

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.312.001.66

«ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО
ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри к.т.н. доцент
Гуменюк Ю.О.
Кафедра сільськогосподарських

машин та системотехніки ім. П.М.

Василенка

(назва кафедри)

« » 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
(пояснювальна записка)

на тему: «ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНИХ
ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЛУГА ПДД – 1,2»

Спеціальність 133 «Агроінженерія»
Спеціалізація
Магістерська програма _____

Програма підготовки _____

(Освітньо-професійна програма, освітньо-наукова)

Керівник магістерської роботи

к.т.н. старший викладач
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Курка Віталій Петрович
(ПІБ)

Виконав студент групи 2002 Д _____

(підпис)

Тур Віталій Сергійович
(ПІБ студента)

КИЇВ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Кафедра сільськогосподарських
машин та системотехніки ім. П.М.
(назва кафедри)

Гуменюк Ю.О. к.т.н., доцент
(ІПБ, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

« » 20 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Туру Віталію Сергійовичу
(Прізвище, ім'я та по-батькові)

Спеціальність 133 «Агроінженерія»

Спеціалізація

Магістерська програма

Програма підготовки

(Освітньо-професійна програма, освітньо-наукова)

**Тема роботи: «ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК
КОНСТРУКТИВНИХ**

ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЛУГА ПЛД – 1,2»

затверджена наказом ректора НУБіГУ України від «01» 02 2021р. №189С»

Термін подання студентом магістерської роботи 15/05/2022р.
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи – технічні характеристики дискових корпусів плуга, літературні джерела, патенти, нормативні документи.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Розділ 1. Огляд технологій і машин при дисковому оброботку ґрунту.
2. Розділ 2. Передумови удосконалення плуга ПЛД-1,2.

3. Розділ 3. Розрахунок конструктивних та технологічних параметрів плуга ПЛД-1,2А.
4. Розділ 4. САПР та силовий аналіз конструкції дискового корпусу плуга.
5. Розділ 5. Охорона праці та навколишнього середовища.
6. Розділ 6. Економічна ефективність.

Перелік графічного матеріалу (за потреби)
Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ р.

Керівник магістерської роботи _____ Курка Віталій Петрович
(підпис) (ПІБ)
Завдання прийняв до виконання _____ Тур Віталій Сергійович
(підпис) (ПІБ)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП..... Ошибка! Закладка не определена.

1.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ОГЛЯД ПРИ ДИСКУВАННІ ГРУНТУ 7

1.1. Аналіз взаємодії дискових робочих органів з ґрунтом..... 7

1.2. Аналіз конструкцій дискових робочих органів..... 11

2.ПЕРЕДУМОВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛУГА ПЛД-1,2..... 25

2.1. Аграрно-технічні вимоги та призначення машин, що удосконалюються ... 25

2.2. Обґрунтування геометричних параметрів дискового плуга..... 26

3.РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЛУГА ПЛД-1,2..... 33

3.1. Розрахунок гвинтової пружини в виді циліндра..... 33

3.2. Розрахунок різьбових з'єднань..... 38

3.3. Розрахунок на міцність зварних з'єднань..... 40

3.4. Обґрунтування геометричних та конструктивних параметрів корпусу плуга з дисковою полицею..... 43

4.САПР ТА СИЛОВИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІ ДИСКОВОГО КОРПУСА ПЛУГА..... 52

4.1.САПР виконує такі функції:..... 52

4.2. Основні принципи створення САПР..... 53

4.3 Силовий аналіз корпусу плуга з дисковою полицею..... 69

5.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА..... 70

5.1. Охорона праці в господарстві..... 70

5.2. Охорона праці при роботі з дисковим плугом..... 71

5.3.Охорона навколишнього середовища при виконанні оранки дисковими плугами..... 75

6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ..... 78

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Різноманіття ґрунтово-кліматичних умов, сільськогосподарське районування, необхідність постійного підвищення родючості сільськогосподарських угідь обумовили різноманітність ґрунтообробних

знарядь різних типів і конструкцій. Одним із лідерів у цій галузі є ґрунтообробні агрегати з дисковими робочими органами. Проаналізувавши будову відомих корпусів дискового плуга, було виявлено їх основні недолки, а саме: зниження надійності конструкції корпусу диска та збільшення у разі виникнення перешкод

без механізму зняття з землі вартості відновлення конструкції. У зв'язку з цим пропонується конструкція пружинної стійки для додаткового захисту відомих робочих органів під час обробітку ґрунту.

Мета роботи: Підвищити надійність конструкції корпусу плуга та зменшити витрати на його ремонт.

Цілі дослідження :

1. Проаналізувати конструкцію дискового обробітку ґрунту;
2. У процесі агро-технічних досліджень встановити функціональний зв'язок між геометричними параметрами та конструктивними параметрами рами та режимом роботи сошника;
3. Визначити економічну ефективність введення дискового плуга для змішування післяжнивних решток з ґрунтом.

Об'єктом дослідження є процес взаємодії дискового корпусу плуга з ґрунтом.

Предметом дослідження є зв'язки геометричних та конструктивних параметрів стійки з режимами роботи корпусу плуга і процесом обробітку ґрунту.

Наукова новизна:

Підтверджуються конструктивні параметри вдосконаленої конструкції корпусу плуга з дисковою полицею з урахуванням його режиму роботи, я запропонував нову конструктивну форму — підпружинену стійку для обробітку ґрунту дисковим плугом ПЛД-1,2, спрямовану на забезпечення якісного обробітку ґрунту та підвищення надійності конструкції.

1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ОГЛЯД ПРИ ДИСКУВАННІ ҐРУНТУ

1.1. Аналіз взаємодії дискових робочих органів з ґрунтом

Так як ґрунтообробка все ще є енергозатратним процесом, розвиток ґрунтової обробки спрямований на відкриття нових або вдосконалення конструкцій корпусів плуга, яка сприяє кращому збиранню пожнивних решток, покращує якість обробки ґрунту за рахунок додаткового розпушення ґрунту в процесі транспортування та загалом знижує енергоефективність [11].

Аграрні вимоги на умови оранки [18, 20]:

- для ґрунтів з різними фізико-механічними властивостями, з твердістю до 3,5 МПа в зрілому ґрунті і вологістю до 23% в лушеному шарі, що дозволяє здійснювати технологічний процес .;
- для полів після однорічних і багаторічних трав, зернових, овочевих і технічних культур, пасовища або трави не перевищують 25 см у висоту і нахил не перевищує 8°.

Показники якості:

- забезпечення повного перевертання скиби на глибину 18-30 см;
- підрізання пожнивних залишків та бур'янів – 100 %;
- глибина загортання пожнивних решток 12-15 см від поверхні оранки при глибині обробітку 22-30 см;
- перевертання пласту повне, кількість фракцій розміром до 50 мм – не менше 75 %;
- середньоквадратичне відхилення глибини ґрунтообробітку – не більше 2 см;
- гребнистість – не більше ніж 5 см.

Використовуючи різні типи обробки ґрунту [20] та різні типи знарядь для обробки ґрунту [23], зміна глибини під час поверхневого обробітку ґрунту становила максимум 8 см, 8 - 16 для неглибокого обробітку ґрунту, 16 - 24 для дрібного і 24 - 80 для глибокого обробітку ґрунту.

Результати структурного та агрегатного аналізу показали, що різні основні методи обробітку ґрунту по-різному впливали на цей показник. [10].

Оранка та рихлення можуть бути суцільними і полівесовими. Оранка поділяється на лушення, плантаж, безполицеву оранку, ярусну оранку.

В Україні за останні 20-30 років розроблена так звана диференційована система землеробства, заснована на поверхневих (0-8 см), неглибоких (8-16 см), середніх (16-24 см) шарах.

Цю поверхню називають поверхнево дисерсним (подрібненим) шаром ґрунту, а найважливішою її властивістю є родючість. Під родючістю розуміють здатність ґрунту задовольняти потреби вирощуваних культур у поживних речовинах, воді, повітрі та теплі протягом усього вегетаційного періоду.

Ґрунт є багатофазним середовищем з певними тепловими, хімічними та енергетичними запасами для живих організмів. Склад ґрунту включає в себе три основні стадії: тверду, рідку та газоподібну. Тверда фаза має складну будову: крім мінеральної містить органічну частину (гумус), а також мікрофауну та макрофлору.

Рідка фаза в основному складається з водних розчинів неорганічних солей і органічних солей і кислот, а газова — з повітря, що містить різні гази і водяну пару.

Як згадувалося раніше, ґрунт є чистим тілом. Вміст ґрунту — це відношення об'єму всіх заповнених водою та повітрям до загального об'єму ґрунту.

Розрізняють некапілярні та капілярні лопання. Некапілярні пори — це проміжки між агрегатами ґрунту та окремими структурними групами. Некапілярні пори більшого розміру не перекривають дощову воду і під дією сили тяжіння вільно стікають в нижній шар ґрунту, а щілина заповнюється повітрям. Капіляри в

основному складаються зі структурних агрегатів і згустків, які мають дуже маленький розмір і можуть добре затримувати дощову воду. Підземні води піднімаються на поверхню через капіляри.

Ґрунтове повітря, що заповнює великі пори, повільно стикається з атмосферним повітрям і реагує на зміну температурного режиму, атмосферного тиску, вологості повітря.

Основним джерелом води для живлення та життєдіяльності рослин є ґрунтова волога. У ґрунті є чотири основних типи води: зв'язана вода, капілярна вода, вільна вода (гравітаційна) та пар. Зв'язана вода (невільна вода) розташована в тонкому шарі навколо частинок ґрунту і міцно утворюється

шляхом адсорбції. Капілярна вода утворюється в найтонших порах капілярів усередині агломерованих капілярів. Під дією сили капілярна вода може переміщатися в напрямку положення капілярів у ґрунті розриву. Пастеризована вода існує в підземному повітрі у вигляді водяної пари. Пар завжди в русі і може рухатися пасивно за допомогою повітряного потоку.

Тверді мінеральні елементи ґрунту – це частинки різного розміру, класифікація яких (за Качинським І.А.) наведена в таблиці 1.2 [30]

Таблиця 1.2

Структурний склад ґрунту (за Качинським І.А.)

Фракція	Діаметр фракцій, мм
Каміння	≥ 3
Гравій	1-3
Пісок	0.05 – 1.0
Пил	0.001 – 0.05
Мул	0.0001 – 0.001
Колоїди	≤ 0.0001

Відсотковий вміст твердих мінеральних елементів у компонентах ґрунту характеризує тип ґрунту та фізико-механічні властивості. Тому ґрунти з високим відсотком ниткоподібних частинок є важкими. Ґрунти з високим піковим вмістом характеризуються як легкі ґрунти. За механічним складом найбільш цінними є суглинкові та супіщані ґрунти з вмістом мулистих частинок від 10 до 40. Відповідно до класифікації І. А. Качинського, ґрунти, як правило, поділяють на такі основні типи відповідно до частки частинок у «Фізичній глині» () і «Фізичних пісках» () (9клад.1.3).

Розрізняють ґрунти структурні та безструктурні. Структурні ґрунти можна поділити на окремі грудки, гранули різного розміру, форми та утворити об'єми ґрунту з різними типами складених агрегатів, які істотно впливають на їх цілісність.

Таблиця 1.3. Класифікація 10 класом за гранулометричним 10 класом

Тип ґрунту	Вміст частинок „фізичної глини” та „фізичного піску”, %	
	„Фізична глина”	„Фізичний пісок”
Пісок незв’язний	0—5	100—95
Пісок зв’язний	5—10	90—95
Супісок	10—20	80—90
Суглинок легкий	20—30	70—80
Суглинок середній	20—45	65—80
Суглинок важкий	30—60	40—70
Глина легка	40—75	25—60
Глина середня	50—85	15—50
Глина важка	>65	<35

Фізичні властивості походження фізико-механічних зв’язків не належать до об’єкта дослідження і предмета вивчення стану напруженості та деформації ґрунту при зміні його фізико-механічних властивостей під впливом механічної дії іноземної техніки. Тому слід враховувати лише ті властивості ґрунту, які можуть бути змінені під час механічного обробітку ґрунту. Як згадувалося

раніше, ґрунт є чистим тілом. Розрізняють некапілярні і капілярні розриви.

Некапілярні пори — це проміжки між ґрунтом та окремими структурними групами. Некапілярні пори більшого розміру не перекривають дощову воду і під дією сили тяжіння вільно стікають в нижній шар ґрунту, а порожнечі заповнюються повітрям. Капіляри в основному складаються зі структурних агрегатів і згустків, які дуже малі і можуть добре затримувати дощову воду. Підземні води піднімаються на поверхню через капіляри.

Результатом процесу обробітку ґрунту є зміна його фізико-механічних властивостей. Завдяки механічній дії допоміжного органу ґрунтообробника на

грунт можна змінювати функціонально-взаємопов'язані щільність твердої фази, щільність та питомий об'єм. Залежно від мети ведення господарства ці значення необхідно збільшувати або зменшувати [22].

Механічний ґрунтообробіток виконується за рахунок взаємодії робочого органу і ґрунтового середовища. Для формалізації цієї взаємодії необхідно розділити її на два послідовні процеси. Перше — створити напружений деформаційний стан, а друге — забезпечити рух ґрунту в просторі й часі. Під час першого та другого процесів змінюються фізико-механічні властивості ґрунту.

1.2. Аналіз конструкцій дискових робочих органів

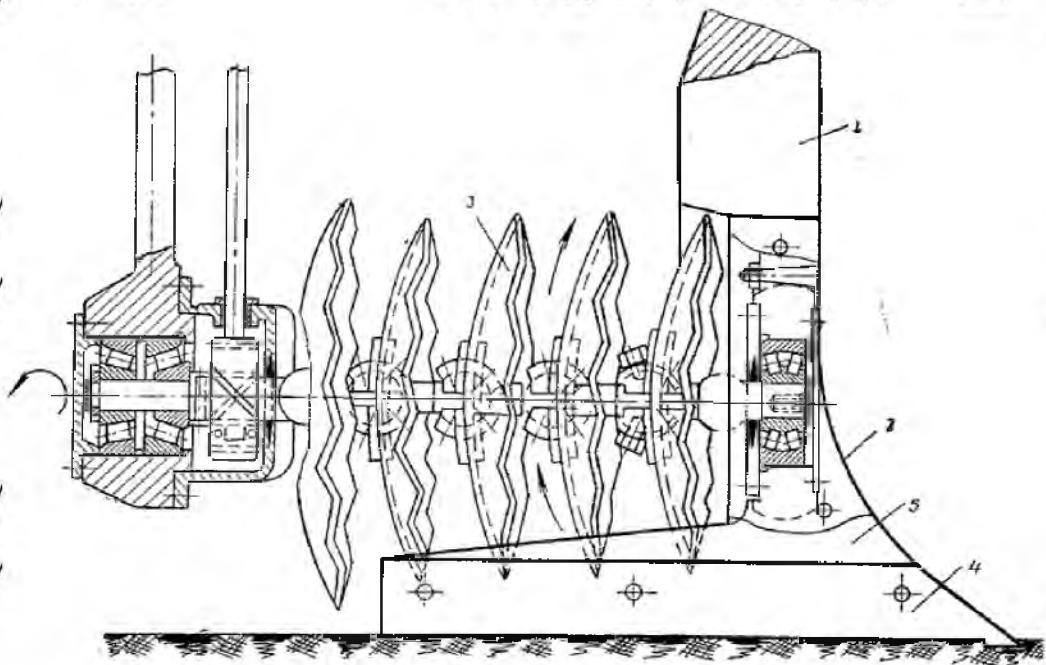


Рис. 1.1 Корпус плуга з активною полицею [47]

Березін Н.Г., Корсаков В.А. та Магомедов А.Х. у 1968 запропонували нову конструкцію корпусу плуга з активною полицею. За стійкою 1 корпусу плуга 2 встановлений ротаційний розпушувач 3 з горизонтальною віссю обертання (рис. 1.1).

Під час роботи леміш 4 зрізає пласт ґрунту, рухається по нижній частині грудини 5, потрапляючи на нещільні елементи стійки, що обробляє його. Тим часом рослинні залишки викидаються на

поверхню ґрунту, допомагаючи запобігти вітровій ерозії.

Розпушувач з дисками у вигляді сфер передбачає також регулювання кута атаки дисків.

Сінеоков Г.Н., Кирюхін В.Г., Мільцев А.І., Горбов В.Ф., Шаповалов Н.Р.,

Єгоров А.М., Камардін В.Н., Лаптев Ю.П., Чирков Г.Н. у 1968 р. запропонували

нову конструкцію корпусу плуга, яка була з'єднана з лемішем 1, двоскладовою складеною полицею – кришкою для основи 2 і гідрофобною пластини 3, гідрофобна

пластина прикручена до основи болтами (рис. 1.2). Кожух виконаний з

лопати 4 і середньої найбільш зношеної частини крила. Грудина полиці 5 виконана як окрема частина, прикріплена до самої полиці, і не має гідрофобного пластикового покриття.

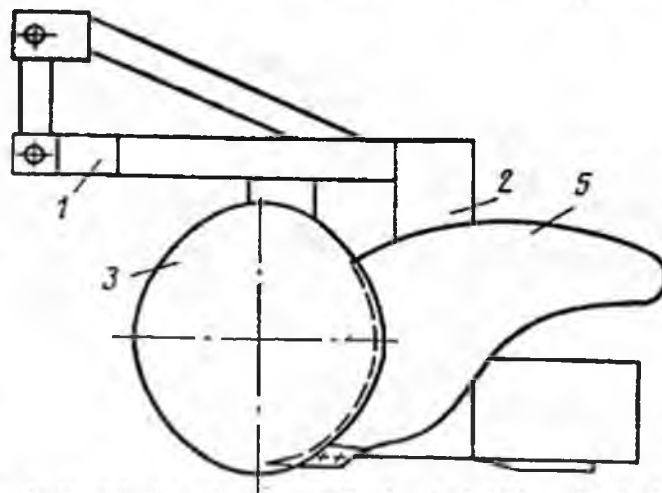


Рис. 1.2 Плуг лісовий [48]

У 1971 р. Лейден Р. І. (Ленінградський НДІ лісового господарства) розробив конструкцію плуга, що складається з рами 1, корпусу рами плуга 2 і вільно обертається на осі сферичного диска 3, який знаходиться під кутом до напрямку руху ґрунту та робоча поверхня леміша з нижньою кромкою диска під лезами леміша (рис. 1.2 - 1.3).

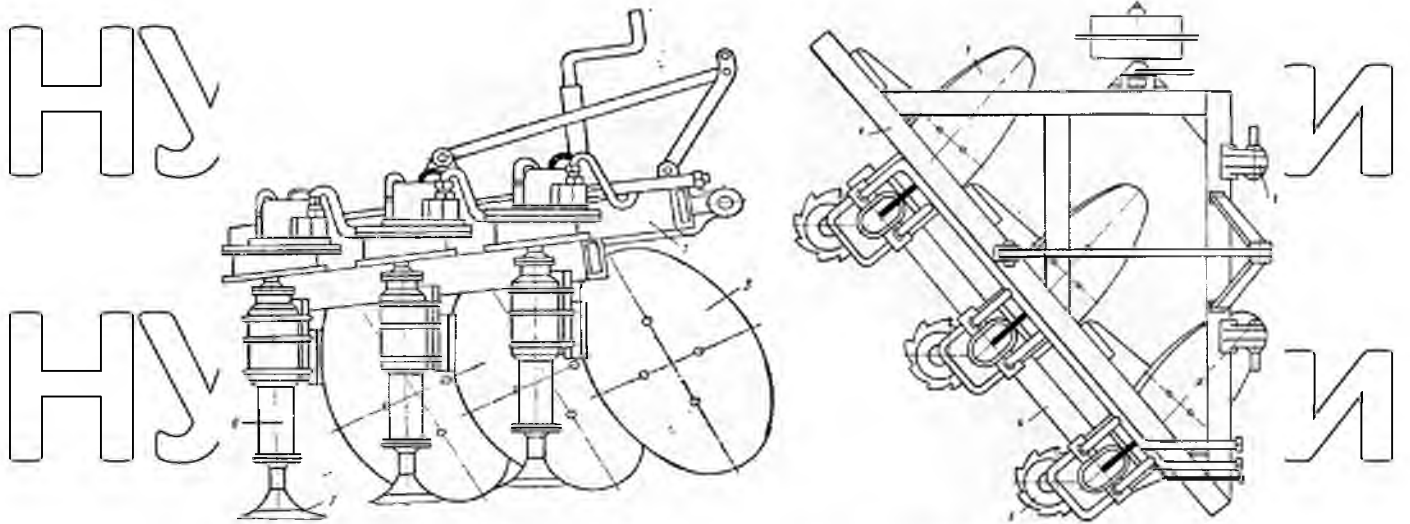


Рис. 1.3 Дисківий плуг [48]

Дисківий плуг, запропонований Гайнановим Т. С. і Сафіуллінім Н. А. 1972 р., який складається з рами 1 і монтажного механізму 2 і сферичного дискового корпусу 3, встановлених з невеликим нахилом. За основним кожухом на балці 4 розташований обертовий робочий орган 5 виконаний у вигляді вертикального валу 6, нахиленого по горизонталі, і в нижній його частині сферичний диск 7, що обертається гідромотором або ВВП трактора. (рис. 1.3).

Осьовий нахил горизонту за допомогою дисків через позитивний задній кут різання може пошкодити ґрунт через деформацію різання та сміття.

