обробіток голчастою бороною БИГ-3 на глибину 6 — 8 см, а при появі бур'янів — культиватором КПП-2,2 на глибину 10 — 12 см. Після повторного відростання бур'янів замість оранки треба розпушувати ґрунт плоскорізом КПП-250 на глибину 25 - 27 см.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Передпосівний обробіток ґрунту полягає у ранньому закритті вологи й наступних культивуаціях (1-2). При правильному застосуванні поліпшеного зяблевого обробітку до весни ґрунт не запливає, залишається розпушеним, а поверхня його — вирівняною. В цьому випадку відпадає потреба у двох весняних передпосівних культивуаціях. У посушливу весну зменшують кількість розпушувань, що сприяє меншому висиханню посівного шару ґрунту. Передпосівну культивуацію доцільно поєднувати із сівбою.

На чорноземах звичайних, важкосуглинкових, безструктурних і солонцюватих ґрунтах, схильних до ущільнення і утворення товстої кірки, а також на полях, дуже засмічених коренепаростковими бур'янами і післяжнивними рештками, слід застосовувати інтенсивний передпосівний обробіток зябу (ранньовесняне боронування і дві культивуації).

Для передпосівної культивуації культиватори комплектують універсальними стрілочастими лапами з шириною захвату 270 і 330 мм або розпушувальними лапами з пружинними стояками. Середня глибина обробітку ґрунту не повинна відхилятися від заданої більш як на 1 см.

Якщо поля очищені від бур'янів недостатньо, застосовують гербіциди трефлан (нітран, олітреф), прометрин (селектин, гезагард-50), дуал. Трефлан знищує проростки однорічних злакових бур'янів (мишію сизого та зеленого, проса курячого) і двосім'ядольних (лободи білої, щиріці білої, щиріці відігнутої, кураю та ін.). Під дією сонячного випромінювання трефлан швидко розкладається, тому його треба одразу ж загортати в ґрунт. Норма трефлану на легких ґрунтах становить 1,25 кг/га д. р., або 5 кг/га за препаратом, а на середніх і важких — відповідно 1,5 і 6 кг/га. Такі бур'яни, як гірчиця польова, амброзія, нетреба, паслін, редька дика й канатник, відносно стійкі проти трефлану. Вони є ще й резерваторамп гнилей білої та сірої. Для знищення цих бур'янів застосовують гербіцид прометрин за нормою 2 - 2,5 кг/га д. р., або 4 - 5 кг/га за препаратом. Прометрин ефективний проти бур'янів у роки, коли достатньо зволожений верхній шар ґрунту. Стійкі проти трефлану бур'яни можна знищувати

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

внесенням у ґрунт суміші з 4 кг прометрину і 6 кг/га трефлану, розчинених у 300 л води.

Засмічені поля суцільно обприскують розчинами гербіцидів і негайно загортають їх культиватором. Високої ефективності трефлану досягають тільки при ретельному перемішуванні його з ґрунтом у посівному шарі на глибині 6-8 см. Доцільно внесення гербіциду поєднувати з передпосівною культивацією.

На окультурених полях краще вносити розчин гербіцидів смугами 30-35 см завширшки з відстанню між їх серединами 70 см. Загортати гербіциди треба за один прохід агрегату.

1.2.4 Сівба

При вирощуванні сортів соняшнику використовують кондиційне насіння, схожість якого не менша 87 %, чистота 98 % (із вмістом облущеного насіння — не більше 2 %); гібридів (Fi) — відповідно 85 та 98 % (із вмістом облущеного насіння не більше 3 %). Проти хвороб (іржі, несправжньої борошнистої роси, гнилей, фомозу та ін.) насіння протруюють, використовуючи поширений протруювач ТМТД (3 кг препарату на 1 т насіння). Високоолійні сорти соняшнику в усіх зонах України висівати дуже рано не слід. У південному і північному Степу, а також у східній частині Лісостепу при сівбі в середні строки, коли ґрунт на глибині 10 см прогрівається до 8 - 12 °С, одержують найбільші врожаї насіння.

У північному Лісостепу перевагу віддають раннім строкам сівби (одночасно з ранніми ярами культурами). При цьому одержують більший урожай насіння і вихід олії. Глибина загортання насіння соняшнику становить 6-8 см.

Умовою одержання високого врожаю насіння є дотримання рекомендованої густоти посіву і рівномірне розміщення рослин на площі. При інтенсивній технології, коли густоту рослин регулюють не прориванням, а нормою висіву, треба висівати тільки висококондиційне насіння.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

При регулюванні сівалки на норму висіву треба враховувати, що польова схожість насіння буває меншою за лабораторну на 20 — 25 %, а під час боронування по сходах гине до 10 % рослин. Тому страхова надбавка до норми висіву (табл. 28) має становити 30 — 35 %. Висівають насіння соняшнику пунктирним способом з міжряддями 70 см пневматичними сівалками.

1.2.5 Догляд за посівами

Слідом за посівом ґрунт необхідно прикоткувати. Важливим прийомом догляду за посівами соняшнику є боронування до і після появи сходів. Досходове боронування проводять середніми боронами через 5 - 6 днів після сівби, коли проростки соняшнику знаходяться на глибині, при якій зуби борони їх не пошкоджують, а бур'яни у фазі «білої ниточки».

При похолоданні після сівби з'явлення сходів соняшнику затримується. В такі роки для повнішого знищення бур'янів і запобігання утворенню ґрунтової кірки проводять дворазове боронування: перше — через 5 - 6 днів після сівби, друге — за 3 - 4 дні до появи сходів. Друге досходове боронування (ЗОР-07) можна здійснювати, тільки коли проростки соняшнику не пошкоджуються зубами борони. Щоб запобігти їх пошкодженню, заглиблення зубів борони має бути меншим за середню глибину залягання проростків на 0,5 — 0,9 см.

Післясходове боронування соняшнику проводять у фазі 2 - 3 пар справжніх листків. Якщо боронують посіви у фазі сім'ядоль, то пошкоджується і загортається землею близько 17,5, а у фазі утворення 2 - 3 пар листків — 11 % рослин. Боронувати поле після появи сходів треба в день, коли зменшується відносна вологість повітря і молоді рослини стають не такими ламкими. Боронувати посіви соняшнику доцільно широкозахватними агрегатами при спілому ґрунті, щоб не допустити зайвого його ущільнення та руйнування структури. Швидкість руху агрегату під час досходового боронування 6-7 км/год, після сходового - не більше 4 км/год. У багаторічних

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

виробничих до-, слідах ВНДІК встановлено високу ефективність при догляді за соняшником боронування разом з коткуванням, розпушуванням міжрядь і використанням прополювальних борінок. У Степу доцільно розпушувати ґрунт у міжряддях на глибину 6 - 8 см культиваторами КРН-4,2, КРН-5,6, КРН-8,4. Глибоке розпушування (12 - 14 см) призводить до деякого зменшення врожаю. Тому на відносно чистих посівах доцільно проводити неглибокі обробітки, а на засмічених — починати культивацію міжрядь на більшій глибині, поступово зменшуючи її. На полях, де бур'яни знищували восени за системою поліпшеного зябу, достатньо одного-двох розпушувань міжрядь.

1.2.6 Збирання врожаю

У посівах соняшнику рослини досягають нерівномірно. Через 20 - 25 днів після цвітіння вміст олії в насінні досягає максимуму, але накопичення масла триває у міру збільшення маси насіння, яке закінчується на 35 - 40-й день після цвітіння (фаза фізіологічної стиглості). Далі відбувається фізичне випаровування води із сім'янки і настає фаза повної (господарської) стиглості. Для прискорення збирання і одержання сухого насіння посіви обробляють десикантами при середній вологості насіння на пні не більше 30 %. Обприскування рослин десикантами при більш високій вологості насіння погіршує його якості — зменшується маса ядра і врожаю в цілому внаслідок гальмування фізіологічних процесів.

Десикацію проводять через 35-40 днів після повного цвітіння хлоратом магнію (20 кг/га) або реглоном (2 л/га). У вологу осінь, а також у роки епіфітотійного розвитку кошикових форм гнилі збільшують норми хлорату магнію до 25 - 30 кг/га, або реглону — до 2,5 - 3 л/га.

Десикація дає змогу прискорити початок збирання соняшнику на 7 - 8 днів, не зменшуючи врожаю насіння та виходу олії. Через 10 днів після десикації на насінні вже немає залишків хлорату магнію і воно придатне для переробки.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Аналогічні результати одержано при використанні реглону в суміші з аміачною селітрою. Після десикації вологість кошиків зменшувалася більш як утричі.

Десиканти діють швидше при середньодобовій температурі понад 13 - 14 °С. Обробляти посіви ними треба в нежаркий час доби до 9 - 10 і після 15 - 16 год. З екологічної точки зору захід небажаний.

Збирають соняшник у фазі господарської стиглості, коли рослин з жовтими і жовто-бурими кошиками в посівах 12 - 16 %, а з бурими й сухими — 85-88 %. У Степу починають збирати соняшник при середній вологості насіння 12 - 14 % у Лісостепу — 16 - 18 %.

Гібриди досягають дружно, особливо після обробки рослин десикантами. Тому збирання їх починають при вологості насіння 17 - 19 %, а у вологу осінь — 20-22 %.

За 2 - 3 дні до початку збиральних робіт поле обкошують і розбивають на загінки, прокладають транспортні й розвантажувальні магістралі.

Для збирання використовують зернозбиральні комбайни СК-5 «Нива» із спеціальними пристроями ПСП-1,5М чи 34-103А та універсальними ПУН-5 для подрібнення і розкидання стебел по полю. Комбайни ДОН-1200 і ДОН-1500 обладнують пристроями ПСП-8 і ПСП-10. Щоб насіння менше обрушувалось і подрібнювалось, частоту обертання барабана на комбайнах СН-5 «Нива» встановлюють на рівні близько 300 об./хв.

Після первинного очищення на агрегаті ЗАВ-20 чи інших комплексах треба додатково обробити на машинах вторинного й остаточного очищення — СВУ-5, СМ-4, а також на пневмосортувальних столах ПСС-2,5, БПСУ-3.

Сухе й очищене насіння калібрують, що забезпечує висівання заданої кількості насінин у рядки і позбавляє від необхідності проривати рослини. Для тривалого зберігання посівного насіння соняшнику його вологість має бути не більшою 7 - 8 %.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2 ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

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

Для складання 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: насіння, розчинів пестицидів; норми внесення добрив

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

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

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

“Обсяг робіт у фізичних одиницях” (графу 3) визначається в залежності від типу агрегату:

- для технологічних агрегатів (оранка, культивування, 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.

Дата початку роботи D_n та її тривалість обумовлюється агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури і записується у графі 4 і 5. Для лущення ґрунту ці строки становитимуть: початок роботи – 15.VIII, тривалість роботи – 20 днів.

Роботу агрегатів рекомендується планувати в дві зміни. Тривалість зміни $T_{зм}$ при виконанні найбільш важливих і термінових робіт допускається продовжувати робочу зміну до 10 год. Коефіцієнт змінності $K_{зм}$ (графу 6) підраховують за формулою:

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

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

де T_d – тривалість роботи агрегату за добу.

В графу 11 записують витрату палива g_{Π} на одиницю роботи. Витрату палива визначають з типових норм виробітку, або підраховують за формулою:

$$g_{\Pi} = N_{\text{ен}} \cdot q_e \cdot K_3 / W_{\text{зм}}, \quad (2.5)$$

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

q_e – питома витрата палива двигуном трактора, кг/кВт-год.;

K_3 – коефіцієнт завантаження двигуна.