При переміщенні дискового плуга шар ґрунту знімається і відкидається вбік в невеликій кількості, робочий орган, що обертається за ним, зрізає решту гребнів 8, розпушує і відкидає на дно борозни, що утворилася спереду. Дно стає хвилястим без ущільненої підшви, що добре для зволоження.

Напрямок обертання поворотного робочого органу 5 можна вибрати проти годинникової стрілки і за годинниковою стрілкою.

Якщо під дією сили реакції ґрунту під час подрібнення його повертати проти годинникової стрілки, то бічна сила основного корпусу на стінку борони зменшиться, а умови роботи значно

погіршаться. Тому комбінація цього робочого механізму може не тільки підвищити якість агротехніки, а й значно знизити тяговий опір і підвищити стійкість руху.

У 1972 році Сафіулін Н.А., Зарінов С.Х., Шаріпов Р.М. запропонували нову комбіновану конструкцію корпусу плуга, що складається з леміша 1, короткої рами 2, приводного шківця 3, ролика 4, нещільного зуба 5 зі маточиною 6, ексцентрика 7 і механізму регулювання положення зуба 8. (рис. 1.4).

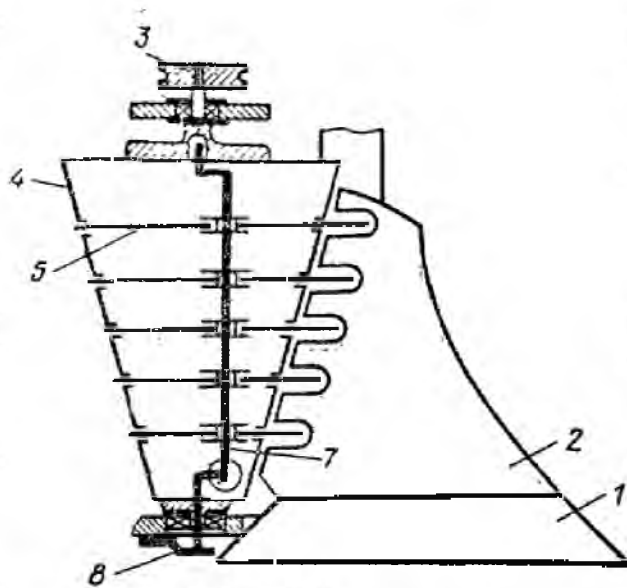


Рис. 1.4 Корпус комбінованого плуга [49]

Провертання колінчастого вала змінює вплив ослаблених зубів на товщину всього шару між барабаном і рамою, забезпечуючи потрібну якість руйнування ґрунту.

Благіров С. В., Карпов В. П., Франкштейн Б. М., Шмельов Е. М., Ельгурт Я. Б. (Московський інститут інженерів сільського господарства ім. В. П. Горькіна) запатентували конструкцію ґрунтообробного знаряддя в 1973 році. На рамі 1, закріпленої знизу, сферична опора 2 з верхньою опорною пластинкою 4, що входить в центральний паз стійки 3, притискається до нижньої частини дискової пружини 5, що спирається на скло 6, закріплене на рамі. Рама має обмежувач повороту 7, який взаємодіє з стійкою (рис. 1.5).

Роторний плуг лемішевого типу був запропонований у 1990 році Гордієнком Б.Г., Димитровим А.В., Брусльовим А.М. (Науково-виробниче об'єднання «Ставропольське поле»), що складається з рами 1, що являє собою корпус плуга 2 з лемішем 3, полицю 4 і ротор 5 (рис. 1.73). Кожен ротор має три ряди ріжучих зубів 6. Ротор встановлений перед полицевою поверхнею рами корпусу 2 плуга і нахилений вперед, до краю поля 7 корпусу 2, так що вісь 5 ротора розташована в більшому положенні. Відстань від верхнього краю полиці 8 до нижнього краю 9.

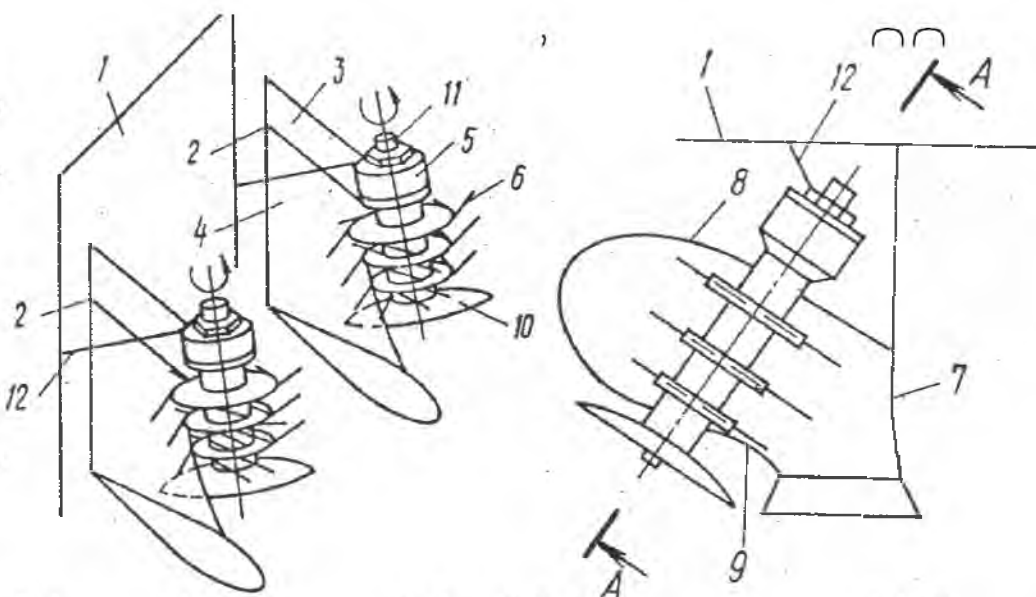


Рис. 1.5 Лемішно-роторний плуг [50]

Зубці 6 ротора 5 встановлені на однаковій відстані від поверхні 4 полиці. На нижній частині ротора 5 розташована опукла пластина 10. Кожен ротор 5 вільно спирається на вал 11.

На початку леміш 3 занурюється в землю і зрізає пласт на горизонтальній площині, утворюючи нижню поверхню пласта.

Одночасно із поглибленням лемішів 3 заглиблюється також кулачок 10 ротора 5 за рахунок нахилу ротора 5 вперед (у бік руху). Якщо ротор 5 встановити вертикально, то диск 10 буде паралельно поверхні ґрунту, і заглиблення не спостерігатиметься. Нахил ротора 5 до краю поля 7 сприяє зрізанню шару дисками 10 без скупчення ґрунту перед

ним, тому підрізаний шар рухається до поверхні полиці, яка також підтримується дисками 10 і потім рухається. Ротор 5 обертається на своєму поверхневому шарі. Це до тих пір, поки леміші не заглиблені на глибину обробки.

Кулієв Г.Ю., Кузнецов Ю.А., Алекперов І.Т., Гаджієв Я.Г. та Гумбатов І.Г. (Азербайджанський інститут механізації та електрифікації сільського господарства) у 1990 р. розробили конструкцію корпусу плуга зі стійками у вигляді конвеєрних стрічок (рис. 1,74). Корпус плуга складається з рами 1 лемеша 2. У корпусі полиці - конвеєр 3 має приводний механізм 4. Конвеєр утворює поверхню полиці. З'єднання ламелей 5 з нижньою ланцюгом 6 транспортера 3, шарнірне з'єднання 7, а з'єднання з верхнім ланцюгом 8 - шарнірне 9.

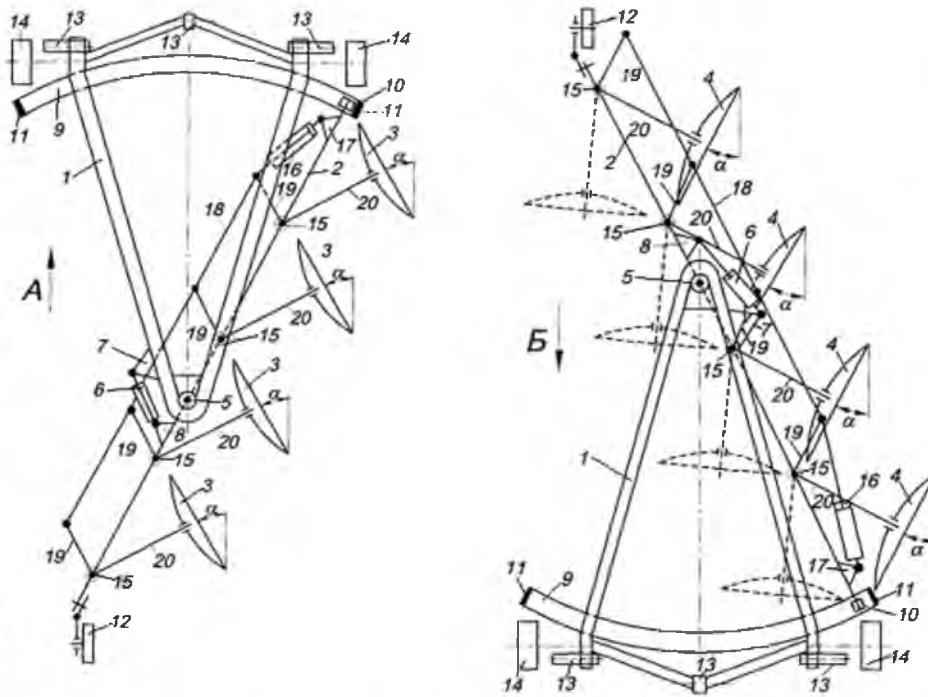


Рис. 1.6 Поворотний дисковий плуг для гладкої оранки [33]

Окрім того, передня поворотна штанга 2 спирається на вигнуту передню планку 9 рами 1 і рухається вздовж неї в крайнє ліве і праве положення. Вигнута балка 9 рами 1 має П-подібний профіль, всередині якого котяться ролики 10 обертової балки 2. На кромці

криволінійної балки 9 рами 1 П-подібний профіль закритий упором 11, який обмежує рух роликів 10 і, отже, переміщення обертової балки 2 в крайніх положеннях. Задній поворотний важіль 2 спирається на заднє самовстановлюєче колесо 12.

Передня рама плуга 1 має три точки кріплення 13 до механізму кріплення трактора. Крім того, опорні колеса 14 встановлені на передній частині рами 1. Опорне колесо 14 і заднє самовирівнюєче колесо 12 мають механізми зміни глибини обробітку. Вигнуті балки 9

П-подібного профілю рами 1 кріпляться до нижньої сторони рами 1

для забезпечення перекочування роликів 10 поворотної балки 2 у своїх крайніх положеннях. Диски 3 і 4 встановлені в напрямку плуга під кутом атаки і позначені стрілками «А» і «В» відповідно. Крім

того, диски 3 і 4 встановлені на валах 20, з'єднаних з стійками 15, які

шарнірно з'єднані з обертовими тягами 2 і можуть повертатися на кут

6 за допомогою гідроциліндрів 16, які разом з кронштейнами 17 обертають штоки 2, 18. А важіль є поворотним механізмом колони 15 дискових корпусів 3 і 4.

У 2007 р. автори Волошко М.І., Порохом Є.В., Волошко М.М. з Луцького державного аграрного університету презентували нову конструкцію та запатентували конструкцію корпусу плуга з вібролемішем.

Вібраційний відвал плугового типу складається з долотовидних, трапецієподібних або іншої форми лемешів 1, а форма леза має зубчасту форму 2 або пряму 3. Спинка 4 лемеша 1 зігнута під прямим кутом, через отвір у спинці проходить болт 5, леміш 1 закріплений на кронштейні 7 рухомої рами 6 через болт 5, а кронштейн 7 складений.

Шток 9 рухомої рами 6 проходить через отвір на балці 10 і жорстко закріплений на нижній частині стійки корпусу плуга. Будь-які відомі засоби (механічні, пневматичні, гідравлічні, електромеханічні та ін.) підключені до приводного стрижня 8 рухомої рами 6, за допомогою якого рухома рама 6 і прикріплений леміш 1 можуть приводитись в

зворотно-поступальний рух, коливаючий (вібраційний) рух площини лемеша.

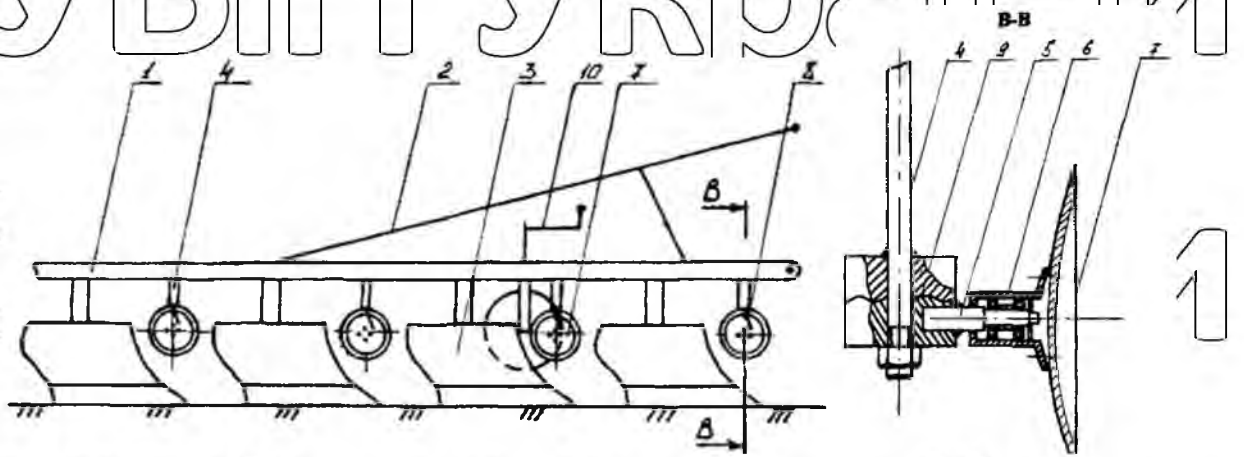
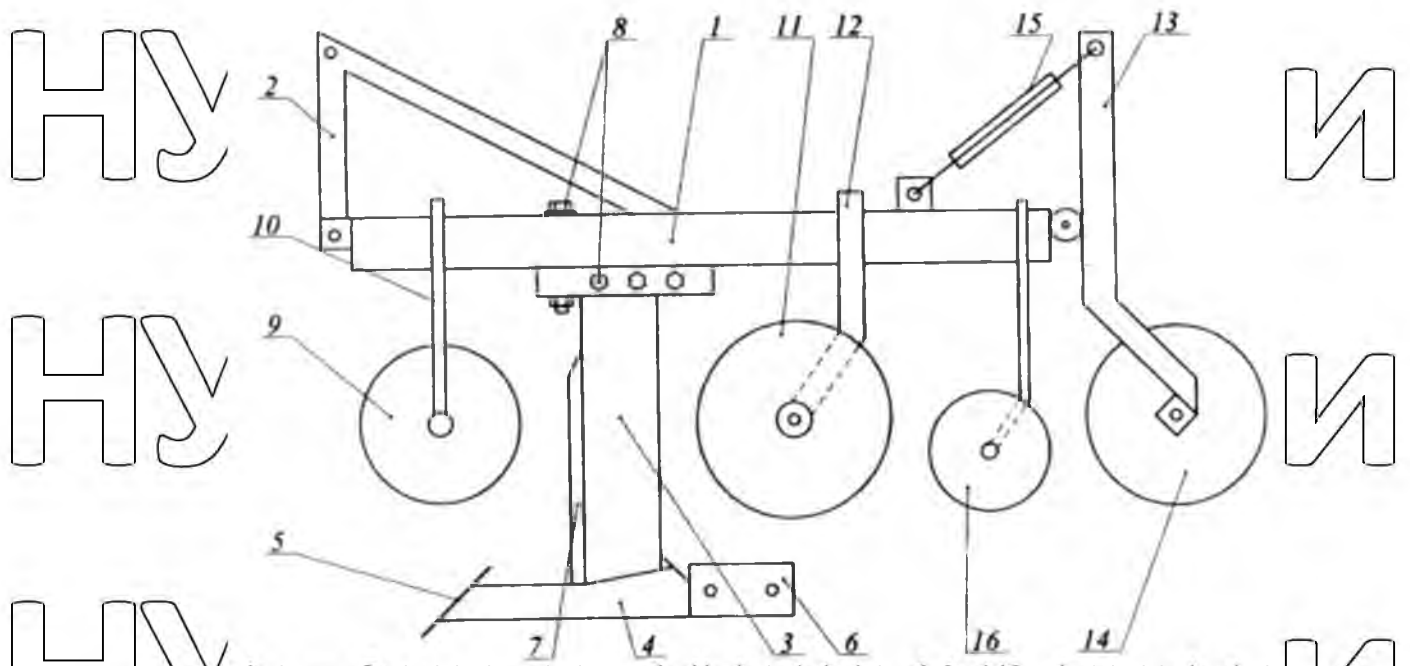


Рис. 1.7 Комбінований плуг [32]

У 2009 р. запатентована конструкція комбінованого плуга, автор патенту - Грабчак І.В., Рудь А.В. Комбінований плуг складається з рами 1, гака 2, жорсткої оболонки 3, стояка 4, вала 5, маточини 6, кульястого дискового ножа 7, очисника внутрішньої поверхні 8, протірок 9 для різання пластів ґрунту (рис. 1.7).

Комбінований плуг працює так: під час руху машини по полю кульковий дисковий фрезер 7 занурюється в землю під кутом до напрямку руху агрегату. Диск обертається за рахунок опору ґрунту, ріжуча частина зрізає його дугою і діє на його увігнуту поверхню під час обертання, розпушуючи і закладаючи верхній шар ґрунту на дно борозни, діючи як пасивні передплужники. Корпуси плуга 3 розрізають ґрунтові блоки в горизонтальній і вертикальній площинах, перевертають їх і розміщують на блоках у верхньому шарі ґрунту.



Фиг. 1.8 Плуг комбінований багатоперацийний Гордієвича «ГЕРСА» [51]

Здійснює роботу так: рама плуга 1 з приладдям з'єднується з тягловим механізмом, наприклад трактором, за допомогою з'єднувального пристрою 2. Кут нахилу рами опорного ролика 13 і опорного ролика 12 встановлюється у вигляді ребристого циліндра гвинтом регулювання глибини 15. Крім того, ширина опорних котків 14 може бути різною, підбирається за кількістю встановлених кожухів 4 з лемешами 5 і польовими дошками 6, тобто чим більше робочих органів розміщено на рамі плуга 1, тим ширше встановлюються опорні ролики 14.

Плуг «Герса» починає рухатися, основний корпус 4 з лемешами 5 і польова дошка 6 зрізає шар ґрунту і розпушує його на задану глибину без обертання шару ґрунту, потім сферичний диск 11 повертає верхній ґрунт у напрямку до глибини висіву. (8-12 см), дисковий ніж 9 зрізає ґрунт перед раковиною 4, ріже лемешем 5 та польовою дошкою 6, зменшуючи таким чином опір ґрунту, і зрізає довгі бур'яни, що в свою чергу перешкоджає «забиттю» бур'янами й пожнивними рештками під час оранки.

Натяжний каток 14 може не тільки регулювати глибину обробітку ґрунту, а й вирівнювати та ущільнювати ґрунт, тим самим зменшуючи втрату вологи ґрунту та виключаючи допоміжні процеси підготовки, такі як боронування та обробіток ґрунту.

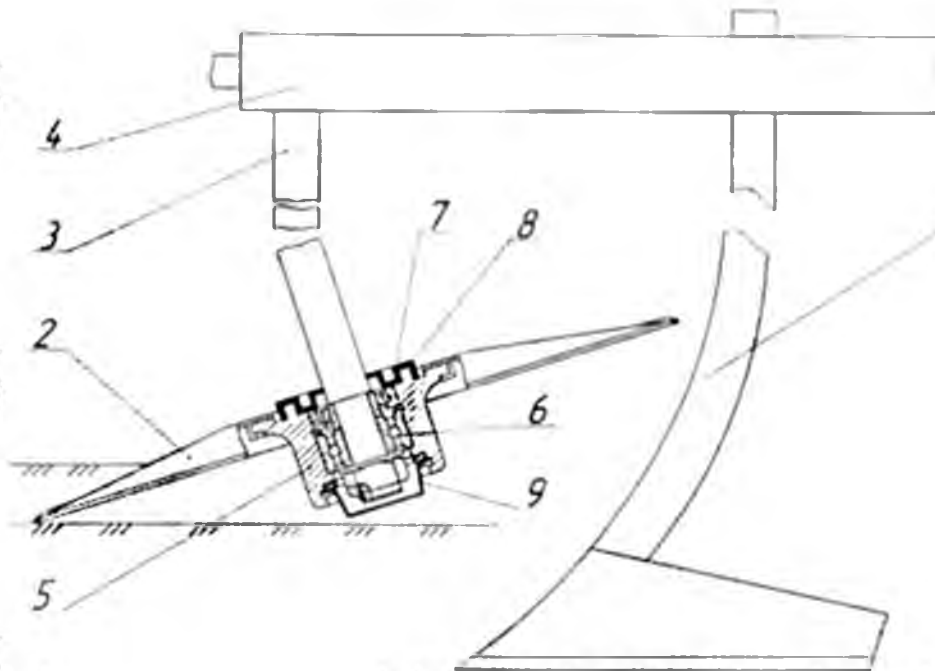


Рис. 1.9 Комбінований ґрунтообробний робочий орган [34]

У 2011 р. Шматом С. І. Дейкун В. А., Свірень М. О., Дейкун О.