Норма витрати технологічних матеріалів їм (органічні та мінеральні добрива, насіння, пестицидів тощо) визначаються агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури. Ці дані записують в графу 12. Для агрегату лущення стерні технологічні витрати не передбачаються.

Кількість механізаторів m_m і допоміжних робітників m_d , які обслуговують агрегат (графи 13 і 14), визначають в залежності від його складу і рекомендації заводів-виробників машин. Лущення ґрунту передбачається одним механізатором.

В графу 15 записують значення годинної еталонної продуктивності трактора λ .

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

$$n_a = \Omega / W_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot D_p, \quad (2.6)$$

Отримане значення записують в графу 16 технологічної карти.

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (графа 17), підраховують діленням обсягу Ω (графа 3) на кількість агрегатів n_a (графа 13) та добову продуктивність агрегату W_d , тобто

$$D_{\phi} = \Omega / n_a \cdot W_d = \Omega / n_a \cdot W_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}} \quad (2.7)$$

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Поділивши обсяг роботи Ω (графа 3) на нормативну змінну продуктивність агрегату $W_{зм}$ (графа 10), отримують число нормо-змін $N_{зм}$ (графа 18) необхідних для виконання роботи.

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}} \quad (2.8)$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначають за формулами:

$$n_{м} = m_{м} \cdot n_{а} \cdot K_{зм} \quad (2.9)$$

$$n_{д} = m_{д} \cdot n_{а} \cdot K_{зм} \quad (2.10)$$

де $n_{м}$ і $n_{д}$ – відповідно кількість механізаторів (графа 19) та допоміжних робітників (графа 20).

В графу 21 записують кількість палива, необхідну для виконання роботи

$$G_{п} = \Omega \cdot g_{п} \quad (2.11)$$

В графу 22 записують необхідну кількість технологічних матеріалів для виконання роботи

$$G_{м} = \Omega \cdot g_{м}$$

Затрати праці на виконання роботи (графа 23) підраховують за формулою:

$$Z_{п} = (n_{м} + n_{д}) \cdot N_{зм} \cdot T_{зм} \quad (2.12)$$

Виробіток машинно-тракторного агрегату в умовних одиницях $W_{у}$ (графа 24) визначають, помноживши значення годинної еталонної продуктивності λ (графа 15) на кількість відпрацьованих нормо-змін $N_{зм}$ (графа 18) та тривалість зміни $T_{зм}$, тобто

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_y = \lambda \cdot N_{зм} \cdot T_{зм} \quad (2.13)$$

Розрахунок показників технологічної карти покажемо на прикладі операції “Лущення стерні”.

В графу 1 „Шифр операції” проставляємо номер 1. В графу 2 записуємо назву роботи „Лущення”. В графу 3 „Обсяг робіт” записуємо площу поля 60 га.

Дату початку роботи (граф 4) орієнтовно 20.07. Тривалість роботи (граф 5) обумовлюється агротехнікою, і відповідно до агротехнічних вимог ставиться 5 днів. Роботу агрегатів при лущенні стерні плануємо в дві зміни. Тоді тривалість роботи агрегату за добу T_p , год становить 14 годин. Склад вибраного машино-тракторного агрегату Т-150+ЛДГ-15 записуємо в 7 і 8 графу технологічної карти. Змінну норму виробітку 57.3 га/зм (граф 10) та витрату палива на одиницю роботи $q_n = 2.8$ л/га. (граф 11) визначаємо з довідника. При лущенні стерні, технологічні матеріали не витрачаються, тому в графу 12 не записуємо цифрових значень. Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів n_a (граф 16) визначаємо по формулі

$$n_a = 60 / 57,3 \cdot 2 \cdot 5 = 0,1$$

Приймаємо $n_a = 1$ агрегат.

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою

$$n_d = 0 \cdot 1 \cdot 2 = 0 \text{ чоловік.}$$

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (граф 17), підраховують діленням обсягу Ω (граф 3) на кількість агрегатів n_a (граф 13) та добову продуктивність агрегату W_d , тобто

$$D_\phi = 60 / 1 \cdot 57,3 \cdot 2 = 0,5 \text{ дня.}$$

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Приймаємо 1 день.

Підраховуємо кількість відпрацьованих нормозмін по формулі

$$N_{зм} = 60 / 57,3 = 1,05$$

Для луцення стерні умовний виробіток становитиме:

$$W_y = 1,65 \cdot 1,05 \cdot 7 = 12 \text{ у.е.га.}$$

Аналогічно виконавши розрахунки для інших операцій технологічного процесу, їх значення записуємо в технологічну карту.

2.2 Побудова графіка використання тракторів

При побудові графіка використання тракторів по осі абсцис відкладаємо заданий календарний період виконання польових механізованих робіт, а по осі ординат – установлену розрахунком кількість тракторів відповідних марок, що необхідна для виконання запланованого обсягу робіт по операції. Кожній операції на графіку відповідає один прямокутник, основою якого тривалість виконання операції в календарних днях, а висотою – кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції.

Графіки використання всіх запланованих марок тракторів будуємо на одному аркуші та на одній календарній шкалі. Загальна висота їх у перерізу, перпендикулярному осі календарних днів, дорівнює в масштабі кількості тракторів, необхідних у даний момент для виконання запланованих робіт.

Кожний прямокутник кодуємо номером тієї операції, на виконання якої запланований даний трактор.

Побудова графіків використання тракторів, одночасно з визначенням комплексу машин для виконання циклу механізованих робіт, дає можливість визначити завантаження всього тракторного парку підрозділу в заплановані календарні строки виконання будь-якої операції: які трактори і скільки уже заплановано до використання у ці ж строки, які на скільки ще вільні. Це

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

дозволяє ще на ранній стадії складання плану виконання робіт та проведення відповідних розрахунків виявити грубі прорахунки в розподілі тракторів за операціями та помилки в розрахунках, встановити причину підвищеної потреби в тракторах та механізаторах і визначити, яким чином зменшити цю потребу: або “передати роботу” на другу, менш завантажену марку трактора, якщо він може якісно виконати даний вид роботи, або збільшенням тривалості робочого дня в цей період, або зміною інтенсивності роботи в межах агростроку, або зміною виконання процесу.

Після побудови графіка використання тракторів та його коригування по ньому візуально визначаємо найбільшу кількість тракторів кожної марки, що одночасно зайняті на виконанні механізованих робіт, яку й приймаємо за потребу в них.

2.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин

Одночасно або після побудови графіка використання тракторів будуємо графік використання сільськогосподарських машин. Для цього по осі абсцис графіка відкладаємо, як і в першому випадку, календарні дати, а по осі ординат – найменування та марку сільськогосподарських машин та сумарну потребу в цих машинах. Використання сільськогосподарських машин на цих графіках позначаємо лінією, паралельною осі абсцис, довжина якої у відповідному масштабі дорівнює розрахунковій тривалості роботи сільськогосподарської машини на виконанні технологічної операції. Над лінією проставляємо розрахункову кількість тих машин, що використовуємо на даній операції, а під лінією – номер цієї операції в переліку запланованих робіт на даному полі сівозміни.

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

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ОПЕРАЦІЇ ОРАНКИ І АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОЦЕСУ

3.1 Коротка історія розвитку обробітку ґрунту

Історія обробітку ґрунту сягає давніх часів, коли людина вперше за допомогою примітивного знаряддя навчилась вирощувати необхідні їй рослини. Це були прості ручні знаряддя з дерева, кісток тварин чи гострого каменю, за допомогою яких ґрунт неглибоко розпушували і частково обертали, щоб загорнути насіння та знищити небажані рослини. Ці знаряддя були прообразом сучасних мотик

З часом люди почали застосовувати більш-менш прямі палиці із сучком, на який натискували ногою для більш глибокого обробітку. Пізніше такі палиці навчилися загострювати знизу в одній площині, внаслідок чого виникло нове знаряддя — прообраз дерев'яної лопати. Внаслідок обробітку таким знаряддям дещо збільшувалась глибина, ґрунт вже краще розпушувався і більше обертався. При цьому також краще знищувались бур'яни і загортались рослинні рештки та гній. Ручну мотику пізніше замінили ралом, робочим органом якого був прообраз сучасною лемеша. У рало запрягали тварин і обробляли ґрунт уже порівняно глибоко. Збільшення глибини обробітку часто призводило до утворення брил і грудок. Для їх подрібнення людина стала застосовувати волочіння по поверхні ґрунту різних знарядь, які у подальшому перетворилися на коток. Поряд із виникненням котка для загортання насіння почали конструювати знаряддя типу борони, а пізніше і культиваторів для обробітку парів і ґрунту перед сівбою.

Значна засміченість полів і наявність дернини змусили землероба удосконалювати рало, приробляючи до нього дошки різної кривизни, внаслідок чого з'явилося полицеве знаряддя, яке дістало назву сабан або дерев'яний плуг. Глибина обробітку ним була вже в межах 10 - 15 см. Дерев'яні плуги застосовуються ще й нині у деяких країнах Азії та Африки. З

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

появою перших металевих плугів стало можливим обробляти ґрунт навіть до 30-сантиметрової глибини. Далі конструкторська думка була націлена на вдосконалення форми полиць. Натомість прямої з'явилася зігнута полиця, яка згодом набула популярності під назвою англійська. Пізніше було зроблено плуг з гвинтовою полицею, яка порівняно із зігнутою полицею краще обертала ґрунт при оранці задернілих земель. Ще наприкінці XVIII ст. північноамериканський президент Джеферсон спланував для поверхні плуга полицю гіперболічного параболоїда, яку покладено в основу сучасної конструкції плугів для оранки на великих швидкостях.

Велика роль в удосконаленні роботи плуга належить Р. Саксу. У 1863 р. він сконструював плуг з передплужником, за допомогою якого краще загортались у ґрунт рослинні рештки, органічні і мінеральні добрива. Переваги оранки таким плугом порівняно з оранкою плугами без передплужників були незаперечними. І все ж таки система обробітку ґрунту до кінця XIX ст. розвивалась суто емпіричним шляхом. Лише у 1880 р. німецький вчений Е. Вольні, якого вважають засновником агрофізики, розробив теоретичні основи обробітку ґрунту, що далі розвивали вчені П. Костичев, О. Дояренко, І. Ревут та інші.

3.2 Технологічні операції оранки

Технологічна операція — частина технологічного процесу, за якого під час обробітку змінюються лише окремі показники родючості ґрунту або його середовища. Залежно від використання тих або інших плугів під час обробітку ґрунту здійснюють такі технологічні операції: обертання, розпушування, кришення, перемішування, утворення мікрорельєфу на поверхні ґрунту.

Обертання - технологічна операція, яка забезпечує повне (на 180°) або часткове (не менше 135°) обертання шару ґрунту, що обробляється, у вертикальному напрямку. Мета обертання — загортання в ґрунт дернини, добрив і рослинних решток, які є резерваторами збудників хвороб і

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

шкідників, переміщення вниз по профілю верхнього ущільненого чи розпиленого і найбільш засміченого насінням бур'янів шару ґрунту з одночасним винесенням на поверхню збідненої на елементи живлення, але з кращими фізичними властивостями нижньої частини орного шару.

В. Вільямс узагальнив теоретичну основу обертання, основним завданням якого він вбачав переміщення восени розпиленого впродовж вегетаційного періоду верхнього 10-сантиметрового шару ґрунту вниз і вивертання на поверхню нижнього шару з відновленою структурою. Це твердження має місце, коли йдеться про просапні культури. У разі вирощування культур суцільної сівби і особливо багаторічних трав наприкінці вегетаційного сезону внаслідок впливу добре розвиненої кореневої системи вирощуваних рослин структура верхнього шару буде не гіршою, ніж до цього. В такому разі необхідність обертання ґрунту з метою поліпшення структурності верхнього шару відпадає. За таких умов обертання окремих шарів під час полиневого обробітку доцільно проводити з метою запобігання збідненню нижнього шару на елементи живлення і зниженню його родючості. Про це свідчать дані одного з вегетаційних дослідів Уманської ДАА, за якими родючість нижнього (20 - 30 см) шару порівняно з верхнім (0-10 см) у разі полицевого обробітку знижувалась лише на 5,6 %, а безполицевого — на 36,5 — 60,5 %.

Обертати окремі частини орного шару потрібно також з метою зниження або повного усунення шкідливої дії на рослини закисних сполук на важких і надмірно зволжених ґрунтах.

Все наведене вище підтверджує важливу агротехнічну роль полицевої оранки, під час якої ґрунт обертається. Найкраще цю технологічну операцію виконувати за допомогою плугів з гвинтовими полицями і з передплужниками. Водночас на основі численних дослідів і практики сільськогосподарського виробництва в останні десятиріччя доведено недоцільність обертання ґрунту в районах поширення вітрової ерозії.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Розпушування ґрунту — технологічна операція, яка забезпечує збільшення загальної пористості за рахунок нещільного розміщення ґрунтових частинок. Це основна операція під час обробітку ґрунтів, де значення рівноважної щільності вище за оптимальну. Під час розпушування переущільнених ґрунтів за рахунок збільшення некапілярних проміжків зменшується щільність, збільшується їх об'єм та ступінь аерації. Розпушування важких ґрунтів за умов достатнього і надмірного зволоження запобігає утворенню кірки, сприяє посиленню аерації, збільшенню водопроникності, стабілізації теплового режиму, інтенсифікації аеробних біологічних процесів, зниженню капілярного випаровування води ґрунтом. Потрібно періодично розпушувати будь-які ґрунти, оскільки з часом всі вони можуть ущільнитись під дією сільськогосподарських машин і знарядь під час внесення добрив і догляду за культурами, а також самоущільнюватись внаслідок осідання під дією сил тяжіння, опадів тощо. Ґрунти з високим вмістом гумусу і добре оструктурені менше потребують розпушування, ніж з низьким вмістом гумусу. Більш розпушеного стану ґрунту потребують просапні культури (картопля, коренеплоди, кукурудза, соняшник тощо), менш розпушеного — культури суцільної сівби (зернові, багаторічні злакові трави тощо). Ступінь розпушеності ґрунту характеризується щільністю, твердістю і його будовою. У добре розпушеному ґрунті некапілярні пори заповнені повітрям, а капілярні за НВ — водою. Для розпушування всього орного шару використовують плуги, плоскорізи, чизель-культиватори, фрези, а для розпушування тільки верхньої його частини — луцильники, культиватори, борони, ротаційні мотики та ін.

Часто обробіток проводять так, щоб розпушені шари ґрунту чергувались з ущільненими, поєднуючи роботу культиватора і котка (обробіток перед сівбою).

Кришення ґрунту - технологічна операція, яка забезпечує зменшення розміру ґрунтових фракцій. Необхідна така операція в першу чергу на брилистих і грудкуватих ґрунтах для подрібнення брил та великих грудок і

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

доведення верхнього шару до дрібно грудкуватого стану. Особливо гостро стоїть проблема боротьби з бриластістю в районах недостатнього зволоження на ґрунтах з розпиленою структурою. Кришення ґрунту відбувається водночас із розпушуванням і під дією тих самих знарядь. Найактивніше кришиться ґрунт фрезами. Якість кришення залежить від гранулометричного складу, вологості ґрунту, його задерніння, окультуреності, конструкції і швидкості руху знарядь. Важкі і задернілі ґрунти кришаються слабо, що посилюється нестачею вологи. Найкраще ґрунт кришиться за мінімальних показників липкості і зв'язності.

Перемішування ґрунту — технологічна операція, яка забезпечує перемішування між собою ґрунтових часточок по профілю обробітку для утворення однорідного шару ґрунту. Перемішування ґрунту дає змогу уникнути диференціації за родючістю оброблюваного шару внаслідок рівномірного розподілу в ньому рослинних решток, добрив, мікроорганізмів тощо. Перемішування особливо необхідне, якщо до родючого шару частково приорується менш родючий нижче розміщений шар. При перемішуванні у ґрунті створюються умови для кращої мінералізації органічних речовин і більш повного використання важкодоступних поживних речовин за рахунок активізації діяльності мікроорганізмів по всьому профілю орного шару. Внаслідок цього однорідність орного шару сприяє рівномірному росту, розвитку і дозріванню рослин на всій площі посіву. Проте іноді доцільно перемішувати не весь орний шар, а лише окремі його частини, насамперед тоді, коли треба локально внести добрива чи глибоко загорнути насіння бур'янів або проростаючих відрізків кореневищ, при весняно-літньому обробітку парів перед сівбою озимих чи ярих дрібнонасінних культур навесні (щоб не пересушити посівний шар), а також при окремих способах поглиблення орного шару ґрунту.

3.3 Глибина оранки

Дотримання раціональної глибини оранки є запорукою високих урожаїв

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

сілськогосподарських культур.

Від глибини оранки залежать умови життя та врожайність сілськогосподарських культур. Вона впливає на структурний стан ґрунту, зокрема чорноземів, оструктуреність яких може бути поліпшена за рахунок нижньої більш оструктуреної частини орного шару. Проте необхідно пам'ятати, що вплив глибини оранки на оструктуреність різних ґрунтів неоднаковий і залежить від властивостей окремих шарів ґрунту.

Глибока оранка поліпшує фізичні властивості ґрунту: пористість, водопроникність, повітроємність, аерацію тощо. Після глибокої оранки ґрунт краще вбирає вологу опадів. Якщо ж він зораний мілко, значна частина води стікає по схилах, розмиваючи і змиваючи ґрунт. Крім того, з ґрунтів з неглибоким орним шаром швидше випаровується волога.

На ґрунтах з високою водопроникністю поглиблення оранки може і не впливати на їх родючість. Таке ж спостерігається, якщо опадів мало і в ґрунті переважає дифузний рух вологи.

Глибока оранка має велике значення і в умовах надмірного зволоження. Якщо опадів багато, то при мілкій оранці ґрунти надмірно звожуються і рослинам не вистачає повітря. У глибокорозпушений ґрунт краще проникає повітря, що стимулює біологічні процеси і поліпшує поживний режим ґрунту.

Нерідко, особливо на підзолистих та деяких інших ґрунтах, глибші шари містять менше поживних речовин і при поглибленні орного шару рослини можуть терпіти від незадовільних умов живлення. Щоб уникнути цього разом з поглибленням треба вносити добрива, при цьому частину з них у вивернутий менш родючий шар ґрунту.

Дуже важливо й те, що під впливом глибокої оранки поліпшується використання поживних речовин не лише з ґрунту, а й з добрив, які вносяться, завдяки чому посилюється їх ефективність. Це пояснюється тим, що при глибокій оранці добрива потрапляють у більш зволожені шари ґрунту.

Дуже важлива глибока оранка і як засіб боротьби з бур'янами, особливо з осотом рожевим. Під час такої оранки на дно борозни

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

перемішується найбільш засмічена бур'янами верхня частина (0—10 см) орного шару ґрунту. Насіння бур'янів потрапляє при цьому в несприятливі умови і частково гине, а проростки їх, які з'являються на поверхні ґрунту, знищуються наступним обробітком.

Глибока оранка є також одним з ефективних заходів боротьби з шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур. Шкідники з верхніх шарів ґрунту потрапляють у глибші, де й гинуть. Шкідники, які живуть у глибших шарах ґрунту, при вивертанні на поверхню також значною мірою гинуть, частково знищуються птахами тощо.

Багато шкідників відкладають яйця або зимують у певній стадії на стерні, бур'янах, у верхньому шарі ґрунту. До них належать хлібний трач, шведська та гессенська мухи. Глибокою оранкою знищується до 60—70 % таких шкідників. Дуже ефективна глибока оранка під соняшник та інші просапні культури. Гусениці озимої совки зимують у верхньому шарі ґрунту, тому під час зяблевої оранки вони глибоко загортаються в ґрунт, що повністю усуває можливість вильоту метеликів навесні.

Глибока оранка — один з радикальних заходів у боротьбі з пухирчастою сажкою, фузаріозом, нігроспорозом кукурудзи і хворобами хлібних злаків — бурою іржею, борошнистою росою, кореневою гниллю тощо.

Слід зазначити, що глибока оранка ефективна лише за умови, коли поглиблення здійснюють поступово з одночасним внесенням добрив. Різке збільшення глибини оранки навіть при внесенні підвищених норм добрив здебільшого бажаного ефекту не дає. При цьому на перших етапах урожай культур особливо тих, що слабо реагують на поглиблення орного шару, може навіть знижуватися.

Рослини по-різному реагують на товщину орного шару і глибину основного обробітку.

До першої групи культур, які в найбільшій мірі реагують на глибокий основний обробіток ґрунту, належать буряки, соняшник, кукурудза, картопля, бавовник, люцерна, конюшина, вика, кормові боби, баштанні, рицина, просо та

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

інші, тобто корене- і бульбоплоди, а також культури з глибокими стрижневими коренями.

До другої групи культур, які відносно менше реагують на глибокий обробіток, належать озиме жито і озима пшениця, горох, ячмінь, овес, а до третьої - культури, які слабо або зовсім не реагують на глибокий обробіток ґрунту, - льон і яра пшениця.

Отже, оптимальна глибина оранки ґрунту з глибоким гумусовим шаром під цукрові буряки становить 28—32 см, під картоплю і кукурудзу — 25—27, під зернові — 20—22 см.

Періодична зміна глибини оранки запобігає утворенню плужної підшви. Причиною утворення плужної підшви є порушення структурного стану і заповнення проміжків між агрегатами розпилим ґрунтом внаслідок тиску на ґрунт недостатньо загостреного лемеша, п'ятки і колеса плуга, а також ходової частини тракторів і важких машин та знарядь. Утворенню підшви сприяє й те, що на ущільнених плугом прошарках нагромаджуються вимиті з орного шару колоїдні частки, під впливом яких набагато збільшується щільність і зменшується водопроникність підорного шару ґрунту. Ущільнений шар підшви утруднює проникнення в глибші шари вологи, повітря та коріння рослин.

Щоб запобігти утворенню плужної підшви, в сівозміні впроваджують різноглибинну оранку з урахуванням особливостей та вимоги вирощування культур. Періодична зміна глибини оранки має значні переваги порівняно із щорічною оранкою на однакову глибину ще й тому, що при цьому краще здійснюється боротьба з бур'янами.

Глибоку оранку слід проводити 2—3 рази за ротацію сівозміни (раз у 3 - 4 роки), насамперед під цукрові буряки, кукурудзу, картоплю та при переорюванні багаторічних трав. У сівозмінах без багаторічних трав глибоку оранку проводять у двох ланках сівозміни під цукрові буряки та інші просапні культури. Щоб не вивертати наверх насіння бур'янів, загорнуте попередньою глибокою оранкою, на дуже забур'яненних площах наступний глибокий обробіток

плугом треба проводити на 3—5 см мілкіше. Якщо протягом кількох років (2—4) орати на меншу глибину, тоді значна кількість насіння бур'янів у необробленому шарі втрачає схожість.