В. науковці Кіровоградського національного технічного університету отримали патент на конструкцію комбінованого робочого органу (рис. 1.9), що складається з лапи 1 та диска, встановленого перед у ньому утворюється лапа 2, який розташований під гострим кутом до напрямку руху і примикає до передньої частини стрілки лапу 1. Лапи 2 з'єднані з вигнутим стояком 3, який у свою чергу з'єднаний з рамою 4.

Встановлюється площина ходової поверхні диска під оптимальним кутом приблизно 41° - 43° до напрямку руху за допомогою фіксатора на важелі 6. Через особливе розташування підшипникового вузла 2 одна і та ж площина постійно встановлена під кутом приблизно 73° до вертикалі. Так виконується оранка, ковзаючи й повертаючи скибу ґрунту на один бік.

За допомогою обертового фіксуючого важеля поворот 6 дисків протилежно на кінці поля з підшипником 2 і важелем на осі 4, наведеними навколо рами 5 під кутом приблизно 262° - 270° , і фіксує його в положенні, симетричному попередньому положенню за допомогою фіксації важеля 6. У цьому положенні сферичний диск здійснює подрібнення та перевертання скиби ґрунту, повертаючись ліворуч у напрямку руху. Диск 2 розташований близько до кронштейна заглиблення і над самою лапою, що запобігає прилипанню ґрунту і рослинних решток до бічних сторін лапи, покращуючи роботу лапи 1. Оскільки радіальні боки зубців диска не заточені, права частина диска 2 створює більше тиску на ґрунт. І навпаки, оскільки передня лопатка та її права сторона закриті, ліва частина диска 2 менш стійка до тиску ґрунту. Така взаємодія двох бічних корпусів - лапа 1 і диска 2 підвищує надійність і якість культиватора.

Оскільки обробіток ґрунту здійснюється пошарово, ґрунт не переміщується по вертикалі і його вологий шар не виноситься на поверхню.

Для зменшення тертя при обертанні корпус 5 захвата 2 встановлений на кульковому підшипнику 6, який захищений від пилу сальником 7 і пилозбірником 8. Знизу порожнину корпусу 5 ізольовано від пилу наступним чином. шапка 9. Диск 2 на зовнішньому профілі має зубці трапецієподібної форми, з правою, радіальною та лівою сторонами.

Безпосередньо над стояком і диском 2 стрільчастої лапи не можна допускати прилипання ґрунту та рослинних залишків до робочої частини, покращуючи тим самим роботу лапи 1. Оскільки радіальні сторони зубців диска не заточені, з правого боку диска 2 виникає більший тиск ґрунту. І навпаки, ліва сторона диска 2 менш стійка до тиску ґрунту через загострені передні лопаті. Така співпраця двох робочих органів - лапа 1 і диска 2 підвищує надійність і якість культиватора.

Завдяки шаруватому обробітку ґрунт не перемішується по вертикалі і його вологий шар не виноситься на поверхню.

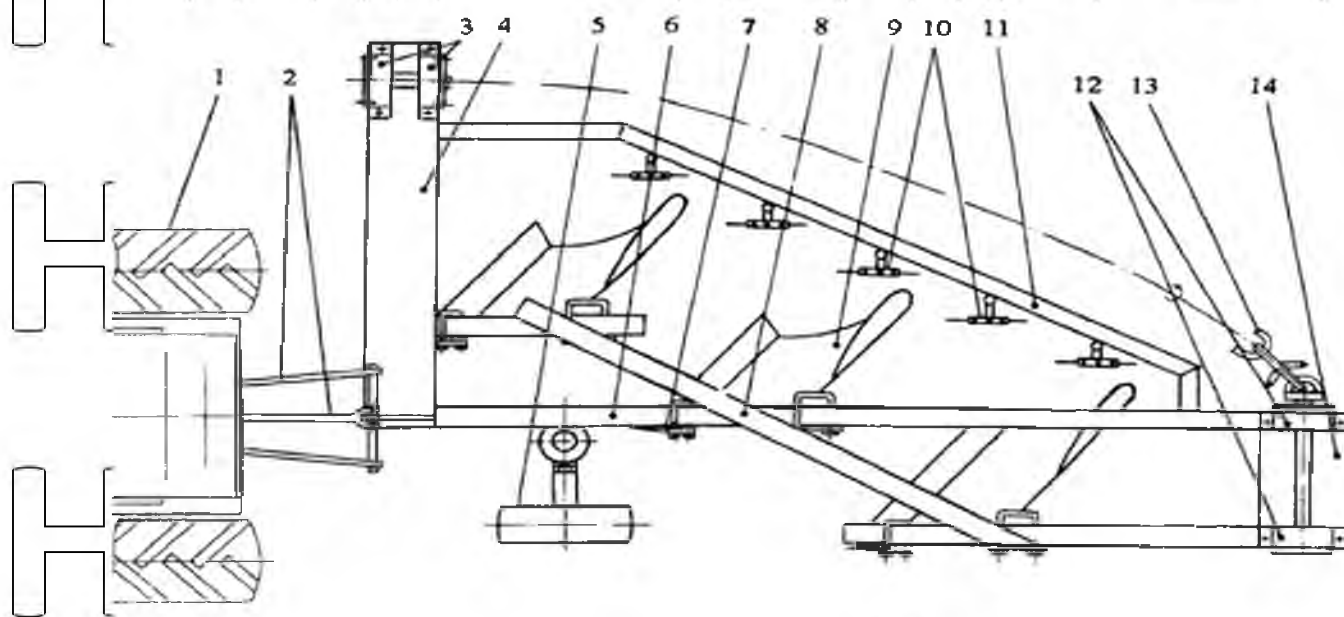


Рис. 1.10 Плуг з гнучкою бороною та з голчастими дисками [53]

Робота електроінструменту (трактора) з плугом (рис. 1.10), представленого в 2011 році Усенком М.В., Понікарчуком А.М. з Луцького державного технічного університету, з гнучкою бороною та голчастим диском, за участю трактора 1, тягового механізму 2, передньої опори 3, передня пластина 4, опорне колесо 5, балка 6, фреза 7, хребет 8, корпус плуга 9, голкова пластина 10, додаткова балка 11, задня опора 12, ланцюговий модуль 13, задня пластина 14.

Гряділля 6 хребтової балки 8 жорстко з'єднана з втулкою, отвори втулки входять вільно і закріплені в певному положенні опорної колісної рами 5 за допомогою стопорних бочків.

Задня вісь вільно встановлена на задній опорі 12, наприклад, на підшипниковій колодці, яка жорстко 10 закріплена на задній пластині 14, яка встановлена на гряділлях 6 хребтової балки 8. Один кінець ланцюгового модуля 13 з'єднаний з вихідним кінцем задньої осі, інший кінець ланцюгового модуля 13 з'єднаний з передньою віссю, а передня вісь вільно встановлена на передньому кронштейні 3,

наприклад на підшипнику. Плита 4 жорстко закріплена на передній панелі. На гряділях 6 хребтової балки 8 кріпляться також ножі 7 і плужні корпуси 9. До передньої плити 4 одним кінцем і до гряділя 6 другим кінцем кріпиться, наприклад, приварюється, додаткова балка 11, до якої жорстко прикріплені втулки, в отвір кожної з яких вільно входить і фіксується за допомогою стопорного болта в певному положенні стійка, до якої вільно кріпиться голчастий диск 10.

Цей плуг із бороною та голчастим диском з'єднаний із трактором 1 за допомогою тягового механізму 2. Перед початком роботи за зовнішніми умовами встановіть необхідну висоту опорного колеса 5 і

відповідно необхідну глибину корпусу плуга 9 у землю. Встановлюють необхідну глибину занурення циферблатів 10 у ґрунт, а циферблати 10 монтують таким чином, щоб вони оберталися в

площині, що відповідає напрямку руху агрегату. Далі механізмом навіски 2 трактора 1 плуг з бороною гнучкою та з голчастими дисками опускається на ґрунт і агрегат починає рухатись. Ланцюговий модуль 13 і голчасті диски 10 починають обертатися під час руху агрегату завдяки його зчепленню з ґрунтом і його реакції. Крім того, під час

руху агрегату скиби ґрунту з корпусу плуга 9 починають падати на голчасті диски 10, де вони частково руйнуються, а потім потрапляють далі в ланцюговий модуль 13, де відбувається їх остаточне руйнування.

Тому фрагменти ґрунту, що потрапляють з корпусу плуга 9 на голчастий диск 10 і ланцюговий модуль 13, інтенсивно обробляють (подрібнюють, розпушують). Оскільки голчасті диски 10 обертаються в тій же площині, що й напрямок руху одиниці, сила реакції, яку вони створюють, певною мірою компенсує бічні сили реакції корпусу плуга

9 і ланцюгового модуля 13, що допомагає стабілізувати напрямок руху агрегату. Встановлення голчастого диска 10 між корпусом плуга 9 і модулем ланцюга 13 додатково руйнує ґрунтові скиби, зменшує накопичення вологого ґрунту та засмічення ланок ланцюга та зубів

рослинними рештками, сприяє самоочищенню всіх робочих органів,
зменшує негативні побічні ефекти, звідси підвищується тяга.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

2. ПЕРЕДУМОВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛУГА ПЛД-1,2

2.1. Аграрно-технічні вимоги та призначення машин, що удосконалюються

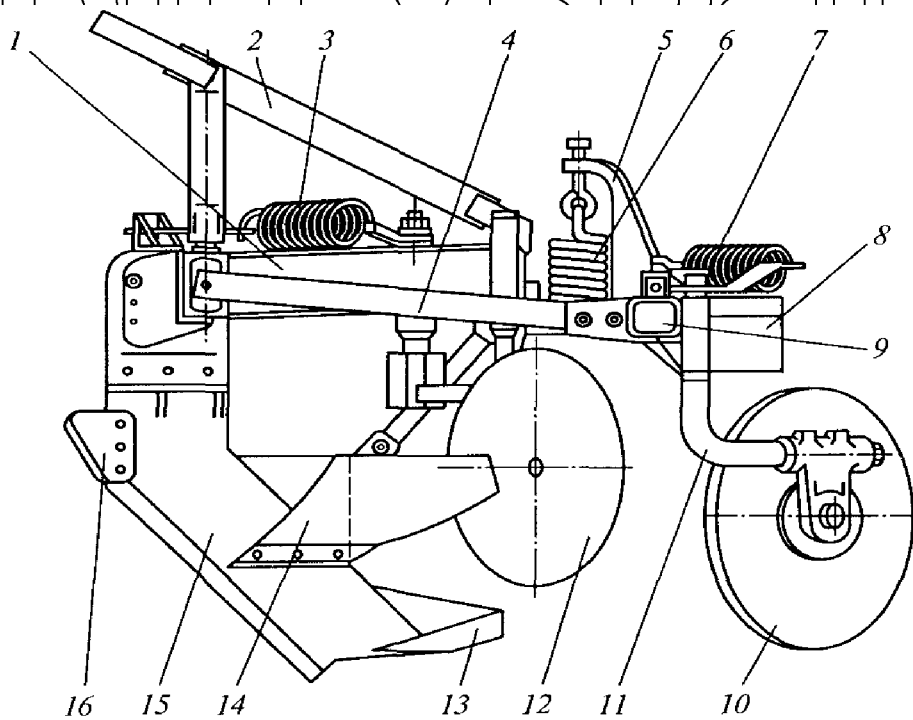


Рис.2.1 Плуг лісовий дисковий ПЛД-1,2

1 – передня рама; 2 – навісний пристрій; 3, 6 і 7 – пружини; 4 – тяга; 5 – кронштейн; 8 – баластний ящик; 9 – задня рама; 10 – задній дисковий корпус; 11 – колінчаста вісь; 12 – передній дисковий корпус; 13 – розпушуюча лапа; 14 – передплужник; 15 – ніж; 16 – кріплення.

Технічна характеристика:

Продуктивність, км / год

2,0-2,8

Ширина, м:

- борозни (канави)

1,0

- мікропідвищення (пластів)

-

- обробленої смуги

2,0

Глибина борозни, см

10-15

Висота мікропідвищення, см

-

Робоча швидкість, км / год

2,5-3,6

Маса, кг

700

Агрегатуються з тракторами

ЛХТ - 55А ЛХТ - 100

Дискові плуги найкраще всього приміняти на землях, зарослих чагарником і попередньо обробленими гербіцидами. У даному випадку деревина і коріння легко розрізаються дисками плужного агрегату на малі шматки і чудово закладаються ґрунтом і розкладаються. В порівнянні з лемішними плугами, дискові - не забиваються взагалі. Плуг лісовий дисковий ПЛД-1,2 використовується для обробки ґрунту смугами на свіжих вирубках (до 600 пнів на 1 га).

Плуг поєднується з такими машинами, як ЛХТ-55А ЛХТ-100. Плуг складається з двосекційної шапніпної пари з пружинними амортизаторами та нижньої фрезової насадки з розпушуючою лапою та захищеного двоповоротного лемішного вала, двох сферичних дисків діаметром 6,6 см. За допомогою цього плуга обробіток ґрунту можна проводити за двома технічними рішеннями.

Коли плуг в роботі на ньому встановлені на передній секції рами робочі органи: два сферичних диска розпушують задернілий шар ґрунту і підстилку на глибину 60-80 мм і відсувають її в сторони, утворюючи рядок шириною 1,2-1,4 м, а лапа рихлить ґрунт у середній площині рядка на глибину до 250 мм. На обробленому ґрунті висівають або саджають лісокультури. В цьому випадку працює тільки передня секція.

На тимчасово зволоженому ґрунті його проводять у два етапи, а диск задньої секції утворює гребінь посередині мікрорівної зони, який також можна використовувати для механізованого висіву, посадки та культивування. Перед ножем встановлюється щиток, який запобігає поломці подвійної рамки і кігтів при зіткненні з пеньком. Задня і передня дискові секції кріпляться до рами шарнірами і здатні відхилитися при наїзді на перешкоди (пні). Диски передньої секції встановлені під кутом атаки 45°, а задній — 30°. Продуктивність плуга 1,5-2 км/ч. [4]

2.2. Обґрунтування геометричних параметрів дискового плуга

Завдяки науковому аналізу та досвіду практичного застосування обертового робочого органу можна узагальнити його основні технічні, технологічні та конструктивні показники в порівнянні з найбільш поширеним

робочим органом, відповідними ОСТ23.2.147-85, (показники ротаційних робочих органів за ОСТ23.2.147-85 обрані за 1,0)

Основними геометричними параметрами диска є діаметр і радіус кривизни [29, 40]. Ці параметри пов'язані з кутом, рівним половині центрального кута дуги окружності з центральним діаметром диска (рисунок 1.7). Кожен з цих параметрів не має певного технічного навантаження. Із збільшенням діаметра диска різко збільшується вертикальна складова реакції ґрунту, в результаті чого погіршується його глибина в ґрунт. Тому діаметр диска повинен бути якомога меншим за характеристиками та умовами експлуатації. Діаметр диска залежить від технічно встановленої максимальної глибини обробітку ґрунту і в крайньому випадку має перевищувати удвічі більшу величину. Взаємозв'язок між і виглядає наступним чином:

$$D = k a, \quad (1.4)$$

де k – коефіцієнт, що дорівнює для плугів 3...3,5; для борін - 4...6 і для лущильників - 5...6.

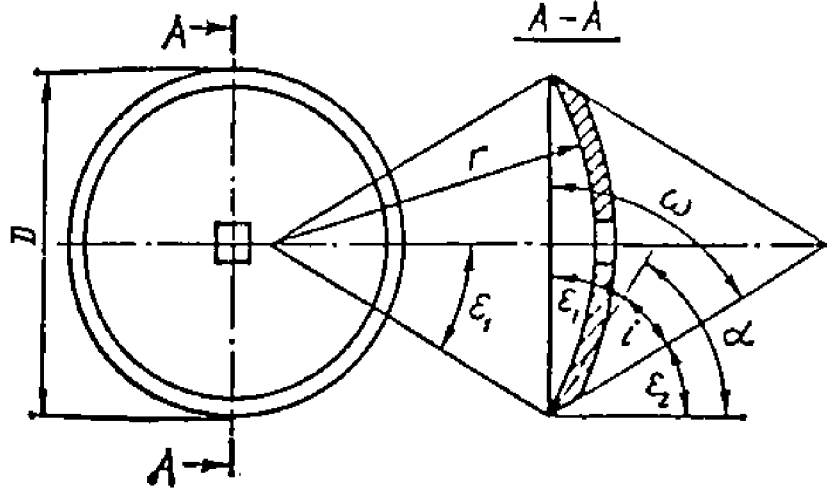


Рис. 2.2 Основні геометричні параметри диска:

D – діаметр диска; r – радіус кривизни сфери; i – кут загострення; ϵ_1 – передній кут; ϵ_2 – задній кут; α – кут різання

Порівняльна оцінка ротаційних робочих органів (табл. 1.4)

Основні показники	Суцільний диск (відповідний ОСТ23.2.147- 85)	Кільцевий (пасивно- го типу)	Голчастий (пасивно- го типу)	Кільцевий (активно- го типу)	Голчас- тий (активно- го типу)
Якість обробітку за інтенсивністю руйнування структури ґрунту	1,0	1,5	1,3	1,3	1,5
Агротехнологічна якість виконання технологічного процесу	1,0	1,0	0,8	1,1	0,8
Рівень енергозбереження робочого процесу	1,0	1,5	1,3	0,6	0,8
Узагальнена технологічність виготовлення робочого органу	1,0	1,1	0,9	1,2	1,1
Експлуатаційна технологічність ґрунтообробного знаряддя	1,0	0,9	1,0	0,2	0,2
Узагальнена оцінка	1,0	1,18	1,06	0,88	0,84

Радіус кривизни визначає відповідність і перспективні можливості диска. Чим менший радіус кривизни, тим сильніше зменшуються і кришиться пласт ґрунту. Як видно з малюнка 1.7, існують такі залежності між:

$$D = 2r \sin \varepsilon_1 \quad (1.5)$$

Розрахунки показують, що зі зменшенням діаметра диска висота неопорного гребеня на дні збільшується після проходження на постійній глибині. [2]

Окремі геометричні елементи диска та елементи його кришення пов'язані між собою функціональними залежностями. Отже, кут атаки диска визначає бічне зміщення, поворот і згинання пласту ґрунту. Збільшення кута атаки призводить до зменшення висоти гребнів дна борозни та збільшення підрізання залишку та перемішування поверхневого шару. Однак надмірне збільшення кута може призвести до засмічення диска залишками поживних речовин у ґрунті, тому граничний кут лушильника не повинен перевищувати 35° .

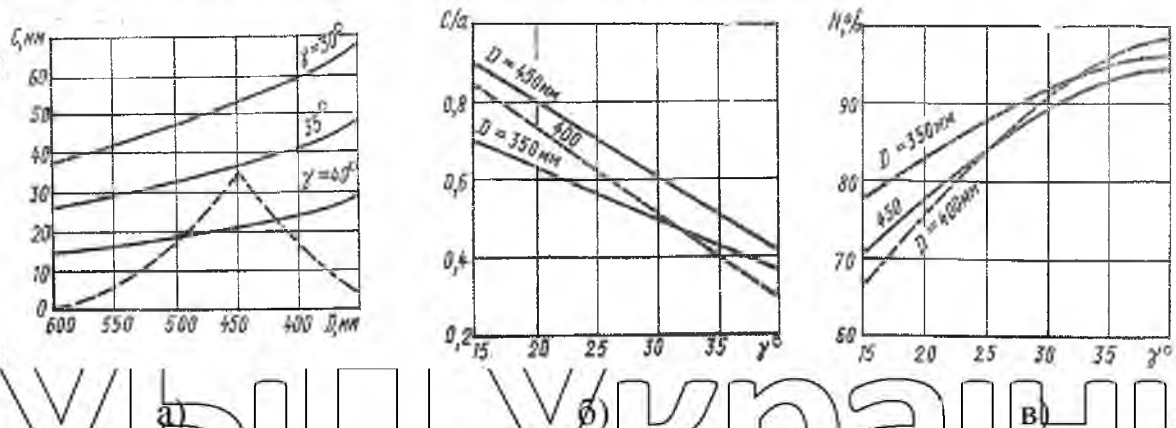


Рис. 2.3 Залежність технологічних показників роботи дисків від конструктивних параметрів

Зміна висоти гребня дна C від діаметра диска при різних кутах атаки (рис. 2.2а), зміна відношення висоти гребня дна C до глибини різання a залежно від кута атаки для диска різного діаметру (рис. 2.2б); залежність ступеня підрізання залишкових залишків N від кута атаки γ для дисків різного діаметру (рис. 2.2в).

Графік залежності висоти гребня хвилі від діаметра диска для кожного кута атаки показує, що діаметр не має істотного впливу на висоту гребня хвилі.

Значний вплив на цей показник якості має кут атаки дисків, збільшення якого з 35° до 40° зменшує висоту гребеня до 22 мм для дисків діаметром 450 мм і до 26 мм для дисків діаметром 400 мм.

Фізична природа виявленої закономірності полягає в тому, що при збільшенні кута атаки висота нижнього гребня зменшується, а кількість рослинних решток внизу збільшується [15].

Диски сферичної форми мають як чисте кочення, так і ковзання. Величина кута атаки має великий вплив на властивості дискового кочення. При малих кутах атаки диск котиться по землі через недостатній тиск на бічні поверхні.