Слід зазначити, що не на всіх ґрунтах можна відразу орати на глибину, яка б відповідала біологічним особливостям культури. Зокрема, це стосується тих ґрунтів, глибші шари яких мають незадовільні фізичні властивості (ущільнені тощо), кислу реакцію, містять мало поживних речовин і шкідливі для рослин сполуки. Якщо такі ґрунти глибоко зорати, тоді на поверхню вивертаються малородючі шари, що значно погіршує умови росту рослин, і насамперед, проростання насіння. Тому на таких ґрунтах глибину оранки треба збільшувати поступово з одночасним внесенням добрив. Насамперед глибину оранки слід збільшувати на полях, засмічених осотом рожевим та іншими коренепаростковими бур'янами. Глибоку оранку застосовують і на чистих, полях, оскільки без неї можливі сильне забур'янення і погіршення фізичних властивостей ґрунтів.

3.4 Агротехнічні вимоги до оранки

Головна мета оранки - створення сприятливих умов для накопичення вологи і поживних речовин в ґрунті, оптимального повітряного і теплового режиму. Все це сприяє підвищенню родючості ґрунту, а відтак одержанню високого врожаю сільськогосподарських культур.

При оранці необхідно забезпечити повний оборот верхнього шару ґрунту, загорнути в нього не менше, ніж 95 % рослин бур'янів, поживних решток, органічних і мінеральних добрив.

Оброблений шар ґрунту повинен бути помірно пухким. Наявність брил розміром більше 100 см² не повинна перевищувати 15 % поверхні поля. Допустиме відхилення середньої глибини оранки від встановленої не повинно перевищувати на вирівняних полях ± 1 см, на не вирівняних ± 2 , а на схилах вище $5^0 \pm 3$ см.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Оранка повинна бути виконана прямолінійними борознами і мати зливу поверхню. Всі корпуси плуга повинні утворювати борозни однакової ширини і глибини з рівномірною висотою гребенів не вище 5 см. Довжина профілю в поперек оранки не повинна перевищувати 10,7 м на довжині проєкції 10 м.

Огіхи, недообернення пласту і не вирівнянні гребені на зораному полі не допускаються.

3.5 Огляд конструкцій машин для безполицевого обробітку ґрунту

В Україні майже 15 % орних земель обробляють без застосовують полицевих плугів. Безполицевий обробіток ґрунту є базою у ґрунтозахисних технологіях обробітку. Для забезпечення машинами даної технології заводи України розробили і виготовляють комбіновані агрегати за аналогами деяких зарубіжних фірм. За останні роки розроблено і нині налагоджено випуск цілого ряду машин для безполицевого обробітку ґрунту – „Агро-2”, КШН-5,6, КШН-3, КШН-2,2 [2]. Знаряддя з дисковими робочими органами, які змонтовані на окремих стояках – БГН-6, БГН-4, БГД-2,4. Аналогічний агрегат виготовляють на заводі „Білоцерківсільмаш” – АГД-2,3.

Заводи „Агромаш” (Київ) та „Червона зірка” (Кіровоград) виготовляють ґрунторозпушувачі ГРН-3,9, які забезпечують пошарове розпушування ґрунту на глибину 20-22 см, а також їх можна використовувати для культивації.

АТ „Борекс” (м. Бородянка) розробило й рекомендувало до виробництва комбінований ґрунтообробний агрегат АКГ-4, який агрегатується з тракторами класу 3 і якісно виконує технологічний процес.

Заводи „Уманьферммаш” та „Одесасільмаш” випускають плоскорізи – ППР-2,5 та АГ-4 відповідно. Дані агрегати агрегатуються з тракторами класу 3 і їх можна використовувати в технологіях безполицевого обробітку ґрунту.

Заводом „Хмельниксільмаш” розроблені та виготовляються комбіновані швидкісні агрегати АКШ-3,6 і АКШ-5,6 для тракторів класу 3 і 5 відповідно. Агрегати укомплектовані плоскорізальними односторонніми лапами, вихляючими дисками та гнучкою обертовою бороною, яка додатково розпушує і вирівнює ґрунт, знищує і викидає на поверхню бур'яни.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Продуктивність агрегату АКШ-3,6 становить до 6 га/год, агрегату АКШ-5,6 – до 10 га/год. Агрегати забезпечують глибину обробітку ґрунту до 20 см.

Мінімальний обробіток ґрунту найприйнятніший для зон, ґрунти яких схильні до вітрової ерозії та недостатнього запасу вологи, - зони Степу та Півдня України. Проте використання такої технології можливе і в інших зонах України, залежно від кліматичних умов.

Як відомо, фірма „Лемкен” є першою серед заводів – виробників ґрунтообробної техніки, що створила таку конструкцію безполицевого агрегату, який дає змогу за один прохід подрібнити пожнивні рештки, рівномірно перемішати їх з ґрунтом, вирівняти та ущільнити ґрунт, підготувати його для посіву зернових культур [5]. До того ж, цей агрегат є допоміжним засобом для боротьби з бур’янами механічним способом: робочі органи культиватора виносять на поверхню бур’яни разом із кореневою системою і подрібнюють їх.

Чизельні плуги призначені для розпушення ґрунту з поглибленням орного шару, безполицевого обробітку ґрунту та для глибокого розпушення схилів.

Робочими органами плугів є стрічасті і долотоподібні лапи. Розміщують їх на рамі з кроком 40 і 50 см. Глибина обробітку стрічастими лапами 20-30 см, а долотоподібними – 30-45 см [6].

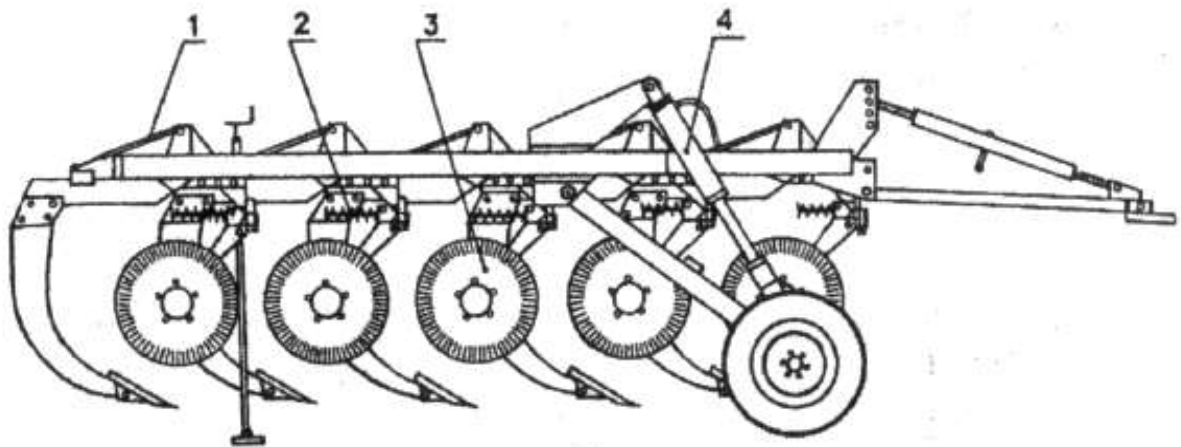
Плуг ПЧ-2,5 складається з п’яти робочих органів, рами з начіпним пристроєм, двох опорних коліс та підставок. На рамі плуга можуть встановлюватись долотоподібні або стрічасті лапи. Робочі органи розміщені у два ряди. При роботі плуга долото розпушувача шириною 70 мм підрізує і піднімає вгору шар ґрунту, а стояк та обтічники розсувають його і розпушують.

Стрічасті лапи мають ширину захвату 270 мм. Встановлюють їх для підрізання бур’янів та більш інтенсивного розпушування ґрунту. Глибину обробітку регулюють гвинтовими механізмами опорних коліс.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		38

При обробці ґрунту чизельними плугами не створюється ґрунтова підшва, покращується аерація ґрунту, зберігається і накопичується волога.

Новий чизельний плуг-глибокорозпушувач моделі 915 фірми John Deere (рис. 3.1) призначений для безполицевого розпушення ґрунту на глибину нижче шару оранки - до 60 см. Плуг обладнано V - подібною рамою з перерізом бруса 127 x 178 x 9,5 мм - для моделі з 5 або 7 стояками робочих органів і з перерізом бруса 178x178x 127 мм - для моделі, з 7, 9,11 і 13 стояками. Стояки робочих органів монтуються на брусі з проміжком між ними 50, 63 і 76 см. Кліренс під рамою становить 101 см, що забезпечує якісну прохідність плуга при великій кількості рослинних залишків. Для підрізання коренів бур'янів стояки робочих органів обладнано додатковими під ґрунтовими ножами шириною 266 мм з кожного боку стояка.



1 - механізм заглиблення лапи після подолання перешкоди; 2 - механізм навантаження дискового ножа; 3 - дисковий ніж із гофрованим ребром; 4 - гідроциліндр підйому опорних коліс

Рисунок 3.1- Чизельний плуг-глибокорозпушувач моделі 915 фірми John Deere.

Чизельні знаряддя захватом завширшки 2,1 - 3,3 м, що випускає фірма Кігру, призначені для основного обробітку ґрунту, розпушування і поглиблення горизонту оранки на глибину 40 - 50 см, а також для витягання

При багаторічному обробітку ґрунту на одну і ту ж глибину більше 50 % ґрунтів зазнають ущільнення підорного шару робочими органами ґрунтообробних знарядь [8].

Ущільнення умовно розділяють на: верхнє (в шарі орного горизонту); плужну підшову (в шарі нижче орного горизонту); ущільнення підорного горизонту (в шарі нижче плужної підшови). Плужною підшовою називають ущільнення ґрунту в шарі, розміщеному нижче проходу лез робочих органів знарядь. Вона починається безпосередньо після границі обробленого шару. Внаслідок ущільнення цей шар ґрунту містить мінімальну кількість пор. В залежності від конструкції робочих органів, маси знаряддя, кількості обробок на одну і ту ж глибину, ступені вологості і механічного складу ґрунту товщина шару плужної підшови може складати 12-17 см [8].

Коріння рослин не може пробити ущільнений шар ґрунту (плужну підшову) і проникнути в нижні шари. Якщо провести спостереження під час вегетаційного періоду, то на рослинах, які вирощуються при зтяжному періоді посухи, раніше, ніж на інших ділянках з'являються ознаки в'ялості, хоч нижні шари ґрунту мають ще достатньо вологи. Це пояснюється тим, що коріння рослин не може досягнути води з глибших шарів ґрунту, так як повітря і волога надходять до рослин по порах, ущільнення нижніх шарів впливає на проникнення води і повітря в усі шари ґрунту.

Якщо сумарна кількість пор, їх форми і розміри зменшуються або змінюється під дією ущільнення, то це чинить опір створенню оптимального співвідношення між повітрям і вологою в ґрунті, і разом з тим забезпеченню сприятливих умов росту і розвитку культурних рослин.

При глибокому обробітку ґрунту чизельними знаряддями плужна підшова руйнується. Внаслідок чого створюються сприятливі умови для оптимального-водно-повітряного балансу. В сильно засушливий період коріння рослин може проникати глибше і використовувати вологу з нижніх шарів ґрунту, а при підвищеному рівні опадів зайва волога з верхніх шарів ґрунту може надходити в нижні шари. При цьому випаровування вологи з

верхніх шарів ґрунту різко зменшується, створюються сприятливі співвідношення між повітрям і водою в ґрунті і разом з тим оптимальні умови для росту культурних рослин.