Зі збільшенням кута атаки тиск на робочу грань диска збільшується, тому ковзання диска спочатку зменшується, а потім переходить від ковзання до кочення з буксуванням. Нахил диска призводить до зміщення кривої в напрямку більшого ковзання, незважаючи на зниження нормального тиску на диск. [37].

У всіх випадках зменшення радіусу кривизни призводить до зсуву кривої в напрямку буксування та зменшення кута атаки, що відповідає чистому прокату диска. Це пояснюється тим, що при підвищенні вологості збільшується сила деформації ґрунту і збільшується тиск на робочу поверхню. При цьому збільшується і прогнозована величина нормального тиску ґрунту на площину обертання диска (який разом із силою тертя створює обертальний момент).

Аналіз даних показує, що поздовжнє зміщення центру ваги перерізу пластини збільшується прямо пропорційно з діаметром диска. Зі збільшенням кута атаки поздовжнє зміщення ґрунту різко збільшується. Збільшення радіусу кривизни є причиною дещо зменшеного поздовжнього руху пухкого ґрунту.

Розрахунки показують, що питома дальність роботи диска змінюється залежно від кута атаки. Мінімальне значення питомого робочого опору припадає на кут атаки $25 - 35^\circ$. Збільшення питомого робочого опору під великими кутами пояснюється більш жорстким розташуванням робочої поверхні диска відносно руху машино-тракторного агрегату, що призводить до більш інтенсивної деформації пласту ґрунту та більш поздовжнього переміщення ґрунту.

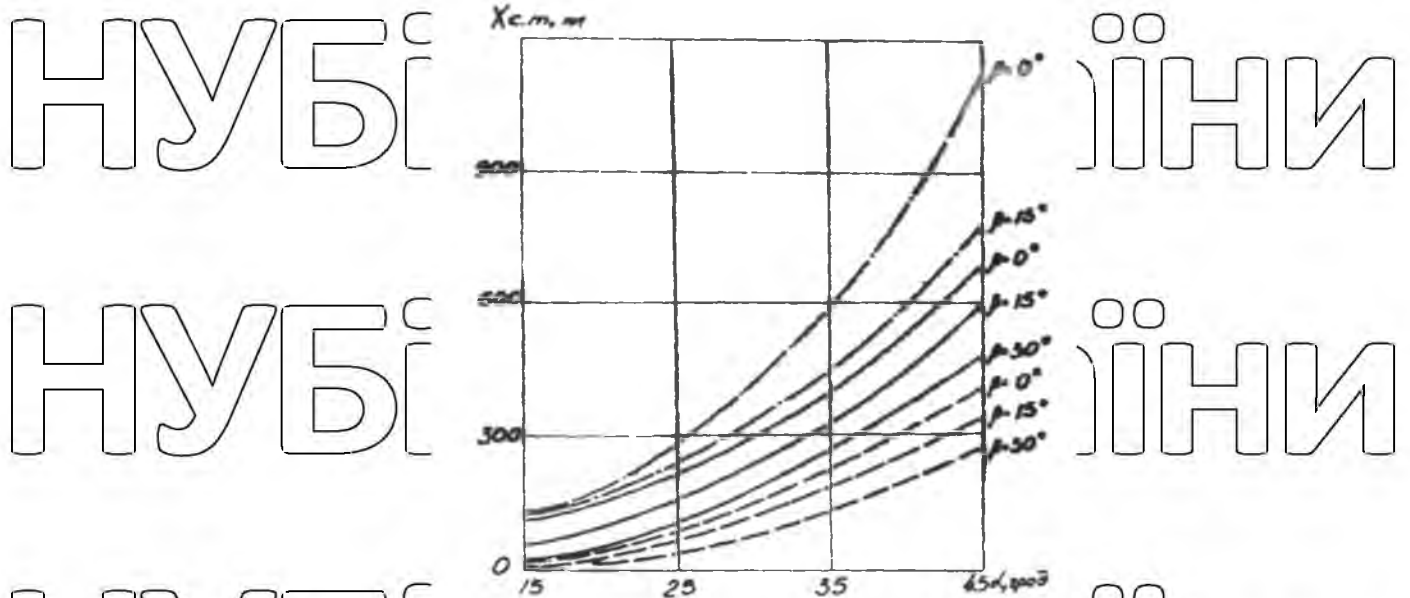


Рис. 2.4 Залежність повздовжнього переміщення середньої точки ґласту від кута атаки, кута нахилу, глибини ходу диска і способу відвалювання ґласту.

Нахил диска на кут β майже у всіх випадках значно зменшує робочий опір, оскільки це призводить до більш плавного ковзання покриття на диску, а отже, ґрунту деформується та зміщується меншою мірою. Зі зменшенням кута атаки різниця в величині сили питомого робочого опору вертикального диска і похилого диска зменшується. [35].

Зменшення радіусу кривизни диска майже у всіх випадках призводить до зниження робочого опору.

При великих кутах атаки це можна пояснити більш інтенсивною деформацією ґрунту більш щільними дисками, тоді як при менших кутах атаки, це результат збільшення площі контакту між задньою стороною диска та стінкою борозни. Експерименти з плоскими дисками показали, що вони мають більше сферичну форму, особливо з жорстким положенням відносно лінії руху робочого знаряддя.

Отримані дані показують, що максимальне значення коефіцієнта бічних сил припадає на кут атаки $30 - 35^\circ$. Різке падіння цієї сили при невеликих кутах атаки обумовлюється протитиском рядом стінок траншеї на задній стороні диска. При великих кутах атаки ця сила зменшується внаслідок зменшення поперечної складової нормального тиску ґрунту на диск [20].

Збільшення нахилу диска від 0° до 30° зменшило відношення бічних сил більш ніж у два рази за рахунок зменшення діапазону бічного нахилу пластини та збільшення площі контакту на задній стороні диска.

Співвідношення бічних сил збільшується зі збільшенням радіуса кривизни і зменшенням діаметра диска. Ефект діаметра і радіуса кривизни посилюється за рахунок більш плавного положення робочого тіла.

Вертикальна складова сили реакції, що діє на диск, спрямована вгору і рівноважується вагою інструменту. Основним параметром величини впливу є кут атаки. Малий кут атаки - висока потужність величини. При збільшенні кута сили він зменшується, а при куті атаки 45° і куті нахилу 15° має навіть від'ємний знак. Таку залежність можна пояснити тим, що за принципом дії при малих кутах атаки сферичний диск наближається до дискового різця, де вертикальна складова сили різання велика, і диск виштовхується з землі. Зі збільшенням кута атаки, у міру збільшення значення спрямованої вниз складової нормального тиску деформаційного ковпака на диск стає вищим, вплив вертикальної складової сили розтягу на загальне значення сили зменшується.

3. РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЛУГА ПЛД-1,2

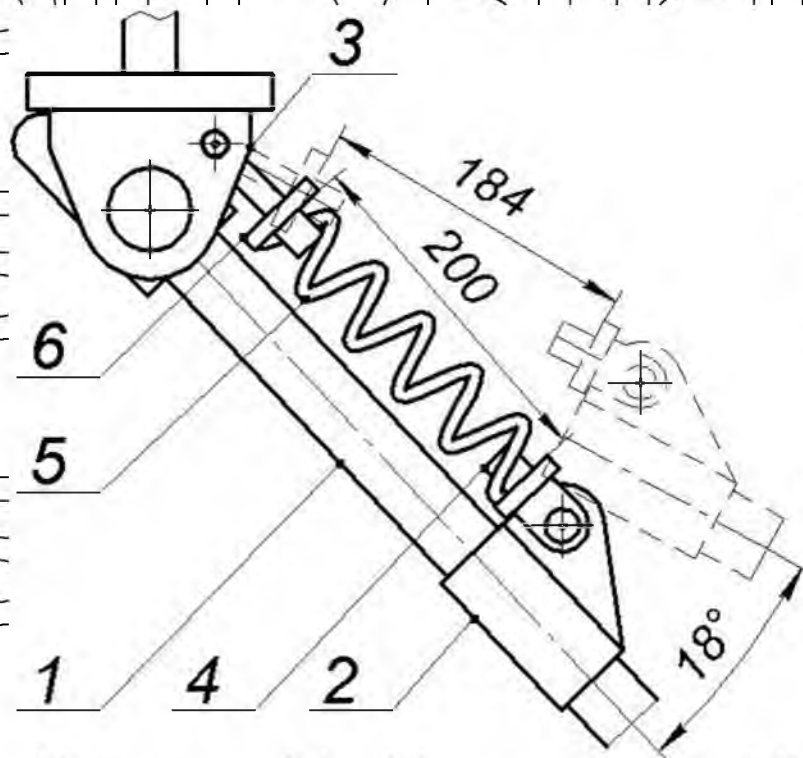


Рис. 3.1 Підпружинена стійка плуга ПлД-1,2

Складність конструкції та виконання однієї технічної операції (оранки)

були основними недоліками використання відомих плугів. Складність конструкції обумовлена умовами роботи на рубках із застосуванням стандартних сільськогосподарських дисків.

Недоліком цього плуга є також те, що він може виконувати лише одну технічну операцію – оранку в розвал, а за допомогою стандартного диска, без запобіжного механізму, призводить до поломки на вирубках. Конструкцію рами покращено, щоб запобігти пошкодженню конструкції при використанні корпусу плуга з дисковою рамою для обробки ґрунту. Коли агрегат наїжджає на перешкоду, то дисковий робочий орган, який кріпиться до стійки 1 буде виходити з ґрунту. Коли робоче тіло на 100% відірвано від землі, стійка 1 і корпус 2 відхиляються на кут 18° навколо осі O , і в цей момент пружина 5 стискається.

3.1. Розрахунок гвинтової пружини в виді циліндра

Розглянемо пружину (рис. 3.2а) під дією зовнішнього навантаження F .

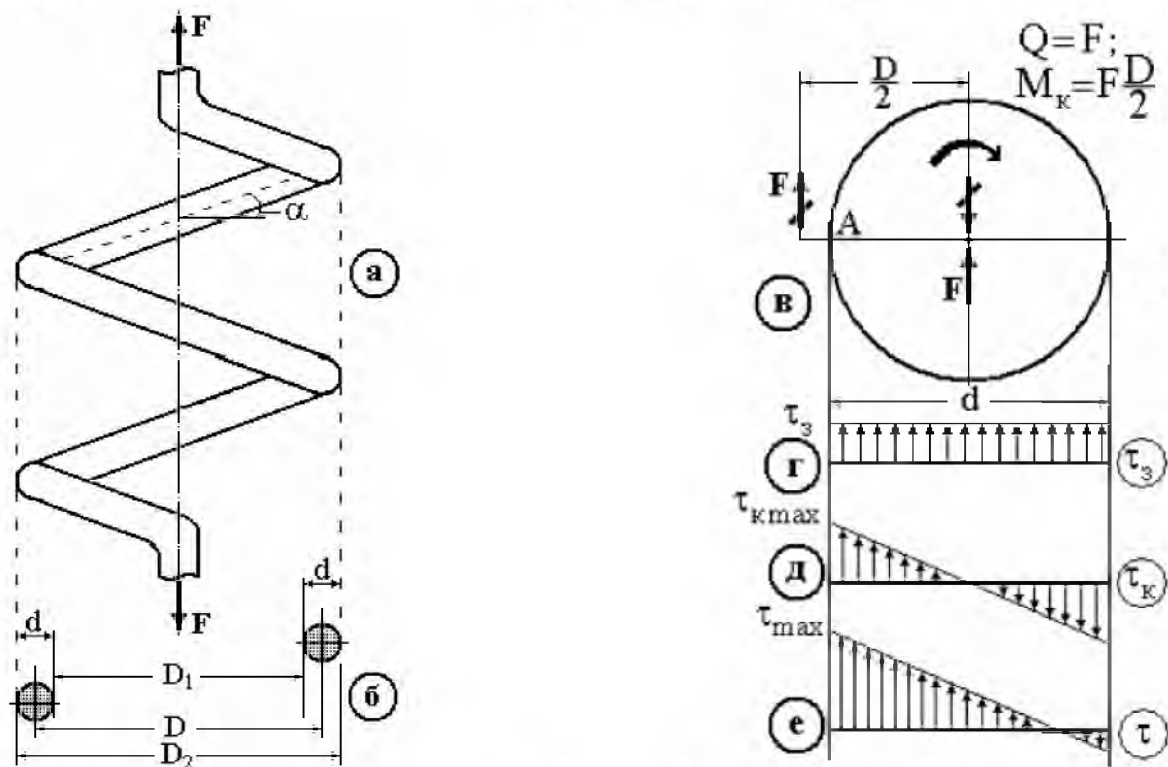


Рис. 3.2 Гвинтова циліндрична пружина: основні параметри (рис. 3.2б): D_1 – внутрішній діаметр пружини

(діаметр твірної циліндра, діаметр оправки); D – середній (розрахунковий) діаметр; D_2 – зовнішній діаметр; d – діаметр прутка; α – кут нахилу витка.

Приведемо зовнішню силу F до центру ваги поперечного перерізу витка. Нехтуючи поздовжньою силою $N = F \sin \alpha$ і згинальним

моментом $M_s = F \frac{D}{2} \sin \alpha$, одержуємо (рис. 3.2в) поперечну силу $Q = F$ і крутний момент $M_k = F \frac{D}{2}$. Від дії поперечної сили Q (деформація зсуву) у перерізі виникають дотичні напруження τ_z , що умовно

прийемо рівномірно розподіленими по перерізу (рис. 3.2г) і рівними

$\tau_z = \frac{Q}{A_z} = \frac{F}{\pi \cdot d^2}$. Від дії крутного моменту $M_k = F \frac{D}{2}$ також виникають дотичні напруження, що лінійно розподіляються по перерізу (рис. 3.2д) і мають максимальне значення τ_{kmax} у крайніх точках перерізу:

$$\tau_{k \max} = \frac{M_k}{W_p} = \frac{F \cdot \frac{D}{2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{16}} = \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3} \quad (3.1)$$

$$\tau_{k \max} = \frac{8 \cdot 2000 \cdot 40}{3,14 \cdot 10^3} = 203,8 \text{ МПа}$$

З епюр, приведених на рис. 3.2г, д видно, що дотичні напруження τ_s і τ_k у точці А збігаються по напрямку. Додамо дві епюри (рис. 3.2г, д) і отримаємо, що в пружині найбільш завантажені внутрішні

точки (точка А), а макс. напруження:

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= \tau_{k \max} + \tau_s = \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3} + \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2} = \\ &= \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3} \left(1 + \frac{d}{2 \cdot D} \right) = \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3} \left(1 + \frac{1}{2 \cdot m} \right) \end{aligned} \quad (3.2)$$

$$\tau_{\max} = \frac{8 \cdot 2000 \cdot 40}{3,14 \cdot 10^3} \left(1 + \frac{1}{2 \cdot 4} \right) = 229,3 \text{ МПа}$$

$m = \frac{D}{d}$ – індекс пружини. При розрахунку пружин більшого діаметра D з тонкого дроту ($\frac{2d}{D} \ll 1$) макс. напруження з достатнім рівнем

точності можна визначити за формулою

$$\tau_{\max} = \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3} \quad (3.3)$$

Якщо врахувати напруження від поздовжньої сили, згинального моменту та поперечної сили остання формула буде мати такий вигляд

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= k \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3} \\ \tau_{\max} &= 1,4 \frac{8 \cdot 2000 \cdot 40}{3,14 \cdot 10^3} = 285,4 \text{ МПа} \end{aligned} \quad (3.4)$$

Де коефіцієнт поправки значення якого в залежності від індексу пружини $m = \frac{D}{d}$ наведено у табл. 3.1

$$k = \frac{4 \cdot m - 1}{4 \cdot m - 4} + \frac{0,615}{m} \quad (3.5)$$

$$k = \frac{4 \cdot 4 - 1}{4 \cdot 4 - 4} + \frac{0,615}{4} = 1,4$$

Таблиця 3.1

Поправкові коефіцієнти

m	3	4	5	6	7	8	9	10
k	1,58	1,4	1,31	1,25	1,21	1,18	1,16	1,14

При визначенні λ (деформації) гвинтової циліндричної пружини враховуємо лише деформацію від кручення. Деформаціями усадки,

розтягування - стиснення і вигину нехтують через їх невеликий

розмір. Потенціальна енергія деформації пружини при статичному навантаженні чисельно дорівнює роботі зовнішньої сили

F при відповідному переміщенні λ , тобто

$$U = \frac{1}{2} \cdot F \cdot \lambda \quad (3.6)$$

Розрахуємо потенціальну енергію деформації при закручуванні витків пружини, для якої вирізаємо нескінченно малий елемент

довжиною ds . Закріпимо один його кінець, на вільний кінець стержня

застосуємо виникаючий крутний момент.

$$M_k = F \cdot \frac{D}{2} \quad (3.7)$$

$$M_k = 2000 \cdot \frac{40}{2} = 40000$$

Вільний край елементного ступеня перетвориться в кут

$$d\varphi = \frac{M_k ds}{GI_p}$$

а точка прикладання сили F одержить переміщення $d\lambda$.

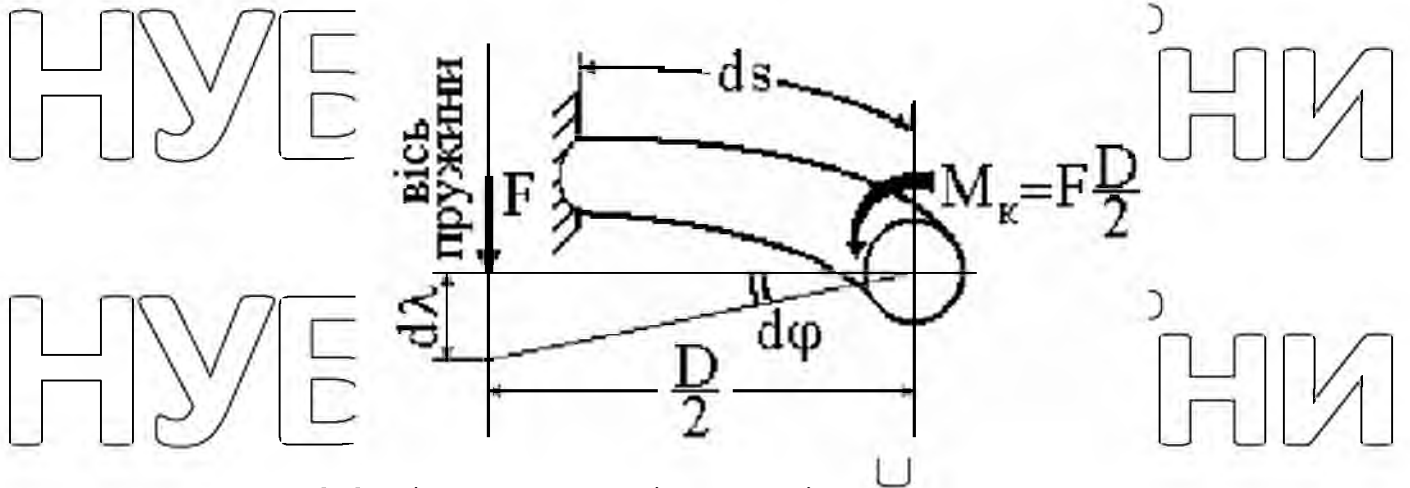


Рис. 3.3 Вільний крайній переріз елементарного стержня

Якщо вважати вплив кривизни елементарного стержня незначним, значення потенціальної енергії при повороті на один виток пружини пружини розраховується за формулою:

$$U_{\text{витка}} = \int_0^{\pi D} \frac{M_k^2}{2 \cdot GI_p} dS = \frac{M_k^2 \cdot \pi \cdot D}{2 \cdot GI_p} \quad (3.8)$$

$$U_{\text{витка}} = \frac{40000^2 * 3,14 * 40}{2 * 0,8 * 10^5 * 981,25} = 1280$$

З огляду на те, що крутний момент

$$M_k = F \cdot \frac{D}{2}$$

Полярний момент інерції

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \quad (3.9)$$

Пружина має n витків, потенціальна енергія при статичному навантаженні пружини силою F дорівнює

$$U = \frac{4 \cdot F^2 \cdot D^3 \cdot n}{G \cdot d^4} \quad (3.10)$$

$$U = \frac{4 * 10000^2 * 40^3 * 5}{0,8 * 10^5 * 10^4} = 1600$$

Порівнюючи значення потенціальної енергії, залежність для визначення осадки λ набуває вигляду.

$$\lambda = \frac{8 \cdot F \cdot D^3 \cdot n}{G \cdot d^4} \quad (3.11)$$

$$\lambda = \frac{8 \cdot 2000 \cdot 40^3 \cdot 5}{0,8 \cdot 10^5 \cdot 10^4} = \frac{8 \cdot 2000 \cdot 64000 \cdot 13}{0,8 \cdot 10^5 \cdot 10^4} \approx 16 \text{ мк}$$

Для того, щоб зробити пружину більш гнучкою, діаметр стержня повинен бути мінімальним, а максимальна дотична напруга досягати значного значення. Щоб усунути цю відмінність, пружини виготовляють із спеціальних пружинних матеріалів з високими властивостями міцності.

3.2. Розрахунок різьбових з'єднань

У разі різьбового з'єднання необхідно вставити різьбовий стрижень (болт, болт, штифт) в отвір з'єднувальної частини з прорізом. При цьому зовнішнє зсувне навантаження поглинається тертям при з'єднанні деталей, яке створюється силою тягового стрижня. За цих умов основним навантаженням, яке витримує напруту, є осьова сила, яка його тягне. Якщо з'єднання виконується стандартними різьбовими деталями зі стандартною різьбою (міцність різьби гарантується стандартом) і необхідною глибиною затягування гвинтів і шпильок, критерієм працездатності буде міцність різьбового стрижня. Тому визначено, що розрахунок різьбового з'єднання умовно проводиться за силою розтягування гвинта, а при розрахунку навантаження слід враховувати конкретні характеристики навантаження.

Приймаючи в якості розрахункової умови

$$\sigma_p \leq [\sigma]_{рб}$$

отримуємо формулу для розрахунку напруження

$$\sigma_p = \frac{F_{розр}}{A} \approx \frac{4F_{розр}}{\pi d_1^2} \quad (3.12)$$

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 650}{3,14 \cdot 0,0265^2} = 1179 \text{ МПа}$$

Після підстановок і перетворень одержимо:

$$\sigma_p = \frac{F_{розр}}{A} = \frac{4F_{розр}}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]_{рб} \quad (3.13)$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4F_{розр}}{\pi[\sigma]_{рб}}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 650}{3,14 \cdot 55}} = 3,8 \text{ мм}$$

де σ_p - умовне напруження розтягу в різьбовому стрижні, МПа;

$F_{розр}$ - прийняте для розрахунку осьове навантаження, Н;

A - мінімально можлива площа перерізу різьбового стрижня в різьбовій частині, мм²;

$[\sigma]_{рб}$ - прийняте для розрахунку допустиме напруження, МПа;

d_1 - мінімально можливий діаметр різьбового стрижня в місці, ослабленому різьбою, мм.

На основі розрахунку визначимо стандартну різьбу, параметри якої найбільш близькі до обчисленого значення, а потім оберемо стандартну частину різьби із зазначеною різьбою.

Вибір допустимої напруги при розрахунку різьбових деталей пов'язаний з характерним навантаженням з'єднання, механічними властивостями матеріалу деталі, що обумовлюється, номінальним розміром, наявністю та профілем різьблення. При статичному навантаженні допустиме напруження розраховується за формулою.

$$[\sigma]_{рб} = \frac{\sigma_T}{S} = \frac{220}{4} = 55 \text{ МПа} \quad (3.14)$$

де σ_T - границя текучості матеріалу, МПа;

S - необхідний запас міцності рекомендується брати відповідно до номінального розміру різьби.

Неконтрольоване затягування:

$S = 5 \dots 4$ - для різьб М6... М16;

$S = 4 \dots 2,5$ - для різьб М16... М30;

$S = 2,5 \dots 1,7$ - для різьб вище М30.

При циклічному навантаженні

$$[\sigma]_{\text{р}} = \frac{\sigma_r}{S}, \quad (3.15)$$

де σ_r - межа витривалості різьбового стрижня, МПа;

r - коефіцієнт асиметрії зміни напружень циклу,

$$r = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}; \quad (3.16)$$

S - необхідний запас міцності.

Незважаючи на період зміни зовнішнього навантаження на різьбовий стрижень різьбового з'єднання, період зміни напруги може бути лише знаковою константою. Я приймаю межу витривалості різьбового стрижня, якщо йдеться про цикл станції позначки.

3.3. Розрахунок на міцність зварних з'єднань

Міцність зварних з'єднань - це міцність стикових або наплавних з'єднань, розрахована відповідно до їх відповідних умов міцності.

Розрахунки проводяться за натягом або стиском на перерізах деталей, що з'єднуються, незалежно від товщини шва. Умови міцності на розтяг або з'єднання.

$$\sigma = \frac{F}{\delta \cdot l_{\text{ш}}} \leq [\sigma] \quad (3.17)$$

де σ - розрахункове напруження на розтяг (стиск) для шва, H/mm^2 ;

F - сила, що розтягує, H ;

δ - товщина шва, mm ;

$l_{\text{ш}}$ - довжина шва, mm ;

$[\sigma]$ - допустимі напруження, H/mm^2 .

Допустимі напруження для зварних з'єднань обирають згідно таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Допустимі напруження для зварних з'єднань

Н	ВИД ДЕФОРМАЦІЇ	АВТОМАТИЧНЕ ТА	РУЧНЕ	ДУГОВЕ
	ШВА І НАПРУЖЕННЯ	НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ ПІД ФЛЮСОМ	ЗВАРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОДАМИ	
			Э50А, Э42А	Э50, Э42
Н	Розтяг, $[\sigma]_p$	$[\sigma]_p$	$[\sigma]_p$	$0,9 \cdot [\sigma]_p$
	Стиск, $[\sigma]_{ст}$	$[\sigma]_p$	$[\sigma]_p$	$[\sigma]_p$
	Зріз, $[\tau]_{зр}$	$0,65 \cdot [\sigma]_p$	$0,65 \cdot [\sigma]_p$	$0,6 \cdot [\sigma]_p$

Н Кутові стики з кутовими швами. Розрахунок кутових швів виконується по зрізу. Умова міцності на зсув під дією сил розтягування або стиску:

$$\tau_{зр} = \frac{F}{A} = \frac{F}{0,7 \cdot k \cdot l_{ш}} \leq [\tau]_{зр} \quad (3.18)$$

де $\tau_{зр}$ – розрахункове напруження на зріз для шва, $H/мм^2$;

Н F – сила, що розтягує, H ;
 k – катет шва, $мм$, для швів силових з'єднань катет роблять не менше, як $3 мм$;
 $l_{ш}$ – довжина шва, $мм$;
 $[\tau]_{зр}$ – допустимі напруження, $H/мм^2$.

Н Для визначення необхідної довжини шва проводяться проектні розрахунки. Враховуючи дефекти процесу зварювання, довжину зварного шва можна збільшити на $5...10 мм$. Перевіпочний розрахунок виконується тільки в тому випадку, якщо відома довжина шва.

Н Допустимі напруження. Оскільки з'єднання являє собою кутовий шов, розрахунок виконується по зрізу.

$$[\tau]_{зр} = 0,65 \cdot [\sigma]_p = 0,65 \cdot \frac{\sigma_{ГР}}{n} = 0,65 \cdot \frac{230}{1,5} = 100 \frac{H}{мм^2} \quad (3.19)$$

НУБІП України

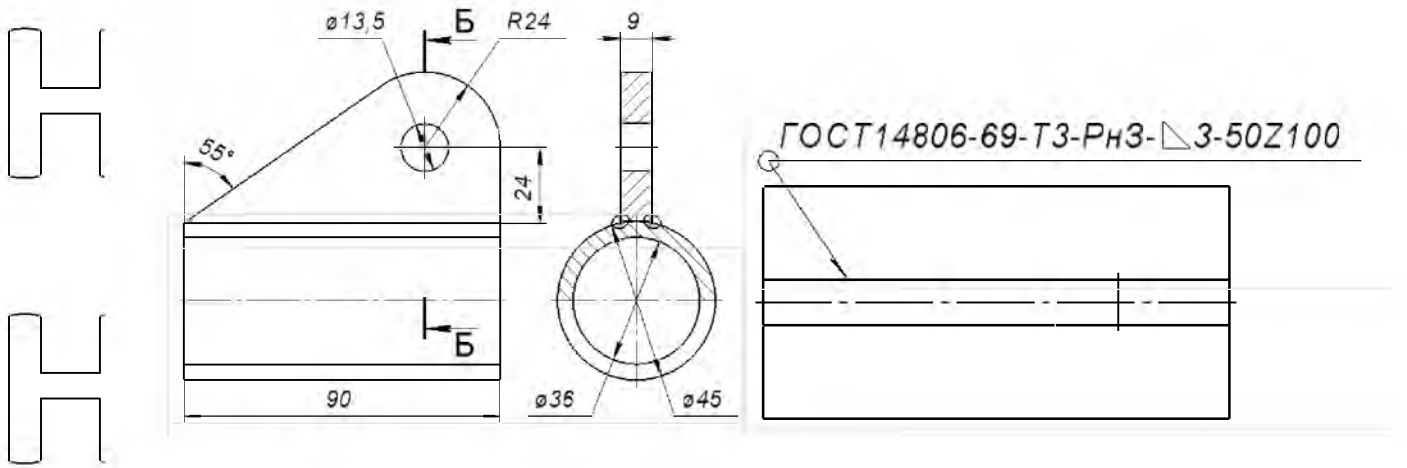


Рис. 3.4 Корпус на стійці для кріплення пружини

Визначаємо необхідну довжину шва з умови міцності:

$$l_{\text{ш}} \geq \frac{F}{0,7 \cdot k \cdot [\tau]_{\text{зр}}} = \frac{2 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 3 \cdot 100} = 9,5 \text{ мм} \quad (3.20)$$

Розбийте довжину шва Lш за розрахунковою схемою (рис. 3.3). Приймаємо довжину бокової частини - 200 мм для забезпечення міцності конструкції при динамічному навантаженні. Визначаємо необхідну довжину шва (рис. 3.4) з умови міцності:

$$l_{\text{ш}} \geq \frac{F}{0,7 \cdot k \cdot [\tau]_{\text{зр}}} = \frac{100 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 5 \cdot 100} = 285 \text{ мм} \quad (3.21)$$

Відбити довжину шва Lш за обліковою схемою. Приймаємо довжину бокової частини - 460 мм, передньої частини - 80 мм для забезпечення міцності конструкції при динамічному навантаженні.

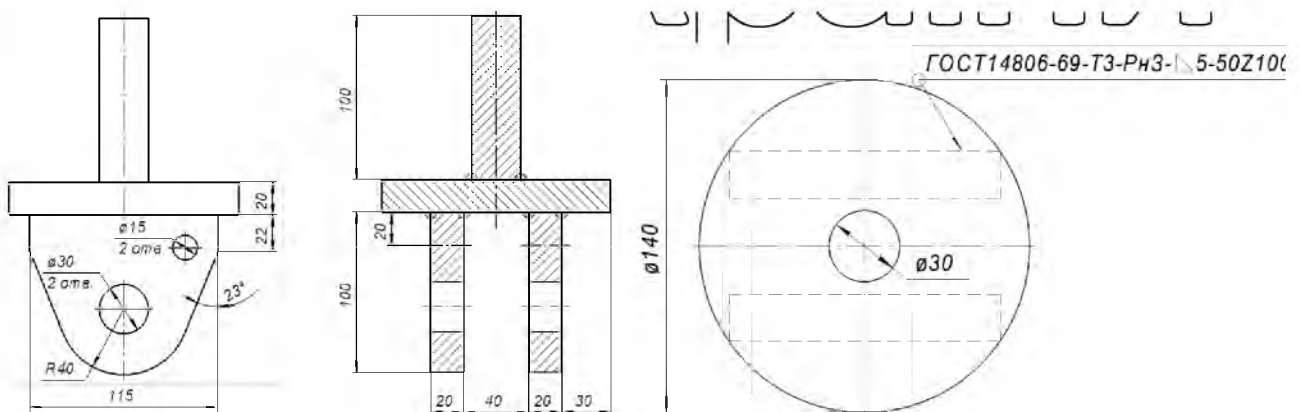


Рис. 3.5 Корпус обертаючий для кріплення стійки до рами

3.3. Обґрунтування геометричних та конструктивних параметрів корпусу

підлога з дисковою полицею.

Процес прямолінійного руху і обертання плоского диска радіусом R м, у ґрунті на глибині h м, повинен відбуватися так, щоб при зустрічі з грудками плоский диск затискався між його ріжучою кромкою і ґрунтом по розрізах. У цьому випадку кут Q , контакт із землею є кутом затиску [45].

При взаємодії ріжучої кромки плоского диска з грудками ґрунту A виникають дві нормальні сили: $N_1 = N \operatorname{tg} B$, яка прагне відштовхнути грудку ґрунту, і $N_2 = N \cos B$, перпендикулярна до ріжучої кромки плоского диска. Результуюча сила $N = N_1 + N_2$ прагне відштовхнути сполдинку ґрунту з розчину ріжучої кромки і поверхні ґрунту в напрямку додатної частини Ox . Між поверхнями грудки ґрунту виникає сила тертя F_1 і сила F_2 - між різальною кромкою плоского диска і ґрунтом.

Результуюча сила тертя $F = F_1 + F_2$ спрямована в бік, протилежний напрямку обертання плоского диска [45,46].

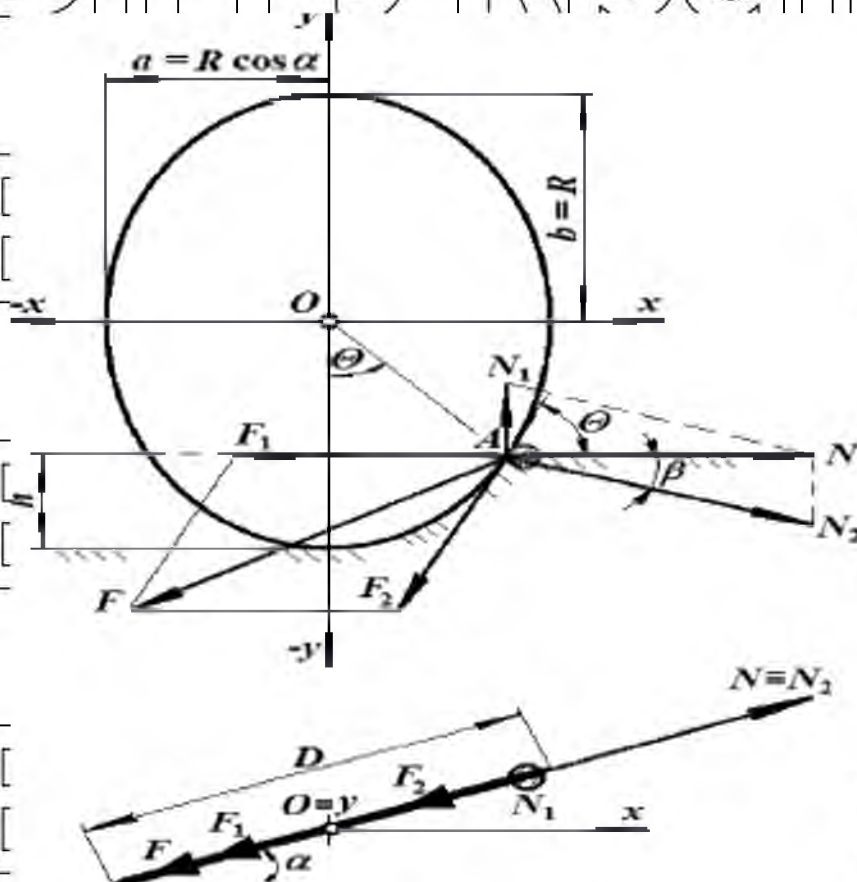


Рис.3.6 До визначення діаметра плоского диска.

З рис. 3.6 слідує що,

$$F_1 = N_1 \operatorname{tg} \varphi_1, \quad (3.22)$$

$$F_2 = N_2 \operatorname{tg} \varphi_2, \quad (3.23)$$

де φ_1 - кут тертя між різальною кромкою плоского диска і грудкою ґрунтів, градусів.,
 φ_2 - кут тертя між поверхнями кромка ґрунту і ґрунтом, градусів.,

Защемлення кромка ґрунту між різальною кромкою і ґрунтом відбудеться

за умови

$$F_1 + F_2 \cos \theta \geq N \quad (3.24)$$

$$N_1 \operatorname{tg} \varphi_1 + N_2 \operatorname{tg} \varphi_2 \cos \beta \geq N \quad (3.25)$$

Підставивши в рівняння значення N_1 і N_2 враховуючи, що $\beta = 90^\circ - \theta$,

отримаємо:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2 \leq 1 \quad (3.26)$$

Якщо ж $\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2 \leq 1$, тоді грудка ґрунту виштовхне з розчину між різальною кромкою плоского диска і поверхнею ґрунту. Щоб обертати плоский диск на землі з мінімальним опором ковзанню і коченню, необхідно обґрунтувати його діаметр. Плоский диск оптимального діаметра повинен забезпечувати надійне зрізання ґрунтових грудок і бур'янів і переносити певну кількість ґрунту з рядків на висівкове насіння.

Оскільки плоский диск робочого органу встановлений з кутом атаки α , град., до напрямку руху гребінчастої сівалки, в поздовжньо-вертикальній площині, проекцією плоского диска є еліпс з осями R і $R \cos \alpha$ [46, 47]

Канонічне рівняння еліпса

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (3.27)$$

де $a = R \cos \alpha$ - маленька вісь еліпса, м,
 R - велика вісь еліпса, м.

З урахуванням параметрів плоского диска рівняння (6) запишемо наступним чином:

$$\frac{x^2}{R^2 \cos^2 \alpha} + \frac{y^2}{R^2} = 1 \quad (3.28)$$

З рівняння (7) виразимо величину Y:

$$y = \sqrt{R^2 \left(1 - \frac{x^2}{R^2 \cos^2 \alpha}\right)} = \frac{\sqrt{R^2 \cos^2 \alpha - x^2}}{\cos \alpha} \quad (3.29)$$

Для визначення кута Q, щоб утворити силу N у напрямку осі Ox і дотичної до ріжучої кромки плоского диска необхідно диференціювати вираз (8) на змінні X:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{dy}{dx} = \left(\frac{\sqrt{R^2 \cos^2 \alpha - x^2}}{\cos \alpha} \right)' = -\frac{x}{\cos \alpha \sqrt{R^2 \cos^2 \alpha - x^2}} \quad (3.30)$$

Для визначення x необхідно врахувати, що в точці A контакту ріжучої кромки плоского диска грудкою ґрунту

$$y = -(R - h) \quad (3.31)$$

Тоді, підставивши вирази (10) в рівняння (7), отримаємо:

$$\frac{x^2}{R^2 \cos^2 \alpha} + \frac{(-R - h)^2}{R^2} = 1 \quad (3.32)$$

Отримавши з рівняння (11) змінну величину X, отримаємо :

$$x = \pm \cos \alpha \sqrt{2hR - h^2} \quad (3.33)$$

Підставивши вираз (12) в рівняння (9) отримаємо:

$$\operatorname{tg} \theta = -\frac{(\pm \cos \alpha \sqrt{2hR - h^2})}{\cos \alpha \sqrt{R^2 \cos^2 \alpha - (\pm \cos \alpha \sqrt{2hR - h^2})^2}} \quad (3.34)$$

Зведемо в квадрат обидві частини рівняння (13) з урахуванням, що

$$\operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2 \quad (3.35)$$

і виконавши відповідні перетворення, отримаємо квадратичне рівняння :

$$R^2 (\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2)^2 \cos^2 \alpha - 2hR [1 + (\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2)^2 \cos^2 \alpha] + h^2 [1 + (\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2)^2 \cos^2 \alpha] \geq 0 \quad (3.36)$$

Висловивши $[(\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2)^2 \cos^2 \alpha]$ через I, а $[1 + (\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2)^2 \cos^2 \alpha]$

через J і вирішуючи рівняння (14) щодо радіуса R плоского диска, отримаємо

$$R_1 \geq \frac{hj}{i} - \frac{h\sqrt{j(j-i)}}{i} \quad (3.37)$$

$$R_2 \geq \frac{h\sqrt{j(j-i)}}{i} + \frac{hj}{i} \quad (3.38)$$

$$R_{1,2} \geq \frac{h(j \pm \sqrt{j(j-i)})}{i} \quad (3.39)$$

Після виконання оберненої заміни змінних I і J визначити оптимальний діаметр плоского диска робочого органу гребінчастої сівалки з точки зору його надійного зчеплення з ґрунтом та мінімального ковзання:

$$D \geq \frac{2h(1 + (\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2)^2 \cos^2 \alpha \pm \sqrt{1 + (\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2)^2 \cos^2 \alpha})}{(\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2)^2 \cos^2 \alpha} \quad (3.40)$$

Кут тертя між ріжучою кромкою плоского диска і грудкою ґрунту для чорноземних ґрунтів $\varphi_1 = 20 \dots 24^\circ$ і кут тертя між поверхнями грудки ґрунту і ґрунту $\varphi_2 = 48^\circ$, диск $h = 0,06$ м, мінімальний діаметр плоского диска при куті атаки $\alpha = 5^\circ$ $D = 0,08 \dots 0,26$ м, при $\alpha = 35^\circ$ $D = 0,07 \dots 0,32$ м.

Якість запропонованої конструкції корпусу плуга [48,49,50,51] залежить від правильності оптимізаційного режиму конструкції та технічних параметрів.

Скільки в якості робочих органів ми використовуємо диски, необхідно визначити їх параметри, щоб відповідати сільськогосподарським технічним вимогам. Діаметр диска [52] визначте з умови забезпечення заданої глибини обробітку ґрунту (рис. 3.6). Слід мати на увазі, що робочі органи мають індивідуальне розташування.

Щоб обертати плоский диск на землі з мінімальним опором ковзання і коченню, необхідно обґрунтувати його діаметр. Плоский диск оптимального діаметра повинен забезпечувати надійне різання ґрунтових грудок і бур'янів і

переносити певну кількість ґрунту з рядків на насіння висівок. Процес лінійного руху та обертання плоского диска радіусом R в ґрунті на глибині a має відбуватися так, щоб плоский диск був затиснутий між своєю ріжучою кромкою та ґрунтом при зіткненні з блоком.

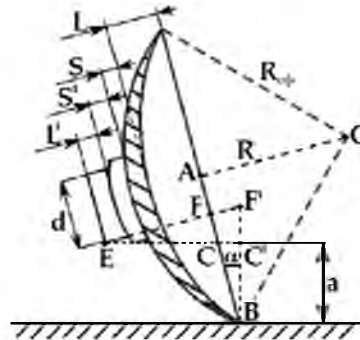


Рис. 3.7. - До визначення діаметра диска.