Чизельне знаряддя навіть при багаторічному обробітку ґрунту на одну і ту ж глибину не сприяє інтенсивному утворенню плужної підшви в ґрунті. Це пояснюється тим, що їх робочі органи мають порівняно малу ширину захвату, а відповідно і малу площу опори на ґрунт по глибині ходу.

На чистих від бур'янів ділянках, наприклад після збирання цукрових буряків і картоплі, глибоке чизелювання може успішно замінити глибоку оранку. Ефективно застосовувати чизельні знаряддя з метою затримання ґрунтової вологи на схилах. При цьому рихлення проводиться поперек схилу. При лемішно-полицевій оранці волога по плужній підшві сходить вниз, практично не затримуючись на схилі.

Після обробітку схилу чизельним плугом профіль дна утворюється складним, пилкоподібним з висотою гребенів до 20 см. Завдяки цьому відбувається акумуляція вологи в борознах, насичення ґрунту вологою.

Висновок

В умовах Лісостепової зони України можна виконувати мінімальний обробіток ґрунту і в тому числі безполицевий. Це дає позитивний результат для підвищення урожайності культур, зменшення затрат і збереження родючості ґрунтів.

Застосування чизельного обробітку ґрунту дозволяє підвищити якість обробітку, зруйнувати плужну підшву, досягти оптимального водно-повітряного балансу в ґрунті. Це приводить до підвищення урожайності культур, родючості ґрунту.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРОБКИ ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ І ЙОГО РОЗРАХУНКИ

4.1 Обґрунтування необхідності розробки ґрунтообробного агрегату

Відомо, що одною з найгостріших проблем сучасного землеробства стала прогресуюча деградація земель, що обробляються. Це негативне явище охопило й українські чорноземи. Так, за останні десятиріччя, через неправильне використання земель середній вміст гумусу в ґрунті, як основного фактора родючості чорноземів, знизився на 30...50 %, а потужність гумусного горизонту зменшилась на 10... 15 см. Все це є наслідком застосування багатьох сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які засновані на багаторазових проходах по полю усе більш важких машинно-тракторних агрегатів, що призводить до руйнування структури ґрунтів, інтенсивного розпилення верхніх та ущільнення їх нижніх шарів.

Суттєвою причиною, яка призводить до прискорення деградації чорноземів є переущільнення ґрунтів. Проходи по полю важких орних агрегатів та інших сільськогосподарських машин сприяють ущільненню ґрунту та призводять до руйнування його структури. Переущільнення проникає і у нижні шари, які знаходяться за межами досяжності ґрунтообробних знарядь загального призначення. Таким чином, щільність орного і підорного горизонтів значно підвищилась, а на ріллі з'явилися важкі брили, які дуже погано піддаються розпушуванню.

В той же час, без обробітку ґрунту неможливо забезпечити високу культуру у рільництві та отримувати високі врожаї сільськогосподарських культур. Тому розв'язання будь-яких технологічних завдань стосовно вирощування сільськогосподарських культур повинно бути пов'язане, насамперед, з «бережливим» режимом дії на ґрунт, із знаходженням шляхів збереження родючості ґрунтів, з покращенням агротехніки вирощування сільськогосподарських культур. Для забезпечення таких бережливих та

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

енергозберігаючих режимів обробітку ґрунту останнім часом з'явилося багато нових технологій з використанням машин з безполицевими робочими органами під різноманітними назвами, а саме: ресурсозберігаюча, енергозберігаюча, екологічне чиста, тощо, які спрямовані на можливість зняти гострі проблеми деградації ґрунтів. Отже, для збереження родючості ґрунтів, особливо при обробітку середніх та важких чорноземів, зменшення енерговитрат та здешевлення технологічного процесу підготовки ґрунту під сівбу, у світі пішли по шляху безполицевого обробітку ґрунту з використанням як одно операційних машин так і комбінованих агрегатів.

Слід признати, що лемішо-полицеві плуги сьогодні на жаль залишаються ще в нашій країні як основні знаряддя для обробітку ґрунту. Оскільки оранка ними сприяє більш швидкому розкладанню органічних речовин, це й приваблює багатьох агрономів та механізаторів, але вони майже не звертають уваги на те, що оранка полицевими плугами веде до втрати гумусу в орному шарі ґрунту. Крім того, робота таких плугів супроводжується значним тиском лемешів та полиць (близько 800... 1000 кПа) на ґрунт, що є вище навіть за контактний тиск, який створюють своїми рушіями трактори та сільгоспмашини. Це призводить до утворення плужної підшви і ущільнення окремих агрегатів (грудок) ґрунту. Дослідами встановлено, що при роботі плугів щільність ґрунту у таких грудках стає в 1.24 рази більше, ніж до обробітку, а твердість ґрунту дна борозни у 1.5...2.0 рази більша, ніж до проходження плуга. Тому світова практика показує, що шлях впровадження ґрунтозахисних технологій лежить в першу чергу через освоєння безполицевого способу обробітку ґрунту, так званого мінімального.

При мінімальному обробітку ґрунту вартість робіт і витрати енергії зменшуються, а екологічно небезпечний рівень ґрунту знижується. Але й у безполицевих робочих органів є свої суттєві екологічні недоліки, які проявляються тим сильніше, чим глибше проникає він у ґрунт.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Безполицеві робочі органи чим глибше проникають у ґрунт, тим нерівномірніше розпушують його по глибині: верхня його частина виявляється неприпустимо грудкуватою.

Отже, певні переваги безполицевого обробітку ґрунту у порівнянні з полицевим наукою і практикою доведені. Але постає при цьому нова задача: як удосконалити безполицевий обробіток, щоб підвищити якість розпушування ґрунту і як розширити універсальність його використання. Під підвищенням якості розпушування ґрунту мається на увазі те, щоб при збільшенні глибини ходу безполицевого робочого органу не збільшувалась грудкуватість у верхньому шарі поля. Під розширенням універсальності машин з безполицевими робочими органами мається на увазі те, щоб такі машини могли якісно готувати ґрунт під сівбу за один прохід як на чистому полі, так і на засміченому рештками рослин після збирання врожаю, а також щоб вони при необхідності могли загортати органічні добрива і рослинні рештки ґрунтом на певну глибину. Ці задачі в дипломному проєкті пропонується вирішити шляхом розробки комбінованого ґрунтообробного агрегату, який являє собою поєднання чизельного плуга і кільчастого котка.

Кільчастий коток, який приєднаний до чизельного плуга руйнує брили, утворені його лапами, подрібнює і сприяє загортанню в ґрунт рослинних залишків, ущільнює нижній і мульчує верхній шар ґрунту і таким чином підготовлює його під посів кукурудзи за один прохід агрегату.

4.2 Обґрунтування параметрів чизельного плуга

З метою зменшення ймовірності забивання рослинними рештками робочих органів чизельного плуга використаємо дворядне розміщення їх на рамі машини, тобто вибираємо двохрядну схему розміщення стрілоподібних лап.

Двохрядна схема розміщення робочих органів забезпечує вільний прохід ґрунту і рослинних залишків між лапами знаряддя.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Як показали випробування найменше забивання чизельних плугів спостерігається при напівкруглій формі профілю поперечного перерізу стояків робочих органів. В цьому випадку рослинні рештки внаслідок тертя з ґрунтом легко сповзають з гладкої поверхні лобової сторони стояків і робочі органи не забиваються. Тому для розробленого знаряддя приймаємо напівкруглу форму профілю поперечного перерізу стояків робочих органів.

За даними [8] найменший тяговий опір чизельного плуга спостерігається при роботі з лапами шириною захвату $b = 0,05$ м, але якість рихлення ґрунту цими лапами незадовільна. Тяговий опір чизельного плуга з лапами шириною захвату $b = 0,07$ м в порівнянні з лапами шириною $b = 0,05$ м виріс на 10,9 – 12,8 %, але при цьому якість рихлення відповідала агротехнічним вимогам. Відповідно до вищевказаного приймаємо ширину захвату лапи $b = 0,07$ м.

З метою забезпечення міцності леза долота і стійкого ходу по глибині передбачаємо верхнє загострення леза долота. Кут загострення леза і знаходиться в межах $20 - 22^{\circ}$ [8]. Приймаємо $i = 20^{\circ}$. Кут різання β_0 визначає здатність лапи до заглиблення її в ґрунт і знаходиться в межах $\beta_0 = 47-52^{\circ}$. Кут кришення ґрунту α знаходиться в межах $\alpha = 25 - 30^{\circ}$. Приймаємо $\alpha = 27^{\circ}$.

Критичну глибину різання визначаємо за формулою:

$$h_k = \mu_1 \cdot b, \quad (4.1)$$

де μ_1 - коефіцієнт, який виражає відношення критичної глибини різання до ширини захвату лапи, $\mu_1 = 5,0$.

$$h_k = 5 \cdot 0,07 = 0,35 \text{ м.}$$

Внаслідок багаторазових проходів орних агрегатів на глибині біля 30 см утворюється плужна підшва, яка перешкоджає проникненню кореневої системи рослин, зокрема соняшнику в більш глибокі шари ґрунту, що впливає

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

на урожайність. Для того щоб зруйнувати плужну підшву приймаємо глибину обробітку $a = 36$ см.

Зона деформації ґрунту з бокових сторін лапи А визначається за формулою:

$$A = 2 h_k + b \quad (4.2)$$

$$A = 2 \cdot 0,35 + 0,07 = 0,77 \text{ м.}$$

Для того, щоб лапи не залишали на поверхні ґрунту необроблених смуг і щоб забезпечувалось суцільне рихлення ґрунту в верхньому шарі, потрібно виконання умови (рис. 4.1):

$$M < A \quad (4.3)$$

де M – відстань між лапами в ряду.

Приймаємо $M = 0,55$ м.

Конструктивну ширину захвату чизельного знаряддя можна визначити за формулою (рис. 4.2):

$$B_k = (n - 1) \cdot M + b, \quad (4.4)$$

де n – кількість чизельних лап, $n = 3$.

$$B_k = (3 - 1) \cdot 0,55 + 0,07 = 1,17 \text{ м.}$$

Робочу ширину захвату визначимо за формулою

$$B_p = B_k + M - b \quad (4.5)$$

$$B_p = 1,17 + 0,55 - 0,07 = 1,70 \text{ м.}$$

Ширина розрихленої смуги визначається за формулою

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

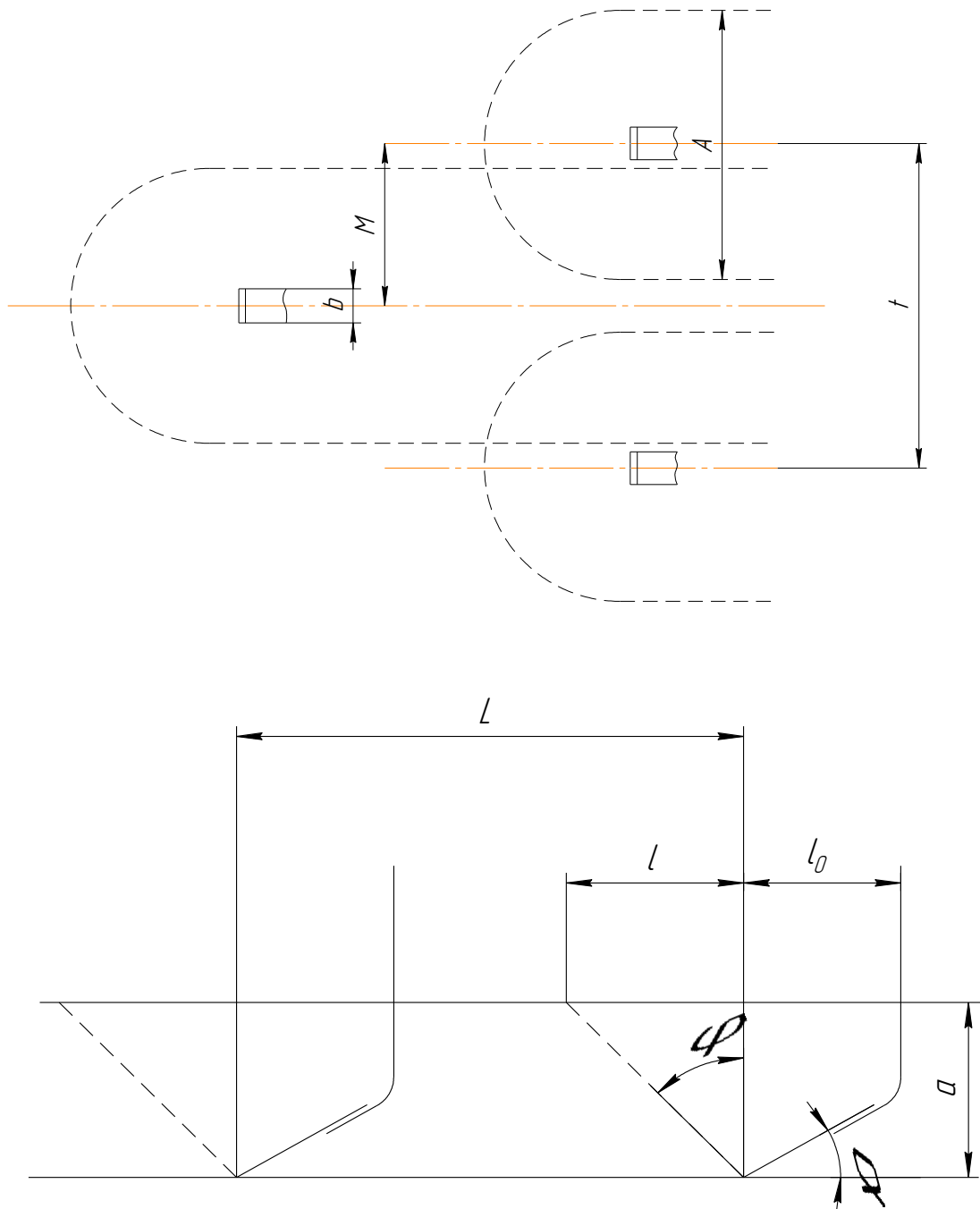


Рисунок 4.1- Схеми до обґрунтування основних параметрів чизельного плуга.

$$B = B_k + 2a . \quad (4.6)$$

$$B = 1,17 + 2 \cdot 0,4 = 2,52 \text{ м.}$$

Заглиблення в ґрунт робочих органів чизеля відбувається під дією його

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$W = S_1 \cdot G_1 \quad (4.8)$$

де S_1 – довжина шляху заглиблення плуга, м.

Підставивши значення з (4.7), одержимо

$$W = S_1 \cdot G \cdot \sin \varepsilon \quad (4.9)$$

З іншого боку роботу W можна визначити за формулою:

$$W = k' \cdot a \cdot b \cdot n, \quad (4.10)$$

де k' - коефіцієнт, який виражає втрати енергії на одиницю площі обробітку, $k' = 15 \cdot 10^3$ Дж/м²;

n – кількість робочих органів, $n = 5$;

b – ширина робочих органів, $b = 0,07$ м;

a – глибина обробітку, $a = 0,4$ м.

Із (4.9) і (4.1), маємо

$$S_1 \cdot G \cdot \sin \varepsilon = k' \cdot a \cdot b \cdot n . \quad (4.11)$$

Звідки,

$$S_1 = \frac{k' \cdot a \cdot b \cdot n}{G \cdot \sin \varepsilon} . \quad (4.12)$$

$$S_1 = \frac{15 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,07 \cdot 5}{9,5 \cdot \sin 6^\circ \cdot 10^3} = 2,2 \text{ м.}$$

Довжину проекції шляху заглиблення лапи на напрямок руху S визначимо за теоремою Піфагора

$$S = \sqrt{S_1^2 - a^2} \quad (4.13)$$

$$S = \sqrt{2,2^2 - 0,4^2} = 2,1 \text{ м.}$$

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Довжину шляху заглиблення плуга L_1 визначимо по останньому робочому органі

$$L_1 = L + S, \quad (4.14)$$

де L – відстань між носками лап по ходу знаряддя, м.

Відстань L можна визначити за формулою:

$$L = a \cdot tg \frac{\alpha + \varphi + \rho}{2} + l_0, \quad (4.15)$$

де l_0 – величина, яка визначається конструктивно, $l_0 = 400$ мм.

$$L = 0,4 \cdot tg \frac{27^\circ + 25^\circ + 40^\circ}{2} + 0,4 = 0,8 \text{ м.}$$

Приймаємо $L = 0,8$ м.

$$L_1 = 0,8 + 2,1 = 2,9 \text{ м.}$$

4.3 Визначення тягового опору плуга

Для розрахунку тягового опору плуга скористаємося формулою:

$$R_n = f \cdot G + K \cdot F_k, \quad (4.16)$$

де f – коефіцієнт опору руху плуга в борозні, $f = 0,4$ [8, с.33];

K – коефіцієнт, який характеризує здатність ґрунтового пласта чинити опір деформації, $K = 40$ кН/м² [8, табл. 3.1];

F_k – площа поперечного перерізу рихлої частини пласта при обробітці ґрунту в шарі до критичної глибини різання, м².

Площу F_k можна визначити за формулою:

$$F_k = h_k \cdot B_k - F_1, \quad (4.17)$$

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де F_1 – площа поперечного перерізу незруйнованих гребенів, м^2

$$F_1 = (n - 1) F_T, \quad (4.18)$$

де F_T – площа гребеня трикутної форми висотою h , м^2 :

$$F_T = \frac{(M - b)^2}{4} \quad (4.19)$$

$$F_T = \frac{(0,55 - 0,07)^2}{4} = 0,06 \text{ м}^2$$

$$F_1 = (3 - 1) \cdot 0,06 = 0,12 \text{ м}^2;$$

$$F_k = 0,35 \cdot 1,17 - 0,24 = 0,17 \text{ м}^2$$

Підставивши відповідні значення в (4.16) ми можемо знайти тяговий опір чизельного плуга

$$R_n = 0,4 \cdot 8,5 + 40 \cdot 0,17 = 10,2 \text{ кН.}$$

Тягова потужність визначається за формулою:

$$N_n = R_n \cdot V_p, \quad (4.20)$$

де V_p – робоча швидкість руху чизельного плуга, $V_p = 2,8 \text{ м/с}$.

$$N_n = 10,2 \cdot 2,8 = 28,3 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт корисної дії чизельного плуга визначимо по такій формулі:

$$\eta_n = 1 - \frac{f \cdot G}{R_n} \quad (4.21)$$

$$\eta_n = 1 - \frac{0,4 \cdot 8,5}{10,2} = 0,67.$$

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висоту стояка робочого органу чизельного плуга можна визначити за формулою [8]:

$$H_c = h_1 + h_2 + a, \quad (4.22)$$

де h_1 – мінімальна висота від нижньої площини рами до поверхні розпушеного ґрунту під час роботи плуга. Для того, щоб рослинні рештки вільно проходили приймаємо $h_1 = 0,3$ м;

h_2 – максимальна величина спущеного шару ґрунту.

$$h_2 = \frac{1}{4} \cdot a, \quad (4.23)$$

$$h_2 = \frac{1}{4} \cdot 0,36 = 0,1 \text{ м}$$

$$H_c = 0,3 + 0,1 + 0,4 = 0,8 \text{ м}.$$

Для двохрядної схеми розміщення робочих органів в шаховому порядку мінімальне число лап, які працюють в суцільному середовищі, можна визначити по формулі [8]:

$$n_c = \frac{n-1}{n_p}, \quad (4.24)$$

де n_p – кількість рядів лап, $n_p = 2$.

$$n_c = \frac{3-1}{2} = 1.$$

Для того, щоб плуг рухався стійко на необхідній глибині і ширині захвату, його потрібно обладнати опорними пристроями (колесами), число яких повинно бути не менше, ніж число ступенів свободи.

Начіпний чизельний плуг має дві ступені свободи, тому його обладнаємо

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двома колесами. Чизельний плуг має поздовжню вісь симетрії, тому умову його рівноваги потрібно розглядати в поздовжньо-вертикальній площині.

4.4 Розрахунок циліндричної гвинтової пружини котка

У запропонованій конструкції агрегату коток підпружинюється двома гвинтовими циліндричними пружинами. Для забезпечення найкращої роботи цієї конструкції потрібно розрахувати параметри пружини.

Податливість циліндричних пружин пропорційна їхньому індексу C . Практичне застосування мають пружини з індексом $C = 4 \dots 12$. Для збільшення податливості індекс C беруть якомога більшим. Збільшуючи індекс пружини певної жорсткості, можна зменшити довжину пружини збільшенням її діаметра, а зменшуючи індекс, можна зменшити діаметр збільшенням довжини пружини. Для нашої конструкції вибираємо пружину з індексом 5.

Для розрахунку на міцність розглянемо силові фактори, що діють у перерізі витка, навантаженого силою P пружини (рис. 4.3). За умовою рівноваги нижньої частини пружини визначаємо, що у довільному перерізі витка діють крутний момент $T = 0,5PD$ та поперечна сила P , які спричинюють відповідно кручення та зріз витка. Нехтуючи кутом підйому витків α , який для більшості пружин розтягу та стиску менший ніж $10-12^\circ$, а також напруженнями зрізу від поперечної сили, напруження кручення витків визначають за виразом відомим з курсу опору матеріалів

$$\tau = \frac{T \cdot K}{W_p} = \frac{8 \cdot P \cdot D \cdot K}{(\pi \cdot d^3)}, \quad (4.25)$$

де K – коефіцієнт, що враховує кривизну витків;

W_p – полярний момент опору перерізу витка, $W_p = \pi d^3 / 16$;

d – діаметр витків (дроту) пружини;

D – середній діаметр пружини.

Коефіцієнт K беруть залежно від індексу C пружини із співвідношення [12]

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$K = 1 + 1,4/C \quad (4.26)$$

Умову міцності витків пружини запишемо у вигляді [12]

$$\tau = \frac{8 \cdot P \cdot D \cdot K}{(\pi \cdot d^3)} \leq [\tau], \quad (4.27)$$

де $[\tau]$ - допустиме напруження кручення для матеріалу пружини.

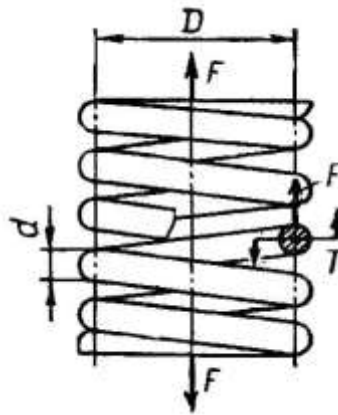


Рисунок 4.3- Навантаження витків пружини розтягу.