Діаметр диска та його визначення: A - глибина диска в землі; d - діаметр корпусу підшипника; L' - товщина корпусу підшипника; S - товщина диска; S - товщина фланця осі диска; L - виліт стрілки відхилення диска.

Визначимо діаметр сферичного диска з урахуванням кута його атаки

$$D = \frac{b^2}{4a \sin^2 \theta} + a \quad (3.41)$$

де θ - кут атаки сферичного диска градусів.

Знаючи діаметр, знайдемо кут атаки сферичного диска :

$$\sin^2 \theta = \frac{b^2 \cos \alpha}{4a \left(D - \frac{a}{\cos \alpha} \right)} \quad (3.42)$$

$$\theta = \arcsin \frac{b \sqrt{\cos \alpha}}{2 \sqrt{a \left(D - \frac{a}{\cos \alpha} \right)}} \quad (3.43)$$

де α - кут нахилу сферичного диска, градусів.

Так як диск використовуємо без нахилу, то $\alpha = 0$. В цьому випадку

$$\theta = \arcsin \frac{b}{2 \sqrt{a(D-a)}} \quad (3.44)$$

Таким чином, кут атаки кулястого диска залежить від ширини і глибини борозни, що утворюється в ґрунті, а також діаметра диска.

Розглянемо рух «згорнутого» шару, який для реального шару займає

проміжне положення між «згорнутим» і «нерухомим», зберігаючи ту ж саму закономірність. За початок нерухомої системи координат беремо точку сходження утворення від диска.

Траєкторія частки — це парабола, яка підкоряється законам руху об'єктів під кутом до горизонту. Розглянемо траєкторію руху ґрунтової частинки (рис.3).

$$x = v_0 \cos^2 \lambda \left(1 + \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{tg} \lambda \left(\frac{\cos \lambda_0 - \cos \lambda \cos \psi}{\sin \lambda \sin \psi} \right) \right) t \quad (3.45)$$

$$y = v_0 \cos \lambda \cos \gamma \left(1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{ctg} \lambda \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \gamma_0}{\cos \gamma}}{\sin \psi \operatorname{ctg} \gamma} \right) \right) t \quad (3.46)$$

$$z = v_0 \cos \lambda \cos \sigma \left(1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{ctg} \lambda \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \sigma_0}{\cos \sigma}}{\sin \psi \operatorname{ctg} \lambda} \right) \right) t - \frac{gt^2}{2} \quad (3.47)$$

де $j = 0$ - кут тертя ґрунту про поверхність диска, градусів,

g - кут між внутрішньою нормаллю ON до робочої поверхні і віссю OY градусів;

s - кут між внутрішньою нормаллю до робочої поверхні і віссю градусів,

ψ - кут між нормаллю і швидкістю даної точки робочої поверхні диска;

l_0, g_0, s_0, ψ_0 - довжина сторін сферичних трикутників, м;

$\cos l_0, \cos g_0, \cos s_0$ - направляючі вектори швидкості будь-якої точки робочої поверхні обертаючого диска.

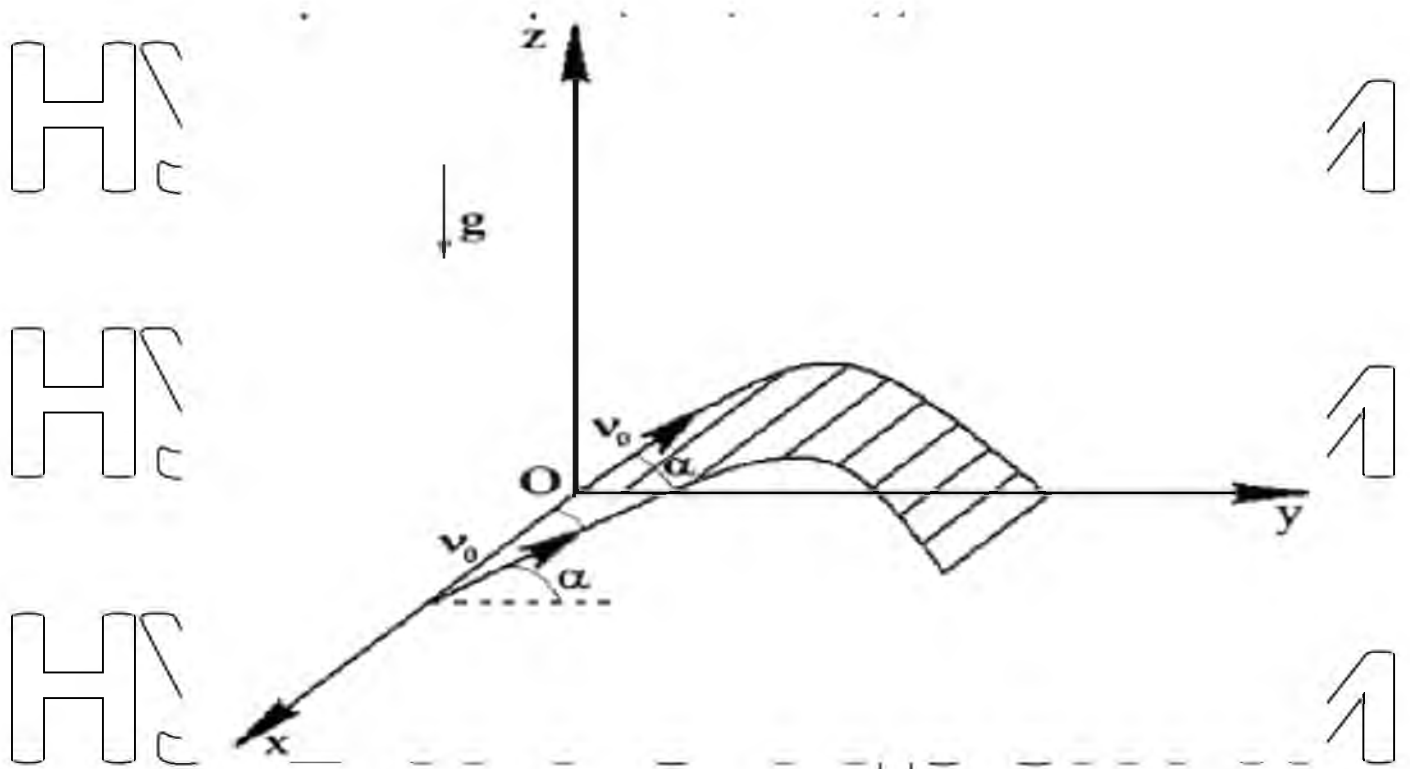


Рис.3.8 Траєкторії руху частинок ґрунту

За допомогою формули (5 - 7) можна визначити:

- максимальну висоту підйому частинок ґрунту H_{\max} ;
- дальність переміщення частинок ґрунту L_{ps} ;

Для цього обчислимо час підйому $t_{\text{под}}$ і час переміщення $t_{\text{пол}}$ частки ґрунту.

$$t_{\text{rise}} = \cos \lambda \cos \sigma \left[1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{ctg} \lambda \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \sigma_0}{\cos \sigma}}{\sin \psi \operatorname{ctg} \lambda} \right) \right] v_0 \quad (3.48)$$

$$t_{\text{rise}} = 2 \cos \lambda \cos \sigma \left[1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{ctg} \lambda \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \sigma_0}{\cos \sigma}}{\sin \psi \operatorname{ctg} \lambda} \right) \right] v_0 / g \quad (3.49)$$

$$H_{\max} = \left(\cos \lambda \cos \sigma \left[1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{ctg} \lambda \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \sigma_0}{\cos \sigma}}{\sin \psi \operatorname{ctg} \lambda} \right) \right] v_0 \right)^2 / g \quad (3.50)$$

$$L_t = y(t) = \cos \lambda \cos \gamma \left(1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{ctg} \lambda \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \gamma_0}{\cos \gamma}}{\sin \psi \operatorname{ctg} \gamma} \right) \right) v_{0t110}^2 / g$$

$$= 2 \cos \lambda \cos \sigma \left(1 - \operatorname{tg} \varphi_0 \operatorname{ctg} \lambda \left(\frac{\cos \psi - \frac{\cos \sigma_0}{\cos \sigma}}{\sin \psi \operatorname{ctg} \lambda} \right) \right) v_0^2 / g \quad (3.51)$$

Тому дальність переміщення та максимальна висота підняття ґрунту залежать від швидкості руху елемента та фізико-механічних властивостей ґрунту.

Далі ми підтвердили діаметр горизонтального диска, основним призначенням якого є заповнення канавки, отриманої від сферичного диска, для утворення гладкої поверхні, тобто потрібно було отримати більш ранній насип. Ширина цього насипу є діапазоном руху частинок ґрунту (рис.3.9).

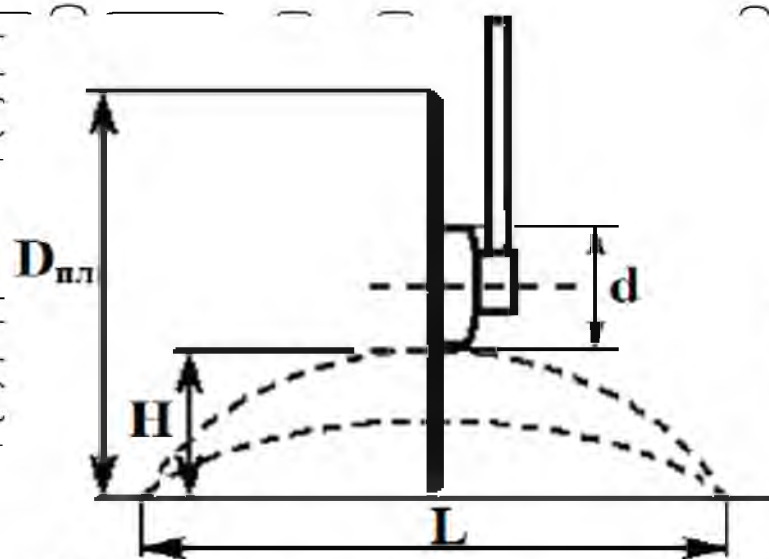


Рис. 3.9 До визначення діаметра плоского диска

Таким чином, діаметр плоского диска з умови обороту пласта.

$$D_{12} = \frac{L^2}{4H \sin^2 \theta'} + H \quad (3.52)$$

де L - ширина утворюється пагорб,
 m ; g' - кут атаки плоского диска, градусів.

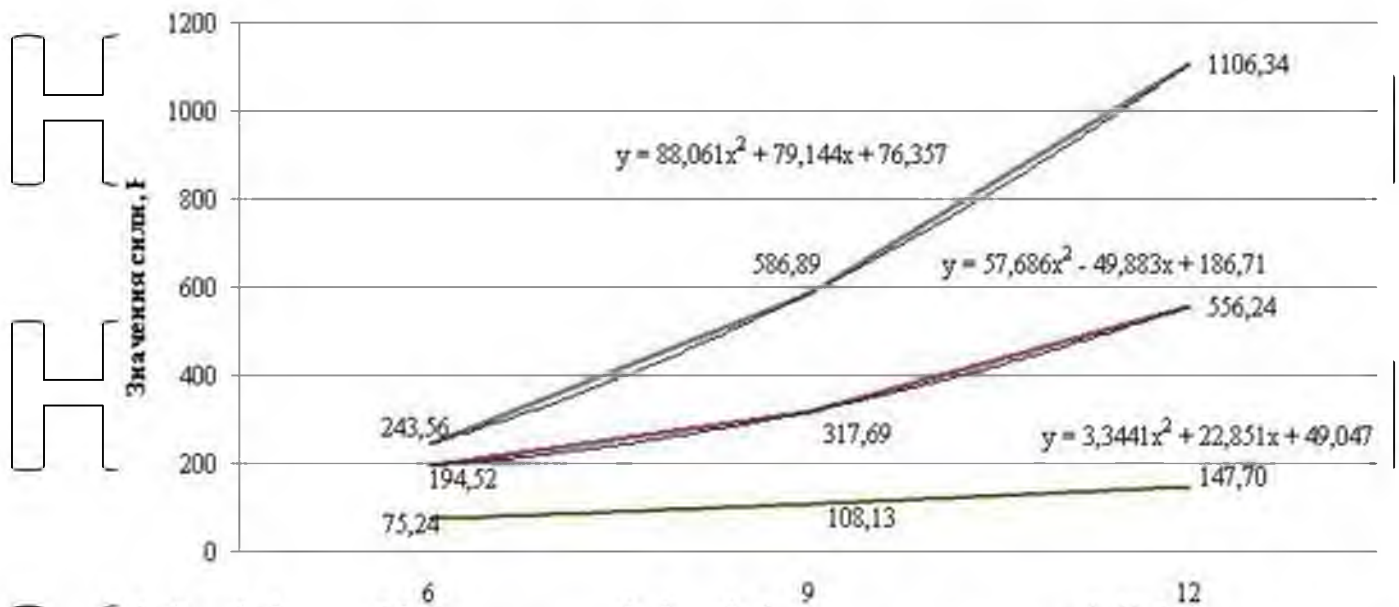


Рис. 3.10 Зміна трьох складових результуючої сили опору при глибині 12 см., та швидкості дискування км/год

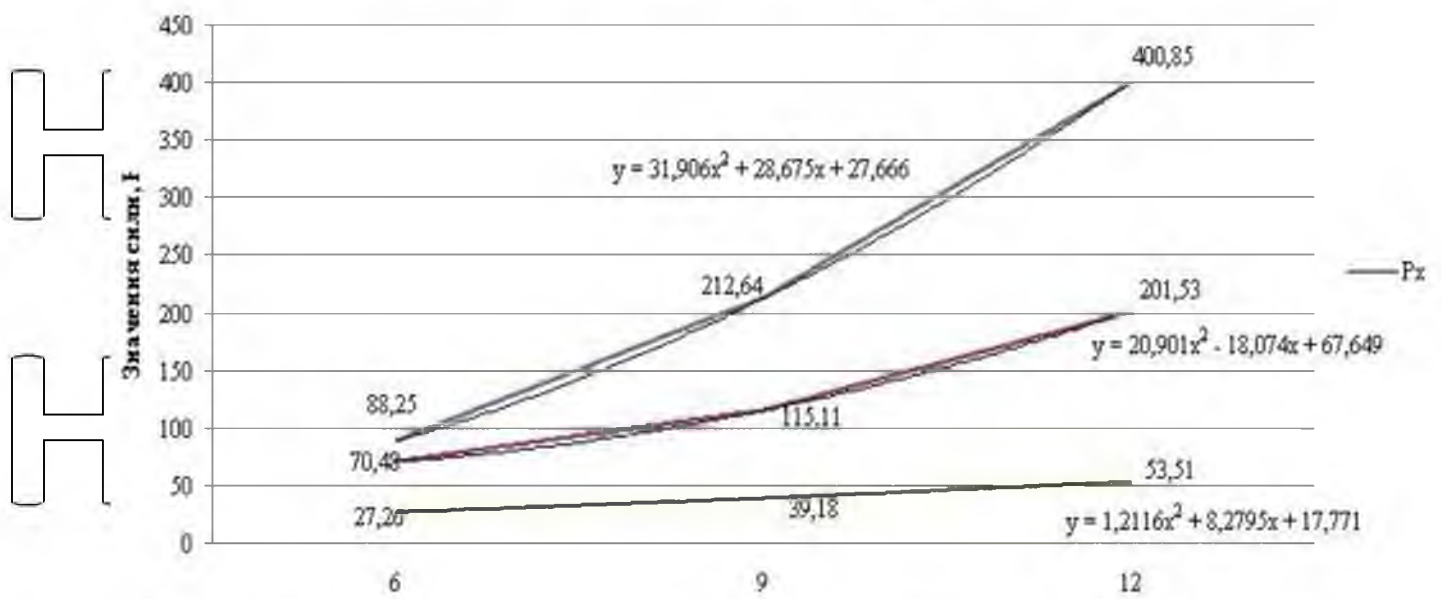


Рис. 3.11 Зміна трьох складових результуючої сили опору при глибині 6 см., та швидкості дискування км/год

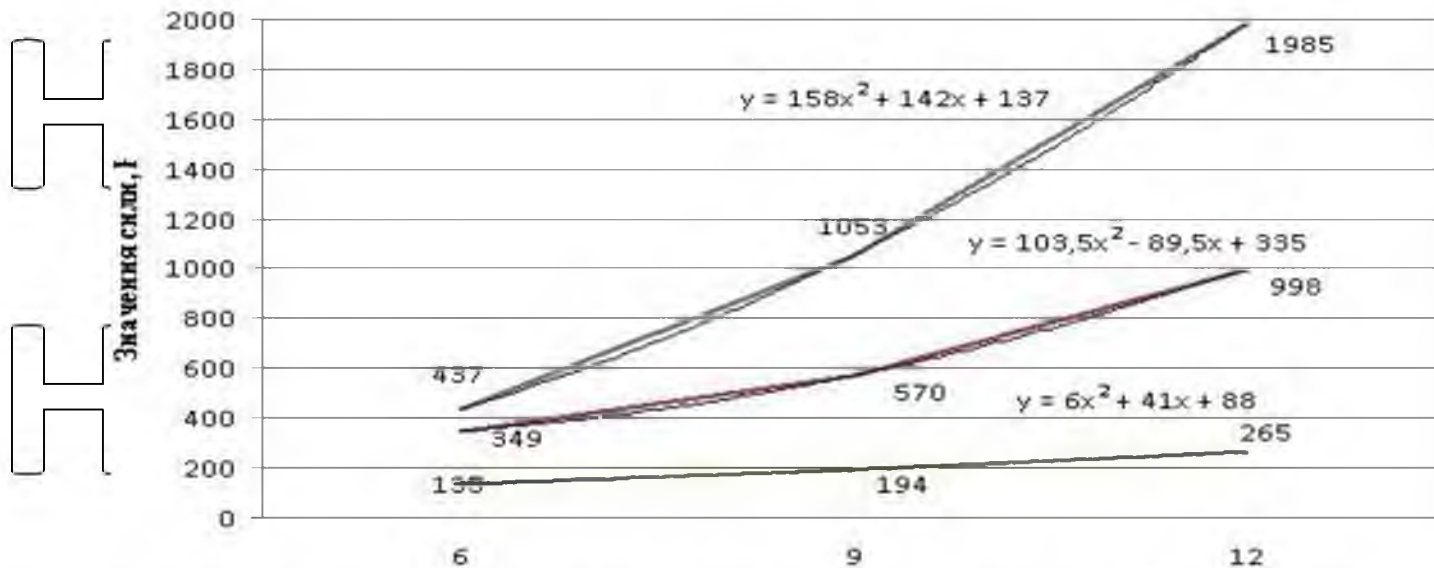


Рис. 3.12 Зміна трьох складових результуючої сили опору при глибині 18 см., та швидкості дискування км/год

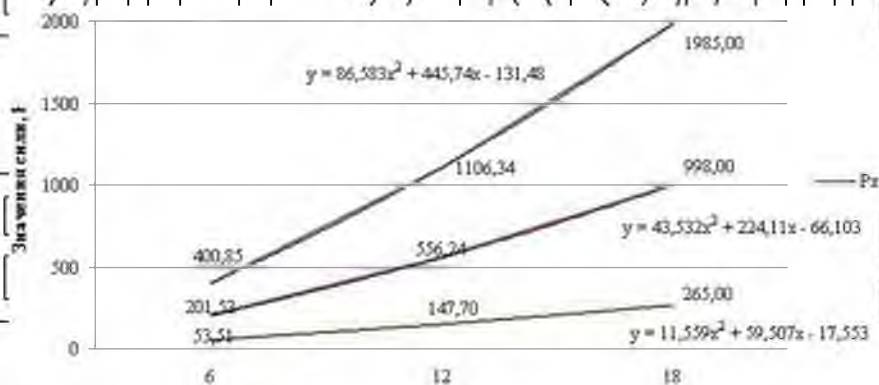


Рис. 3.13 Зміна трьох складових результуючої сили опору при швидкості 12 км/год., та глибини дискування см

Проведено дослідження зміни результуючого опору дискового корпусу плуга в залежності від швидкості та глибини обробітку.

4. САПР ТА СИЛОВИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІ ДИСКОВОГО КОРПУСА ПЛУГА

4.1 САПР виконує такі функції:

- конструкторська частина складання повноцінного комплексу конструкторської документації;

технологічна частина — розрахунок і проектування технологічних схем, технологічного оснащення, транспорту;

архітектурно-будівельна частина — розрахунок і проектування металевих і залізобетонних конструкцій;

санітарно-технічні системи — проектування тепlopостачання, опалення і вентиляції виробничих і адміністративних корпусів, а також водopостачання і каналізації;

електротехнічні системи — розрахунок і проектування електропостачання, електросилового устаткування, світлотехнічної частини

проектів, телемеханізації електропостачання;

гідротехнічні спорудження — розрахунок і проектування напірного і безнапірного гідротранспорту відвальних хвостів, стійкості укосів хвостосховищ;

системи автоматизації — розробка схем зовнішніх з'єднань, електричних і труєних проводок щитів автоматики;

кошторисна частина — складання локальних і зведених кошторисів, відомостей матеріалів, специфікацій, комплектація обладнання.

САПР - організаційно-технічна система, що входить в структуру проєктної організації і здійснює проектування за допомогою комплексу засобів автоматизованого проектування (ксапі).

Взаємодія організаційного підрозділу проектування з набором засобів автоматизації проектування регулюється організаційним забезпеченням.

Основною функцією САПР є автоматизація проектування всього або частини проектування об'єктів та їх компонентів.