Потрібний діаметр дроту пружини визначимо за формулою

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot P \cdot D \cdot K}{(\pi[\tau])}}. \quad (4.28)$$

Якщо в умові (4.28) врахувати, що $D/d=C$, то формулу для визначення діаметра дроту пружини можна записати у вигляді

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot P \cdot K \cdot C}{(\pi[\tau])}}. \quad (4.29)$$

Допустимі напруження для пружин залежать від матеріалу пружини, характеру зміни навантаження та ступеня відповідальності пружини. Циліндричні гвинтові пружини відповідального призначення виготовляють здебільшого з дроту підвищеної та високої міцності. Для таких навантажених

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

статично пружин допустимі напруження беруть: при розрахунку витків на кручення $[\tau]_c = 0,5\sigma_b$; при розрахунку на згин $[\sigma]_c = 0,5\sigma_b$.

Під час роботи на пружину дообрізчика діють змінні навантаження, тому допустимі напруження вибираємо з умови запобігання втомному руйнуванню. У такому разі рекомендують брати [12]

$$[\tau] = [\tau]_c \cdot K_L, \quad [\sigma] = [\sigma]_c K_L, \quad (4.30)$$

де $[\tau]_c$, $[\sigma]_c$ – допустимі напруження при статичному навантаженні пружин;

K_L – коефіцієнт довговічності, залежить від числа циклів N_u навантаження пружини за строк її служби та коефіцієнтів асиметрії циклів R .

Із [12] вибираємо границю міцності дроту $\sigma_b=1100$ МПа, коефіцієнт $K_L=0,4$, орієнтуючись на виготовлення пружини із пружинного дроту III класу міцності діаметром 3-4мм. Тоді допустиме напруження витків

$$[\tau]=0,5 \sigma_b K_L=0,5 \cdot 1100 \cdot 0,4=220\text{МПа.}$$

Якщо попередньо взяти індекс пружини $C'=5$, то матимемо коефіцієнт, що враховує кривизну витків (4.26)

$$K'=1+1,4/5=1,3.$$

Тоді з (4.29) визначаємо діаметр дроту

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 65,3 \cdot 1,3 \cdot 5}{(3,14[220])}} = 4,2 \text{ мм.}$$

Знайдене значення d округлюємо до значення у стандартному ряду діаметрів дроту для виготовлення пружин, $d=5$ мм.

Діаметр дроту пружини дає змогу визначити середній та зовнішній діаметри пружини:

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$D = C d = 5 \cdot 5 = 25 \text{ мм};$$

$$D_3 = D + d = 25 + 5 = 30 \text{ мм}.$$

Осьову пружну деформацію пружини (розтяг або стиск) під дією навантаження P можна знайти як добуток кута закручування витків пружини та середнього радіуса пружини $0,5D$

$$\lambda = 0,5D \cdot \theta = \frac{0,5 \cdot D \cdot M \cdot \pi \cdot D \cdot i}{(G \cdot I_p)}, \quad (4.31)$$

де i – кількість робочих витків пружини;

G – модуль пружності при зсуві матеріалу пружини (для сталі $G = 8 \cdot 10^4$ МПа);

I_p – полярний момент інерції перерізу витка пружини, $I_p = \pi d^4/32$.

Виражаючи I_p через d та враховуючи, що $D/d = C$, вираз для осьової пружної деформації пружини (4.31) можна записати у вигляді

$$\lambda = \frac{8 \cdot P \cdot D^3 \cdot i}{(G \cdot d^4)} = \frac{8 \cdot F \cdot C^3 \cdot i}{(G \cdot d)}. \quad (4.32)$$

Відношення навантаження P до осьової пружної деформації λ пружини – це жорсткість k пружини. Із виразу (4.32)

$$k = \frac{G \cdot d^4}{(8 \cdot D^3 \cdot i)} = \frac{G \cdot d}{(8 \cdot C^3 \cdot i)}. \quad (4.33)$$

З виразу (4.32) можна визначити потрібну кількість робочих витків пружини, якщо відоме значення λ

$$i = \frac{G \cdot d^4 \cdot \lambda}{(8 \cdot P \cdot D^3)} = \frac{G \cdot d \cdot \lambda}{(8 \cdot P \cdot C^3)} \quad (4.44)$$

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Для того, щоб правильно розрахувати та підібрати пружину, необхідно визначити її робочу характеристику (рис. 2.8), на якій повинні бути зазначені: λ_{\min} , λ_{\max} — відповідно мінімальна та максимальна розрахункові деформації пружини; P_{\min} , P_{\max} , P_{cp} — відповідно мінімальне, максимальне і розрахункове навантаження та граничне навантаження на пружину (при посадці витків у пружинах стиску і за міцністю витків у пружинах розтягу).

Для пружин розтягу, виготовлених із щільним (закритим) навиванням витків, початковий натяг (притискання сусідніх витків) визначається із рівності $P_0 = (0,2 \dots 0,3) P_{гр}$. Граничне навантаження для пружин розтягу та стиску приймають $P_{гр} = (1,1 \dots 1,2) P_{\max}$.

$$\text{Граничне навантаження} \quad P_{гр} = 1,2 \cdot P = 1,2 \cdot 175 = 210 \text{Н.}$$

Потрібна кількість витків пружини при деформації $\lambda = 20 \text{мм}$

$$i = 8 \cdot 10^4 \cdot 3^4 \cdot 20 / (8 \cdot 175 \cdot 15^3) \approx 73.$$

При такому навантаженні розрахункове напруження у витках пружини вибраних параметрів

$$\tau = \frac{8 \cdot 78,36 \cdot 15 \cdot 1,3}{3,14 \cdot 3^3} = 144,2 \leq [\tau] = 220 \text{МПа.}$$

Решту розмірів пружин обчислюємо та такими формулами:

- довжина робочої частини ненавантаженої пружини

$$H_p = i \cdot d, \quad (4.45)$$

$$H_p = 73 \cdot 5 = 365 \text{мм;}$$

- повна кількість витків

$$i_0 = i + (1 \dots 2), \quad (4.46)$$

$$i_0 = 73 + 2 = 75;$$

										Арк.
										59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ					

- довжина ненавантаженої пружини

$$H_0 = i_0 \cdot d + 2 \cdot h_B, \quad (4.47)$$

де $h_B = (0,5 \dots 1) \cdot D$ — висота одного вушка,

$$H_0 = 75 \cdot 5 + 2 \cdot 30 = 435 \text{ мм};$$

- довжина пружини при максимальному розрахунковому навантаженні

$$H = H_0 + \lambda_{\max} = H_0 + (P_{\text{так}} - P_0) / k = H_0 + 8 C^3 i (P_{\text{так}} - P_0) / (G d), \quad (4.48)$$

$$H = 255 + 8 \cdot 5^3 \cdot 73 (175 - 65,3) / (8 \cdot 10^4 \cdot 3) = 520,97 \text{ мм}.$$

При максимальному осьовому навантаженні $P = 78,36 \text{ Н}$ мінімальний зазор між витками

$$\Delta = 0,2 \lambda / i, \quad (4.49)$$

$$\Delta = 0,2 \cdot 20 / 73 = 0,05 \text{ мм}.$$

Крок витків ненавантаженої пружини

$$h = \lambda / i + d + \Delta, \quad (4.50)$$

$$h = 20 / 73 + 5 + 0,05 = 5,32 \text{ мм}.$$

Кут підйому витків

$$\alpha = \frac{\arctg[h / (\pi \cdot D)]}{(8 \cdot F \cdot D^3)}, \quad (4.51)$$

$$\alpha = \arctg[3,32 / (3,14 \cdot 30)] = \arctg[0,0705] = 4,03^\circ.$$

Для гвинтових циліндричних пружин розтягу або стиску з дроту круглого перерізу можна використовувати також табличний метод визначення розмірів за відомими навантаженнями (ГОСТ 13765—86).

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

Розраховуємо економічну ефективність від використання розробленого комбінованого агрегату, який включає чизельний плуг та зубчастий коток. Агрегатується агрегат з трактором МТЗ-80. За базовий варіант приймаємо агрегат, який включає зазначений трактор і полицевий плуг ПЛН-3-35.

При визначенні ціни розробленого агрегату приймемо до уваги наступне. Оскільки запропонований агрегат включає дві машини, а саме: чизельний плуг шириною захвату 1,7 м та зубчастий коток, то його ціна буде складатися із ціни плуга і котка. Розроблений чизельний плуг має масу 570 кг (див. граф. частину проекту). В конструктивному плані і за складністю виготовлення він подібний до чизельного плуга ПЧ-2,5 Кам'янець - Подільського заводу сільськогосподарських машин. Ціна плуга ПЧ-2,5 становить 1997 ум. од., а його маса 950 кг. Тоді, ціна розробленого плуга буде становити $\frac{1997}{950} \cdot 570 = 1198$ ум. од. або 9580 грн. Запропонована конструкція котка, який входить в склад агрегату, подібна до серійного кільчасто-зубчастого котка КЗК-10 з шириною захвату 10 м. Світова ціна котка КЗК-10 становить 7066 ум. од. Тоді, враховуючи, що ширина захвату нашого котка становить 1,7 м, будемо мати, що його ціна буде становити $\frac{7066}{10} \cdot 1,7 = 1200$ ум. од. або 9600 грн. Отже, ціна розробленого агрегату буде становити $9580 + 9600 = 19180$ грн.

Нормативне річне завантаження чизельних плугів становить 480 год. Відрахування на реновацію у обох типів плугів становить 14,4 %, а норма відрахувань на ремонти і ТО - 20 %.

Світова ціна плуга ПЛН-3-35 становить 325 ум. од. або 2600 грн., нормативне річне завантаження 200 год.

Ціна трактора МТЗ-80 становить – 101600 грн. Нормативне річне завантаження – 1600 год. Відрахування на реновацію – 10 %. Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування – 8 %, на капітальний ремонт 5%.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Продуктивність розробленого чизельного плуга в агрегаті з трактором МТЗ-80 становить 1,3 га/год при питомих витратах палива 14,5 л/га. Продуктивність базового агрегату (МТЗ-80+ПЛН-3-35) становить 0,7 га/год при тих же витратах палива.

Затрати праці на виконання операції визначимо за формулою:

$$z_{\text{п}} = \frac{m}{W_{\text{г.ек}}} \quad (7.1)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу.

Затрати праці при оранці будуть становити:

у базового агрегату

$$(z_{\text{п}})^{\text{б}} = \frac{1}{0,7} = 1,43 \text{ люд.-год/га,}$$

в нового агрегату

$$(z_{\text{п}})^{\text{н}} = \frac{1}{1,3} = 0,77 \text{ люд.-год/га.}$$

Питомі, прямі експлуатаційні витрати $C_{\text{пнт}}$ грн./га, на виконання механізованих робіт визначається за формулою:

$$C_{\text{пнт}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{пмм}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{кто}}, \quad (7.2)$$

де $C_{\text{оп}}$ – питомі прямі експлуатаційні витрати грошових коштів на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$ – вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

$C_{\text{ра}}$ – відрахування на реновацію (повне відрахування) складових елементів машинно-тракторного агрегату в цілому грн./га;

$C_{\text{кто}}$ – відрахування на капітальний і поточний ремонт та технічне обслуговування по всіх складових елементах машинно - тракторного агрегату.

Оплата праці обслуговуючого персоналу визначимо за формулою:

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{оп}} = \frac{mf}{W_{\text{зм}}} \quad (7.3)$$

де f – оплата праці за змінну норму виробітку, грн.;

m – кількість обслуговуючого персоналу, осіб;

$W_{\text{зм}}$ – змінна норма виробітку, га.

Базовий і новий агрегат обслуговує тракторист; оплату праці яким здійснюють по VI розряду тарифної сітки із розрахунку 35,3 грн. за норму виробітку.