4.2. Основні принципи створення САПР

При створенні САПР та її компонентів слід дотримуватися таких основних принципів:

- системного єдності;
- сумісності;
- типізації;
- розвитку.

Принцип єдності системи повинен забезпечувати цілісність системи та системну зв'язність окремих елементів конструкції та всього об'єкта проектування в цілому. (ієрархічність проектування).

Принципи сумісності повинні забезпечувати сумісність компонентів САПР і підтримувати загальну відкриту систему.

Принцип типизації полягає у зосередженні на первинному створенні та використанні стандартних та уніфікованих елементів САПР. Елементи з кількома використанням переднього плану вимагають введення. Регулярно перевіряйте типові та уніфіковані елементи на відповідність сучасним вимогам САПР і змінюйте їх у разі потреби. Створення САПР з урахуванням принципу набору тексту повинно включати:

- розробка базової версії ксапи та (або) її компонентів;
- створення модифікації ксапи та (або) її компонентів на основі основного

варіанту. Принципи розробки повинні передбачати доповнення, вдосконалення та оновлення компонентів САПР, а також взаємодію та взаємозв'язки розширення з системами автоматизації різного рівня та функціонального забезпечення. Роботи з розробки САПР та модернізації компонентів САПР виконуються відповідно до технологічного завдання. Розробка САПР є

важливою науково-технічною проблемою, і її впровадження потребує значних інвестицій.

4.3. Склад і структура САПР

Структурні частини САПР, тісно пов'язані з організаційною структурою проектної організації, є підсистемами, в яких за допомогою спеціалізованих наборів інструментів встановлюється повнофункціональна послідовність завдань САПР. За призначенням підсистеми поділяють на проектувальні та обслуговуючі.

Підсистема проектування є об'єктно-орієнтованою і реалізує етап проектування або набір безпосередньо пов'язаних завдань проектування.

Приклади підсистем проектування:

- підсистема ескізного проектування;

- підсистема детального проєктування корпусу;
- підсистема проєктування механічних технологічних процесів,
обробка. Підсистема обслуговування має загальносистемний додаток, що
підтримує роботу підсистеми проєктування, передачу та опублікування
отриманих у ній результатів. Приклади сервісних підсистем:

- автоматизований банк даних;
- підсистема документації;
- графічна підсистема введення/виводу. Систематичне поєднання САПР
забезпечується існуванням набору взаємопов'язаних моделей, що визначають
об'єкти проєктування в цілому, і набору системних інтерфейсів, що забезпечують
цей зв'язок. Єдність системи в рамках підсистеми проєктування забезпечується
існуванням єдиної інформаційної моделі для об'єктної частини, в якій повинні
прийматися проєктні рішення.

Підведення форм та використання моделей об'єктів проєктування в
прикладних задачах здійснюється системами або підсистемами.
Конструктивними частинами ксапи в її функціонуванні є програмно-
методичний (ПМК) і програмно-технологічний (ПТК) комплекси (далі
інструментальний комплекс), а також компоненти організаційного забезпечення.

Комплекс засобів може об'єднувати свої обчислювальні та інформаційні
ресурси, утворюючи підсистеми або локальну мережу систем в цілому.

Структурними частинами наборів інструментів є складові таких типів
програмного забезпечення: програмне, інформаційне, методологічне,
математично, лінгвістичне «технічне». Компоненти програмного типу
виконують задану функцію в наборі інструментів і являють собою найменший
(неподільний) власноруч розроблений (або придбаний) елемент САПР
(наприклад: програма, інструкція, дисплей і т. Д.)

Ефективна робота ксапи та взаємодія частин ієрархії САПР має бути
досягнута шляхом зосередження уваги на стандартних інтерфейсах та
протоколах зв'язку, що забезпечують складну взаємодію.

Ефективне функціонування комплексу засобів має досягатися за рахунок взаємного умовного розвитку (узгодження з закупівлею) компонентів, що входять до складу комплексу засобів.

Ксапи сервісної підсистеми, а також окремі ПТК цих підсистем можуть використовуватися в роботі всіх підсистем.

Розробка САПР є важливою науково-технічною проблемою, і її впровадження потребує значних інвестицій. Накопичений досвід дозволив нам виділити наступні основні принципи побудови САПР.

1. САПР - це система людина-машина. Усі системи проектування, створювані і створені комп'ютером, автоматизовані, при цьому важливу роль відіграють інженери, які розробляють проекти технічних засобів.

На даний момент, і принаймні в найближчі кілька років, автоматизованих систем проектування не очікується, і ніщо не загрожує людській монополії при прийнятті критичних рішень у процесі проектування. Люди, які працюють у САПР, по-перше, повинні вирішувати всі неформалізовані проблеми, а по-друге, люди виконують завдання на основі своїх індивідуальних здібностей ефективніше, ніж сучасні комп'ютери, засновані на обчислювальній потужності.

Тісна взаємодія людини і комп'ютера в процесі проектування - один із принципів побудови та роботи САПР.

2. САПР - це багатошарова система, яка реалізує комплексний підхід до автоматизації проектування на всіх рівнях. Багатошаровість рівня проектування відображається в структурі спеціального програмного забезпечення САПР у вигляді рівня підсистеми.

Необхідно наголосити на доцільності забезпечення інтеграції САПР, оскільки автоматизація проектування лише на одному рівні менш ефективна, ніж повна автоматизація на всіх рівнях. Ієрархічна побудова відноситься не тільки до спеціального програмного забезпечення, а й до технічного обладнання САПР, яке поділено на центральну комп'ютерну систему та автоматизоване робоче місце для дизайнерів.

3. САПР - набір підсистем з узгодженою інформацією. Цей дуже важливий принцип має застосовуватися не тільки до зв'язків між великими підсистемами,

а й до зв'язків між меншими частинами всередині підсистеми. Інформаційна узгодженість означає, що всі або більшість можливих послідовностей проектних завдань обслуговуються програмою узгодженості інформації. Дві програми є інформаційно забезпеченими, якщо всі дані, які є об'єктом обробки в обох програмах, містяться в масивах чисел, які не потрібно змінювати при переході від однієї програми до іншої. Отже, інформаційний зв'язок може бути втислим, оскільки результат вирішення однієї проблеми стане вихідними даними іншої проблеми. Програма є інформаційно неузгодженою, якщо її протокол вимагає значних маніпуляцій із загальними масивами за участю того, хто додає відсутні

параметри, вручну реорганізує масив або змінює числове значення окремого параметра. Ручна реорганізація масивів може спричинити значні затримки в часі, збільшити кількість помилок та зменшити попит на послуги САПР.

Непослідовна інформація перетворює САПР на набір незалежних програм, а неврахування багатьох факторів, які оцінюються в інших підсистемах підсистеми, знижує якість проектного рішення.

4. САПР - відкрита і розвивається. Є принаймні дві вагомі причини, чому САПР має бути системою, що змінюється в часі. По-перше, розробка складних об'єктів, таких як САПР, займає багато часу, і вводити частини системи в

експлуатацію, коли вони готові, економічно вигідно. Базовий варіант системи вводить у експлуатацію для подальшого розширення. По-друге, безперервний розвиток технологій, проектування, обчислень і обчислювальної математики

призводить до нових, більш досконалих математичних моделей і процедур, які повинні замінити старі, менш успішні аналоги. Тому САПР має бути відкритою системою, тобто з легким доступом до нових методів та інструментів.

5. САПР - професійна система, яка максимально використовує уніфіковані модулі. Вимоги до високої ефективності та універсальності часто суперечливі.

Що стосується САПР, то це положення залишається в силі. Висока ефективність

САПР, яка в основному виявляється в низьких витратах часу і матеріалів на вирішення проектних задач, досягається завдяки спеціалізації системи. Очевидно, що при цьому зростає число різних САПР. Для зниження витрат на розробку багатьох спеціалізованих САПР рекомендується будувати на основі

максимального використання уніфікованих компонентів. Необхідною умовою уніфікації є пошук спільних характеристик і положень у моделюванні, аналізі та синтезі різних технічних об'єктів. Звичайно, можна сформулювати багато інших принципів, щоб підкреслити поширеність і складність завдань САПР.

Технічне забезпечення САПР - сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих технологічних засобів, у тому числі ЕОМ (електронна обчислювальна машина) і зовнішні пристрої, що працюють під їх управлінням, призначених для виконання автоматизованого проектування. Технічне програмне забезпечення поділяється на групи програмного забезпечення (процесори даних і пристрої зберігання даних, які реалізують перетворення даних і програмно-керовані обчислення), підготовку, введення та відображення даних (для обміну даними між користувачем і комп'ютером), виведення даних, зберігання та передачу, друк і інші графічні пристрої та засоби зв'язку з віддаленими терміналами).

Математичне забезпечення САПР поєднує опис математичних моделей об'єктів проектування з математичними методами, реалізованими в САПР. Елементи математичного програмного забезпечення дуже різноманітні. Серед них є незмінні елементи, принципи побудови функціональних моделей, чисельні методи розв'язування алгебраїчних і диференціальних рівнянь, постановка та розв'язання задачі на визначення екстремальних значень тощо.

Програмне забезпечення САПР є описом алгоритмів проектування, що використовуються в САПР, а також документація з вихідним кодом програми, програмна та експлуатаційна документація на машинних носіях.

Інформаційне забезпечення САПР у поєднанні з різними даними, необхідними для автоматизованого проектування. Воно може бути представлене у вигляді документів на різних носіях, включаючи матеріали, довідкові властивості компонентів, стандартні схеми проектування, параметри елементів, поточний підсумок розробки та іншу інформацію, а також розв'язувати в формі конструкції. схема, параметри об'єкта проектування тощо.

Лінгвістичне забезпечення САПР представлено набором мов програмування, які використовуються для опису процедур автоматизованого проектування та проектних рішень.

Методичне забезпечення САПР складається з документів, які містять **правила проектування в системі.**

Організаційне забезпечення САПР включає положення, директиви, накази, штатні розписи, кваліфікаційні вимоги та інші документи, що регулюють взаємодію організаційної структури та підрозділів проектної організації з набором засобів автоматизованого проектування. При розробці 3D-моделі конструкції проектування нового металорізального верстата має здійснюватися в системі САПР. Це дозволяє подальший розрахунок початкових показників і моделювання для оптимізації.

4.2. Система аналізу конструкції САПР

Система автоматизованого проектування (САПР) широко використовується в сучасному виробництві, вона може витратити менше часу і фінансів на проектування технологічного потоку, підвищити точність процесу

проектування та програми обробки, а також знизити витрати матеріалів за

рахунок різних режимів обробки та часу обробки. Також використовуються комп'ютерні розрахунки та оптимізації.

Програмне забезпечення САПР базується на використанні комп'ютерних мереж і телекомунікаційних технологій, ПК і робочих станцій.

Математичне програмне забезпечення CAD характеризується різними методами, такими як обчислювальна математика, статистика, математичне програмування, дискретна математика та штучний інтелект. Програмні пакети САПР є одними з найскладніших сучасних програмних систем і комп'ютерних

середовищ на базі Unix, Windows, C, C++, Java, Python, Pascal, PascalABC та

інших мов програмування, сучасних технологій CASE, реляційних та об'єктно-орієнтованих систем управління базами даних (СУБД), стандартів відкритих систем.

Проекти, які отримують всі або частину проектних рішень за допомогою

взаємодії людини та комп'ютера, називаються автоматизованими, а не ручними (без використання комп'ютера) або автоматичними (без участі людини на проміжних етапах). Системою, яка реалізує автоматичне проектування, є система автоматичного проектування (англ. CAD-System-Computer Aided Design System). САПР (або CAD) часто використовується в поєднанні з системами автоматизації САЕ (Computer Aided Engineering). Дані з системи CAD передаються в САМ (Computer Aided Manufacturing) – систему, яка автоматично розробляє програми обробки деталей для верстатів.

Структура САПР. САПР складається з підсистем проектування та

обслуговування. Підсистема проектування безпосередньо виконує програму проектування. Прикладами підсистем проектування є підсистеми геометричного 3D моделювання механічних об'єктів, формування конструкторської документації, аналіз схем, відстеження з'єднань у друкованих платах.

Сервісна підсистема забезпечує роботу підсистем проектування, а їх збір часто називають системним середовищем (або оболонкою) САПР. Типовими сервісними підсистемами є управління даними проекту (PDM), управління процесом проектування (DesPM - Design Process Management), інтерфейс

користувача для зв'язку між розробниками та комп'ютерами, CASE (комп'ютерна розробка програмного забезпечення) для розробки програмного забезпечення та обслуговування CAD. На сьогоднішній день існує велика кількість програмного забезпечення та комбінацій методів САПР з різним

ступенем спеціалізації та напрямками застосування. В результаті автоматизація проектування стала невід'ємною частиною підготовки інженерів у всіх дисциплінах, інженери без робочих знань і навичок в САПР не можуть вважатися повноцінними експертами. Огляд найбільш поширених САПР світових виробників.

Аналіз модуля АРМ FEM дозволяє вирішувати лінійні задачі: напружено-деформований стан (статичні розрахунки); статична міцність вузлів;

НУБІП України

стабільність;
термоеластичність;
стаціонарна теплопровідність.

Динамічний аналіз дозволяє:

визначити частоту і форму власних коливань, включаючи моделі з попереднім навантаженням;

Результатами розрахунків є:

Еквівалентна напруга та її складові та розподіл основної напруги;

Розподіл лінійного, кутового та сумарного переміщення;

розподіл деформацій елементів моделі;

Карти та схеми внутрішніх робочих завдань;

Виділяють резервний коефіцієнт і кількість циклів за критеріями втомної міцності;

Виділяють резервний коефіцієнт і кількість циклів за критеріями втомної міцності;

Розподіл факторів запасів на основі критеріїв ліквідності та міцності;

Розподіл факторів запасів на основі критеріїв ліквідності та міцності;

Розподіл температурних полів і термонапруженого;

координати центра ваги, вага, обсяг, довжина, площа поверхні, моменти інерції моделі, а також моменти інерції, статичні моменти і площі поперечних перерізів;

реакції в опорах конструкції, а також сумарні реакції, наведені до центру ваги моделі.

APR FEM System: Силловий аналіз — це інтегрована бібліотека, інтегрована в Kompas 3D для підготовки та подальшого остаточного елементного аналізу деталей і вузлів.

Підготовка геометрії 3D та завдання матеріалів здійснюється системою Kompas 3D. Використовуючи APR FEM, можна застосовувати різні типи навантажень, вказувати обмеження для створення сіток кінцевих елементів і виконувати обчислення. Процес генерування кінцевих елементів виконується автоматично. Тобто основним напрямком подальшого розвитку САПР ТО є

стандартизація та уніфікація елементів технічного обладнання, що прискорить його розвиток, а також створення сучасних високоінтелектуальних систем автоматизації проектування верстатів.

APR FEM дозволяє виконувати такі типи розрахунків:

- Лінійний статичний розрахунок;
- Розрахунки стійкості;
- Розрахувати власні частоти (резонанси) та вібраційні структури;
- Розрахувати усталену задачу теплопровідності;
- Розрахунки термопружних задач (при виконанні статичних і теплових розрахунків; Типовими об'єктами силового аналізу являються невеликі за розміром деталі і збірки : кронштейни, куточки, важелі, корпусні деталі.

Робота з деревом прочностного аналізу

Аналіз міцності моделі дерева — це окрема вкладка з 4 групами об'єктів: навантаження та кріплення, відповідні поверхні, сітка KE та результати розрахунку.

Проблемі динамічного обчислення машин у машинобудуванні приділено велику увагу. Методи та програми динамічного розрахунку для машин та їх компонентів розробляються за допомогою централізованих (методи динамічної жорсткості, динамічної гнучкості) і розподілених (матриці переходів, методи скінченних елементів) параметрів.

На цьому етапі розвитку ІТ-технологій все більшого поширення набувають системи автоматизованого проектування (САПР) для створення різноманітних технічних об'єктів, у тому числі металорізальних верстатів. Для визначення вихідних параметрів маси об'єктів у процесі проектування використовуються прототипи конструкції у вигляді 3D-моделей – електронних тривимірних твердотільних моделей. 3D-модель по суті є математичним описом реального об'єкта, де кожен конструктивний елемент (лінія, поверхня, об'єм) описується математичними співвідношеннями. Тому всі необхідні розрахунки САПР-модельючої машини слід виконувати з використанням розробленої 3D-моделі.

Основною метою цього аналізу потужності є розробка методу обчислювального дослідження для оцінки його динамічних характеристик під час оптимізованого САПР проектування.

Для виконання розрахунків у САПР-системі КОМПАС-3D створена твердотільна 3D модель механічної (пружної) системи корпусу диска сошника.

Метою динамічного розрахунку є отримання деяких показників і характеристик корпусу плуга у вигляді статичної деформації, але для такого роду розрахунку 3D моделі в програмі САПР КОМПАС-3D основним критерієм є адекватність моделі, тобто параметри, які йому відповідають.

Розробка сучасного технічного обслуговування САПР відбувається за трьома напрямками: - розробка технічного обладнання досвідченими конструкторами з використанням бази даних елементів конструкції обладнання;

- автоматизація різних етапів процесу проектування технічного обладнання;

(форми тощо) для розробки САПР. Нині найпоширенішим методом

проектування технічного обладнання для типових представників є інтерактивна робота конструкторів на основі типових конструктивних елементів. Враховуючи різноманітність об'єктів проектування, цей метод є найбільш універсальним, але

вимагає залучення до проектування технічного обладнання кваліфікованих

спеціалістів, які вирішують питання щодо вибору типу та розрахунку елементів конструкції.

Під елементами конструкції ми розуміємо різні частини обладнання.

Дизайнерські ескізи технічного обладнання формуються дизайнерами за

спеціальним алгоритмом, а їх оригінальні елементи проектуються в

інтерактивному режимі через базову графічну систему. За останні роки

CAD/CAM системи типу КОМПАС-3D стали найбільш поширеними в Україні.

Силовий розрахунок корпусу плуга з дисовою полицею я виконав в

Komras 3D системою APM FEM в результаті розрахунків можна отримати

слідуючу інформацію: карту розподілу навантажень, напружень, деформацій в

конструкції, коефіцієнт запасу стійкості в залежності від кута прикладання.

Загальні інтерфейси для геометричних і обчислювальних моделей

забезпечують простоту та зручність використання з APM FEM. Створення 3D-

моделей, підготовка розрахунків і перегляд результатів – все це виконується в одному вікні. Створення сучасного обладнання на етапі проектування не обмежується його геометричною формою. Неможливо створити конкурентоспроможний продукт без ретельного інженерного аналізу об'єкта проектування.

Розробники в усьому світі сумлінно працюють над тим, щоб їхні дизайнерські рішення забезпечували статичну міцність, достатню довговічність, стабільність і належні динамічні характеристики, маючи при цьому мінімальну вагу, мінімальну вартість і мінімальне споживання енергії.

Однак при розробці системи автоматизованого проектування слід мати на увазі, що підвищення рівня автоматизації при проектуванні системи прийняття рішень не завжди підвищить якість продукту, а розробка САПР обладнання з високим рівнем автоматизації для конструкцій у малому виробництві значно підвищить вартість розробки програмного забезпечення продукту.

Аналіз і визначення граничних умов (фіксування, навантаження), перегляд отриманих результатів та аналіз значень основних конструктивних особливостей (напруження, коефіцієнт запасу, переміщення) дають змогу модифікувати модель на основі результатів розрахунку. Очікується, що максимальне напруження з'являється на робочій поверхні стійки і в місці з'єднання стояка з рамою плуга.