Тоді, будемо мати $C_{\text{оп}}^{\text{б}} = \frac{1 \cdot 35,3}{4,9} = 7,02$ грн./га.

$$C_{\text{оп}}^{\text{н}} = \frac{1 \cdot 35,3}{9,1} = 3,88$$
 грн./га.

Вартість витрачених паливо мастильних матеріалів, грн./га можна визначити за формулою:

$$C_{\text{ПММ}} = C_{\text{к}} g_{\text{га}} \quad (7.4)$$

де $C_{\text{к}}$ – комплексна ціна палива з урахуванням основного палива, пускового бензину і мастил, $C_{\text{к}} = 6,4$ грн./л;

$g_{\text{га}}$ – витрата палива, л/га.

Звідси, вартість витрачених ПММ для обох агрегатів буде становити

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 14,5 \cdot 6,4 = 92,80$$
 грн./га.

Відрахування на реновацію машини в агрегаті $C_{\text{ра}}$ грн./га визначимо за формулою:

$$C_{\text{ра}} = \frac{\alpha_{\text{рт}} \cdot B_{\text{т}}}{100 \cdot W_{\text{га}} \cdot t_{\text{т}}} + \frac{\alpha_{\text{рм}} \cdot B_{\text{м}}}{100 \cdot W_{\text{га}} \cdot t_{\text{м}}}, \quad (7.5)$$

де $\alpha_{\text{рт}}$ і $\alpha_{\text{рм}}$ – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідно трактора і машини, %;

$B_{\text{т}}$ і $B_{\text{м}}$ – вартість відповідно трактора і машини, грн.;

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

$W_{га}$ – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

t_T і t_M – зональне річне завантаження відповідного трактора і робочої машини, год.

Відрахування на реновацію для базового і нового агрегату, будуть становити:

$$(C_{ра})^б = \frac{10 \cdot 101600}{100 \cdot 0,7 \cdot 1600} + \frac{14,4 \cdot 2600}{100 \cdot 0,7 \cdot 200} = 11,74 \text{ грн./га,}$$

$$(C_{ра})^н = \frac{10 \cdot 101600}{100 \cdot 1,3 \cdot 1600} + \frac{14,4 \cdot 19180}{100 \cdot 1,3 \cdot 480} = 9,31 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на капітальний і поточний ремонт, а також технічне обслуговування, $C_{кго}$ грн./га обчислюється за формулою:

$$C_{кго} = \frac{\alpha_{кт} \cdot B_T}{100 \cdot W_{г.ек} \cdot t_T} + \frac{1}{100 \cdot W_{г.ек}} \cdot \left(\frac{\alpha_T \cdot B_T}{t_T} + \frac{\alpha_M \cdot B_M}{t_M} \right), \quad (7.6)$$

де $\alpha_{кт}$ – норма річних відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

α_T і α_M – норма річних відрахувань на поточний ремонт від балансової вартості відповідно трактора і робочої машини, %.

Відрахування на капітальний і поточний ремонти і технічне обслуговування, будуть становити:

$$(C_{кго})^б = \frac{5 \cdot 101600}{100 \cdot 0,7 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 0,7} \cdot \left(\frac{8 \cdot 101600}{1600} + \frac{20 \cdot 2600}{200} \right) = 15,51 \text{ грн./га,}$$

$$(C_{кго})^н = \frac{5 \cdot 101600}{100 \cdot 1,3 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 1,3} \cdot \left(\frac{8 \cdot 101600}{1600} + \frac{20 \cdot 19180}{480} \right) = 12,50 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, питомі прямі експлуатаційні витрати для базового агрегату становлять

$$(C_{штг})^б = 7,02 + 92,80 + 11,74 + 15,51 = 127,07 \text{ грн./га.}$$

									Арк.
									64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ

Для нового агрегату прямі експлуатаційні витрати становлять

$$(C_{\text{пит}})^{\text{н}} = 3,33 + 92,80 + 9,31 + 12,50 = 117,94 \text{ грн./га.}$$

Зниження питомих прямих затрат при впровадженні розробленого агрегату будуть становити 9,13 грн/га.

Питомі капіталовкладення визначимо за формулою:

$$K_{\text{п}} = \left(\frac{Ц_{\text{T}}}{t_{\text{T}} W} + \frac{Ц_{\text{М}}}{t_{\text{М}} W} \right), \quad (7.7)$$

де $Ц_{\text{T}}$, $Ц_{\text{М}}$ – відповідно, ціна трактора і машини, грн.

Підставивши дані, будемо мати наступні питомі капіталовкладення:

для базового агрегату

$$K_{\text{п.б.}} = \frac{101600}{1600 \cdot 0,7} + \frac{2600}{200 \cdot 0,7} = 109,28 \text{ грн./га,}$$

для нового агрегату

$$K_{\text{п.н.}} = \frac{101600}{1600 \cdot 1,3} + \frac{19180}{480 \cdot 1,3} = 79,59 \text{ грн./га.}$$

Економію питомих капітальних вкладень від використання запропонованого агрегату визначимо за формулою

$$K = K_{\text{п.б.}} - K_{\text{п.н.}} \quad (7.8)$$

$$K = 109,28 - 79,59 = 29,69 \text{ грн./га.}$$

Річний економічний ефект від впровадження розробленого комбінованого агрегату визначимо за формулою:

$$E_{\text{р}} = [(C_{\text{пит. б.}} + EK_{\text{п.б.}}) - (C_{\text{пит. н.}} + EK_{\text{п.н.}})] W t_{\text{м}}, \quad (7.9)$$

де E - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень,
 $E=0,15$.

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$E_p = [(127,07 + 0,15 \cdot 109,28) - (117,94 + 0,15 \cdot 79,59)] \cdot 1,3 \cdot 480 \approx 8470 \text{ грн.}$$

Оскільки використання запропонованого комбінованого агрегату не вимагає додаткових капітальних вкладень, то термін окупності їх визначати не доцільно.

Результати розрахунків економічної ефективності від використання запропонованого агрегату зведемо в таблицю.

Таблиця 7.1 – Основні економічні показники проекту

Назва показників	Агрегат		Відхилення +, -
	МТЗ-80 + ПЛН-3-35	МТЗ-80 + комбінов. агрегат	
Вартість машин в агрегаті, грн	2600	19180	16580
Продуктивність, га/год.	0,70	1,30	0,60
Затрати праці, люд.-год./га	1,43	0,77	- 0,66
Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	127,07	117,94	- 9,13
В т.ч.: - оплата праці	7,02	3,33	- 3,69
- відрахування на реновацію	11,74	9,31	- 2,43
- затрати на ремонт і ТО	15,51	12,50	- 3,01
- затрати на ПММ	92,80	92,80	0
Питомі капіталовкладення, грн./га	109,28	79,59	- 29,69
Річний економічний ефект, грн.		8470	

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що від використання запропонованого комбінованого агрегату може бути одержаний річний економічний ефект в сумі 8470 грн.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз сучасної ґрунтообробної техніки показує, що розроблено і застосовується велика і різноманітна кількість ґрунтообробних машин. Це дозволяє зробити правильний їх вибір в конкретних виробничих умовах для забезпечення високих і стабільних врожаїв сільськогосподарських культур.

2. В умов України необхідно застосовувати мінімальний обробіток ґрунту з використанням чизельних плугів, які мають ряд переваг в порівнянні з традиційним полицевим плугами, що підтверджується багатьма науковими дослідженнями і виробництвом.

3. Розроблений комбінований ґрунтообробний агрегат, який включає чизельний плуг і кільчастий коток. Конструкція розробленої машини дає можливість суттєво підвищити інтенсивність кришення ґрунту в порівнянні з існуючими полицевими і безполицевими знаряддями без загрози подальшого руйнування його структури. Це дозволяє використати його для передпосівного обробітку ґрунту під різноманітні культури, зокрема і соняшник. При цьому він поліпшує якість обробітку ґрунту і його водно-повітряного режим.

4. Розроблені заходи по охороні праці можуть бути використані в господарстві при проведенні інструктажів з техніки безпеки на робочому місці перед початком польових робіт.

5. Доцільність використання розробленого комбінованого агрегату підтверджується економічним ефектом, який становить 8470 грн, при умові використання його згідно нормативного річного завантаження.

					<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нова сільськогосподарська техніка. / В.А.Ясенецький, В.С.Куліш, Н.П. Мечта і ін.; За ред. В.А. Ясенецького – К.: Урожай, 1991. – 320 с.
2. Тронь М., Кошеленко І. Сучасна техніка для ґрунтообробки //Пропозиція, №3.- 2002.- с.97 – 102.
3. Тронь М., Кошеленко І. Сучасна ґрунтообробна техніка // Пропозиція. - № 8-9. – 2002. – с. 90 – 91.
4. Стречен С. Сільськогосподарська арифметика, або кілька думок про „заорані” гроші // Пропозиція. - № 8-9. – 2002. – с. 92 – 93.
5. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини.- К.: Урожай”. – 1994. – 448 с.
6. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетр. держ. аграрний ун-т. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
7. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, П.А.Джолос та ін.; За ред. В.Ю.Ільченка і Ю.П.Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
8. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку та норми виробітку та витрат палива на збиранні сільськогосподарських культур та стаціонарні роботи, книга 4 /За ред. В.В.Вітвіцького. – К.: Тов. “Комплекс Віта”, 1997. – 667 с.
9. Хайлис Г.А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин. – К.: УСХА, 1992. – 236 с.
10. Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.];за ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 № 1/11 – 545)- К.: Агроосвіта, 2015. – 665 с.

					ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

11. Докуніхін В.З., Бурдейний В.С., Загузов М.М./Проектування раціональної організаційної структури та структури управління підприємствами технічного сервісу АПК – Київ: ДАУ, 2014 р. – 60с.
12. Калашников О.Г., Лацек И.В. Ремонт машин. – Київ.: “Вища школа”, 1983.
13. Практикум з ремонту машин / О. І. Сідашенко, О. А. Науменко, А. Я. Поліський та ін.; За ред. О. І. Сідашенка, О. А. Науменка. – К.: Урожай, 1995. – 224 с.
14. І.Ф. Педченко, ОЛ. Сідашенко, О.А. Науменко, П.С. Сиромятніков, В.М.Власовець, ОЛ. Трішевський, А.В. Хар'яков. Організація виробничих процесів ремонтних підприємств. Навчальний посібник. – 2008 р. - 198 с.
15. Справочник по ремонтно-обслуговуючому виробництву АПК. – Київ.: “Урожай”, 1988.
16. Сірій І.С., Колісник В.С. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. – К.: Урожай, 1995. – 263 с.
17. Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Мартиненко О.Д. та ін. Практикум з ремонту машин та обладнання. Методичні рекомендації та завдання щодо виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми навчання – Х: ХНТУСГ, 2015 – 196 с.
18. Дипломне проектування з ремонту машин агропромислового комплексу. Навчальний посібник для виконання дипломних проектів з ремонту машин при підготовці фахівців із напрямку: 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» І.М. Бендера, А.М. Оленюк, та ін./ За редакцією: І.М. Бендери, А.М. Оленюка. - Кам'янець-Подільський: 2012. - 480 с.
19. Надійність сільськогосподарської техніки: Підручник. Друге видання, перероблене і доповнене: /М.І. Черновол, В.Ю. Черкун, В.В. Аулін та ін.; Заг. ред. М.І. Черновола. – Кіровоград: КОД, 2010. – 320с.: ил.

						<i>ДПАІС 23.07.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			69

ДОДАТКИ