4.3 Силовий аналіз корпусу плуга з дисковою полицею

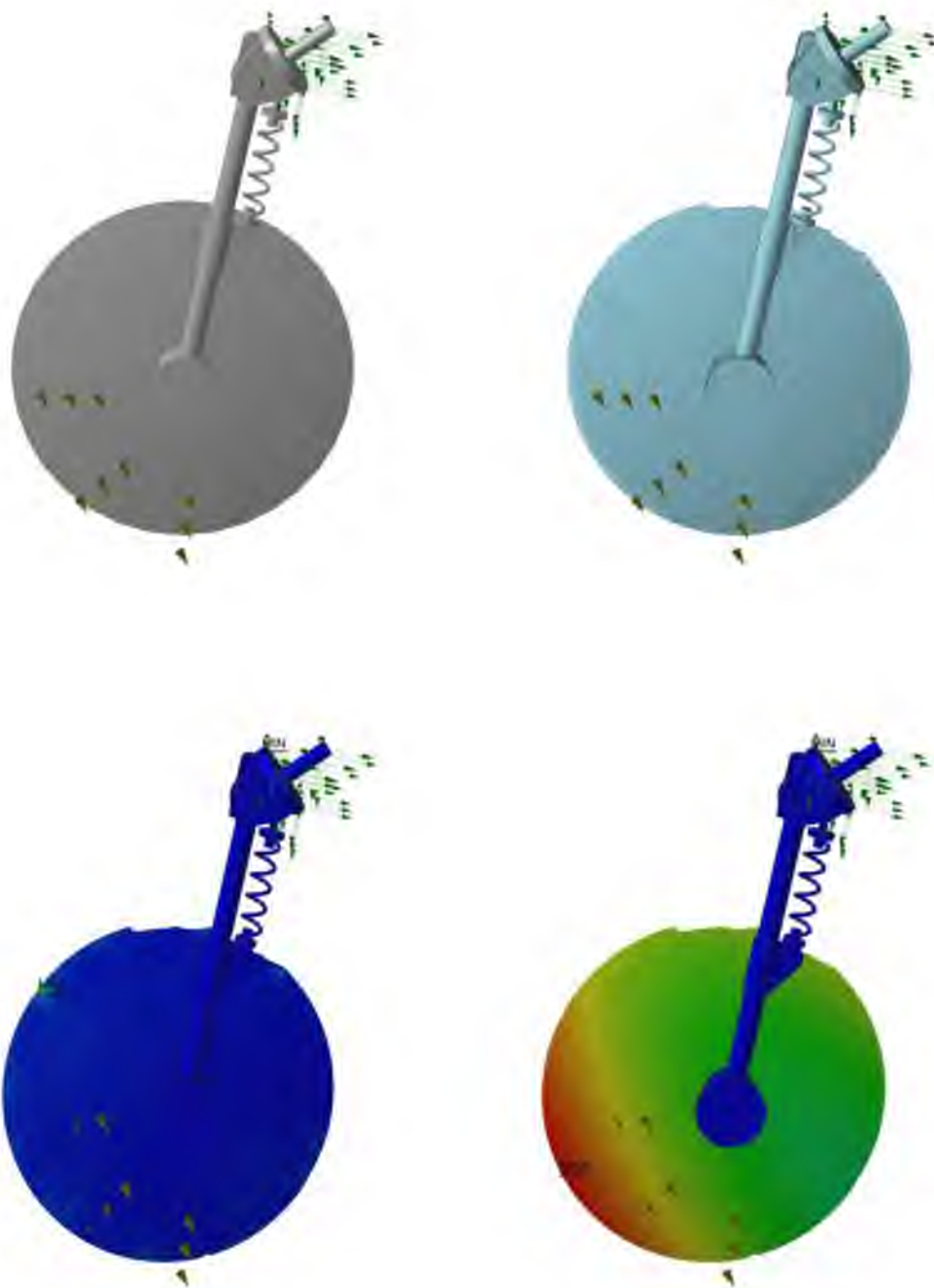


Рис.4.1 Результати статичного розрахунку

А - 3D модель дискового корпусу плуга, В - кінцево-елементна сітка.

Рисунок С-Д: Результати статичного розрахунку.

Складові результуючої сили опору, що діють при процесі дискового корпусу плуга з ґрунтом, Н:

$X = 1500; Y = 1500; Z = 1500$

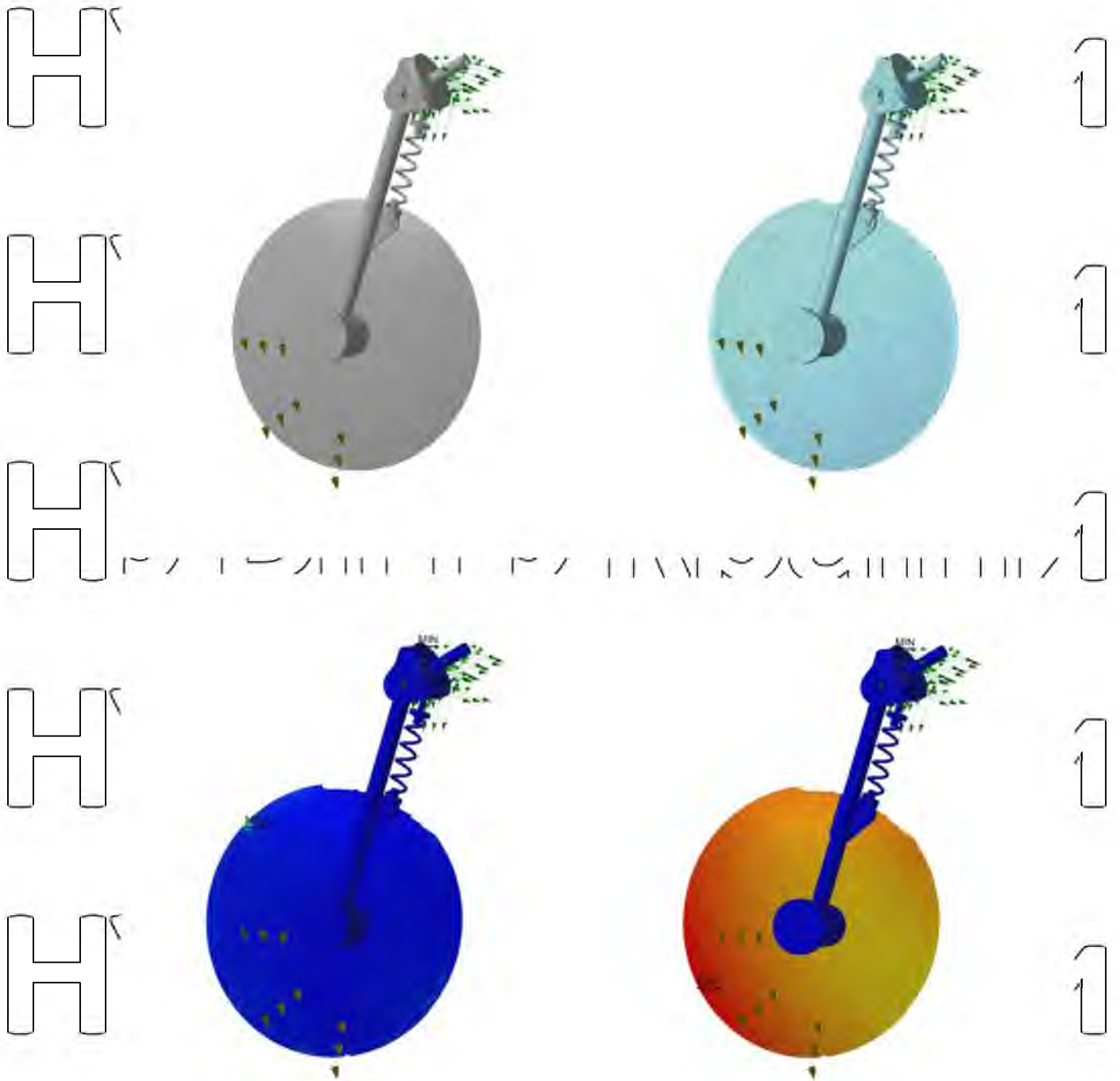


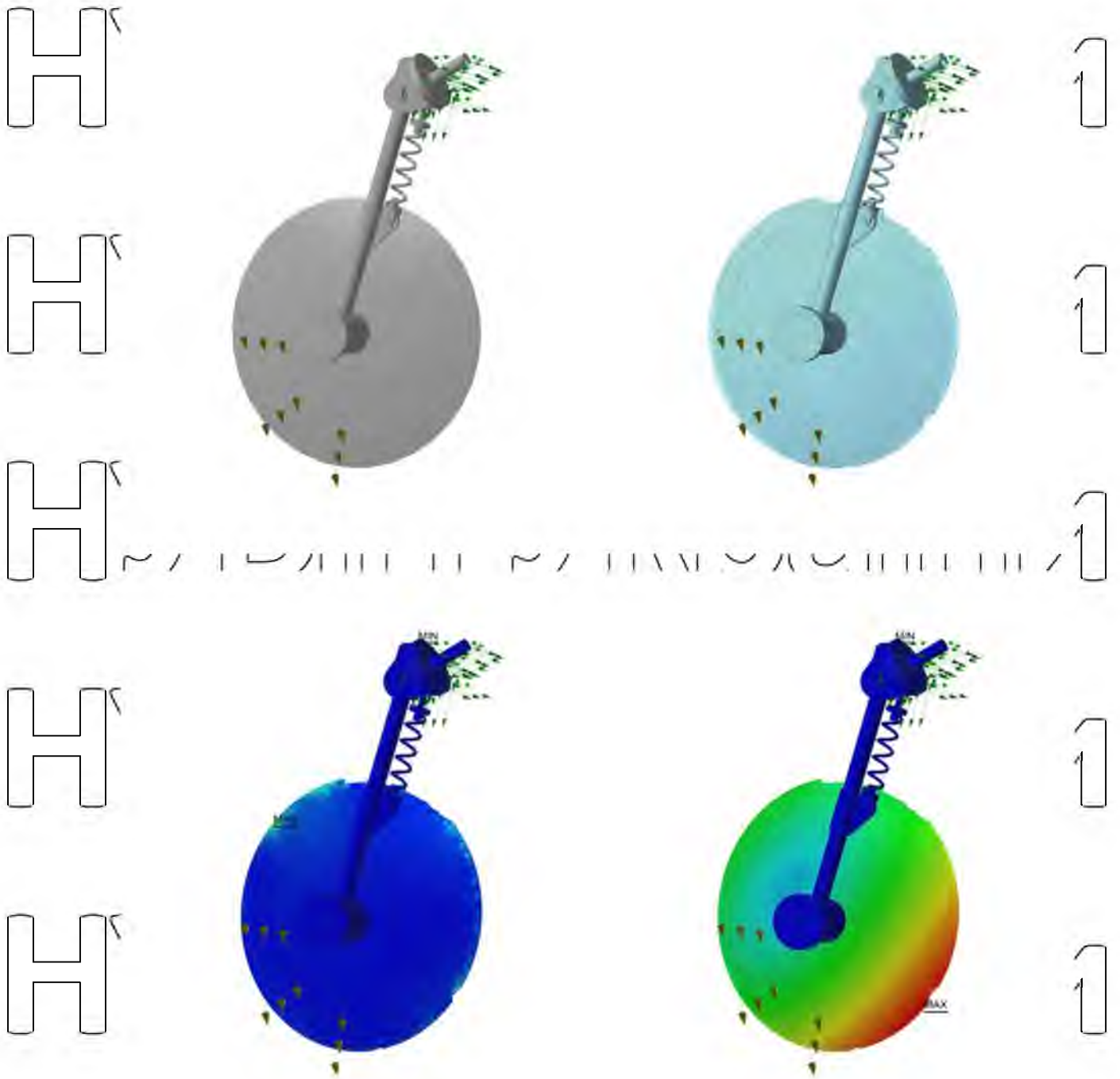
Рис.4.2 Результати статичного розрахунку

А - 3D модель дискового корпусу плуга, В - кінцево-елементна сітка.

Рисунок С-Д: Результати статичного розрахунку.

Складові результати сили опору, що діють при процесі дискового корпусу плуга з ґрунтом, Н:

$X = 1600; Y = 1600; Z = 1600$



НУБІП України

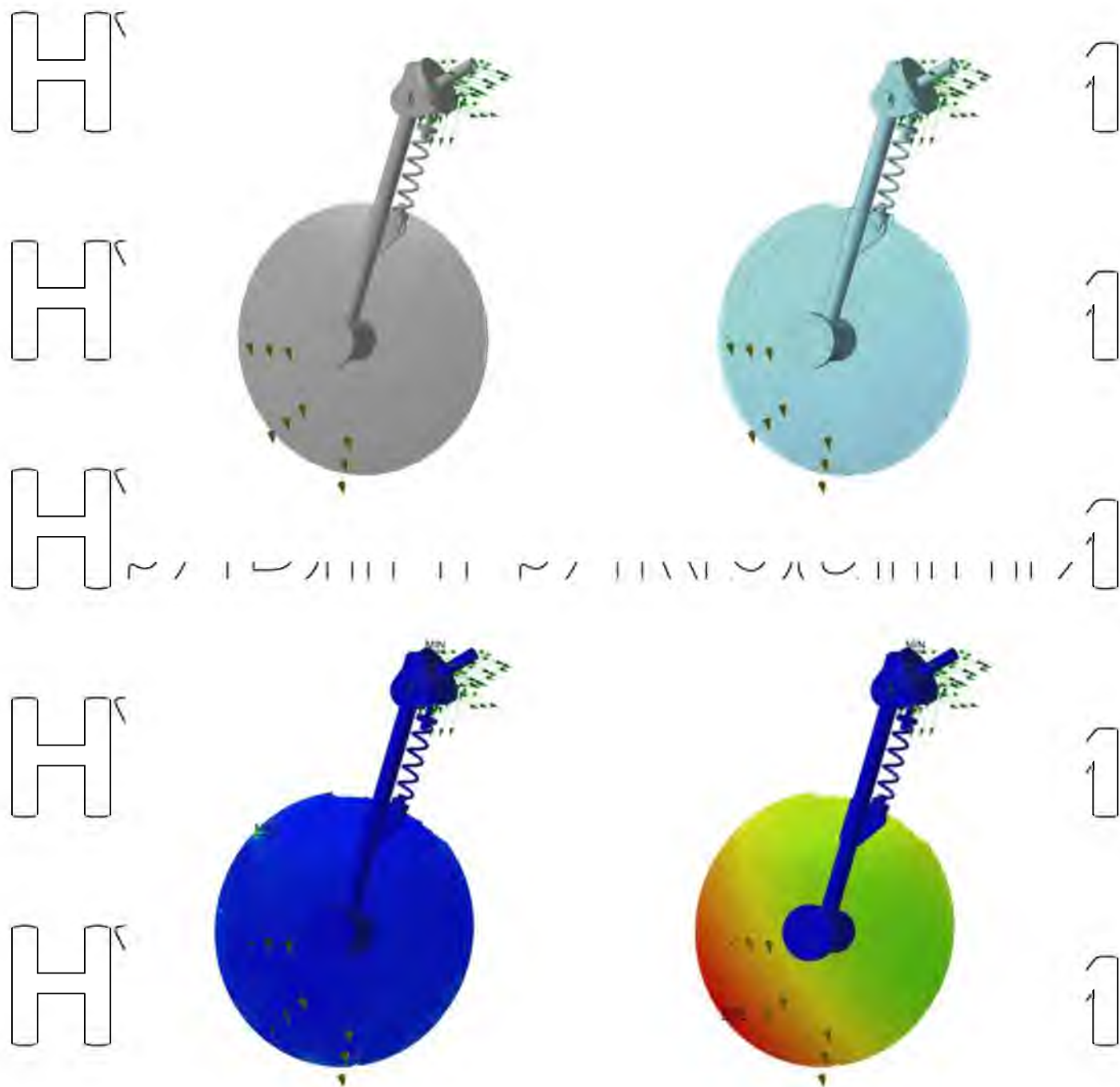
Рис.4.3 Результати статичного розрахунку

А - 3D модель дискового корпусу плуга, В - кінцево-елементна сітка.

Рисунок С-Д: Результати статичного розрахунку.

Складові результуючої сили опору, що діють при процесі дискового корпусу плуга з ґрунтом, Н:

$$X = 1700; Y = 1700; Z = 1700$$



НУБІП України

Рис.4.4 Результати статичного розрахунку

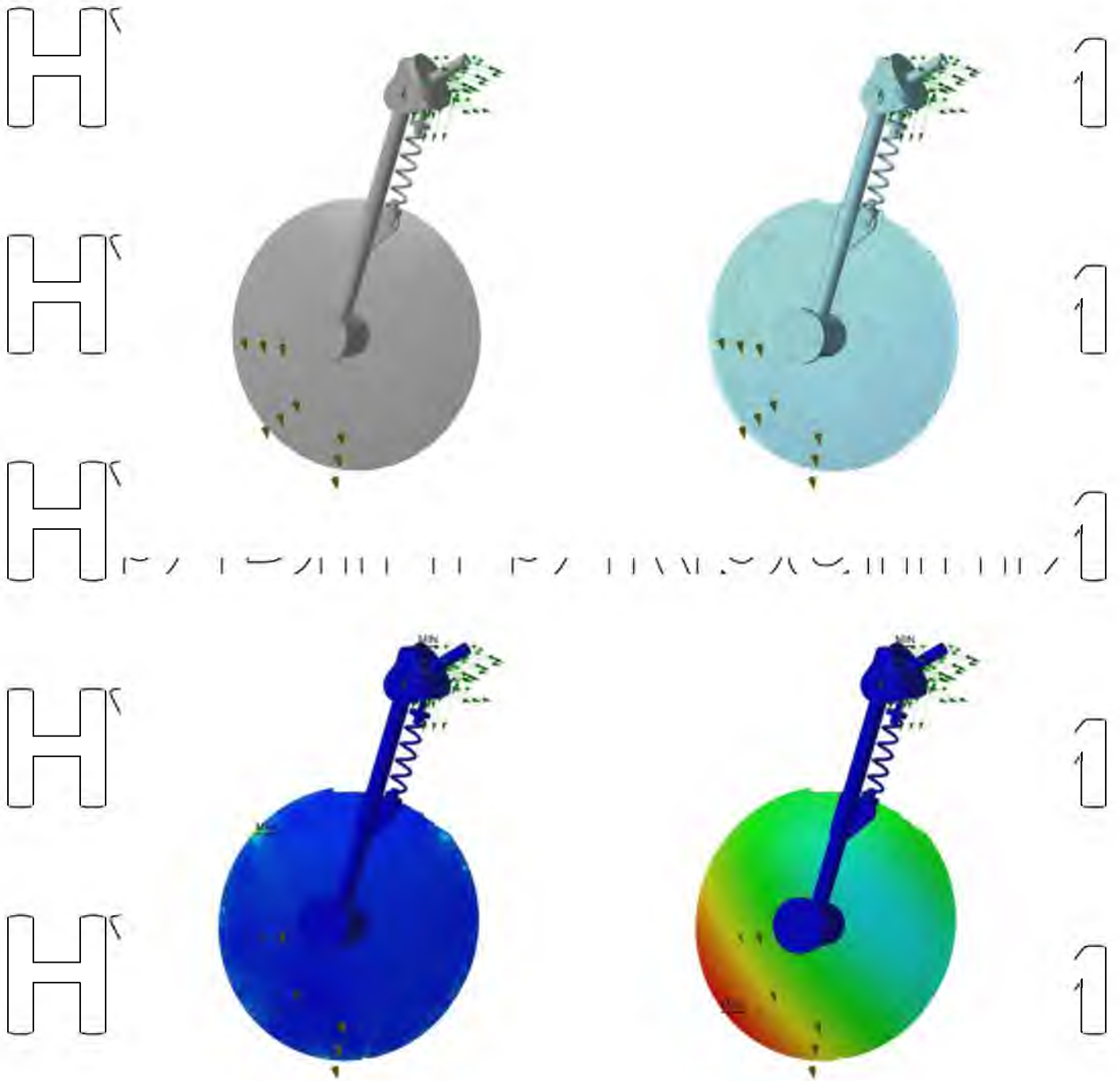
А - 3D модель дискового корпусу плуга, В - кінцево-елементна сітка.

НУБІП України

Рисунок С-Д: Результати статичного розрахунку.

Складові результуючої сили опору, що діють при процесі дискового корпусу плуга з ґрунтом, III:

$$X = 1800; Y = 1800; Z = 1800$$



НУБІП УКРАЇНИ

Рис.4.5 Результати статичного розрахунку

А - 3D модель дискового корпусу плуга, В - кінцево-елементна сітка.

Рисунок С-Д: Результати статичного розрахунку.

Складові результуючої сили опору, що діють при процесі дискового корпусу плуга з ґрунтом, Н :

$X = 1900; Y = 1900; Z = 1900$

НУБІП УКРАЇНИ

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

5.1. Охорона праці в господарстві

Відповідальність за охорону праці несе керівник господарства, який щорічно призначається у порядку чисельності посадових осіб, які відповідають за державну діяльність та організації охорони праці. Господарство має колективний договір, що включає матеріальні кошти на придобання спеодягу, запобігання нещасним випадкам і пожежам, дотримання правил і норм охорони праці.

Вступні інструкції надаються при прийомі на роботу інженера ОП. Він занесений до Журналу вступного навчання. Попереднє керівництво на робочому місці здійснює керівник підрозділу. Він опублікований у журналі реєстру інструкцій. Повторний інструктаж проводиться перед початком весняно-польових та осінньо-польових робіт керівником підрозділу, фіксують його так само, як і вихідний. Позаплановий інструктаж проводиться, коли змінюються правила безпеки, встановлюється нове обладнання, а працівники порушують правила безпеки. Ця інструкція виконується так само, як і початкова інструкція, але із зазначенням причини її виконання. Цільовий інструктаж перед роботою, на яку дається допуск, і пектпують в цьому наряді.

Велика увага при виконанні різних робіт приділяється спеодягу та засобам індивідуального захисту.

Для допуску до роботи з пестицидами працівники мають бути старші 18 років і, окрім інструктажу, мають пройти медичну комісію. Основною причиною

травматизму в господарстві є недотримання вимог безпеки.

Охорона праці в господарстві має багато недоліків. Тому пропонується ряд заходів щодо покращення охорони праці. Потрібно ввести тріступеневе управління.

Його суть полягає в тому, що вся команда, від співробітників до керівників, відповідає за охорону праці та дотримання вимог безпеки. Крім того, пропозиції щодо вдосконалення охорони праці в господарстві: необхідно затвердити перелік інструкцій з охорони праці за видами робіт та занять в господарстві рішенням керівництва; розробити інструкції з охорони праці про відсутність на підставі

затвердженого переліку; укомплектувати виробництво інструкціями з охорони праці; затвердження переліків робіт підвищеної небезпеки за категоріями за рішенням господарської ради, необхідне навчання та перевірка обсягу робіт. А по закінченні навчання спеціально створена комісія перевірить знання працівників з питань охорони праці та зареєструє угоду, забезпечить джерело первинного медичного огляду для водіїв та слюсарів, організує провідних спеціалістів для проведення охорони праці та доступу до працівників. Забезпечувати своєчасний та якісний нагляд за інструктажною роботою самостійної роботи; забезпечувати працівників засобами індивідуального захисту відповідно до стандартів до початку масштабних робіт на об'єкті та запобігати роботам без такого обладнання; приписує експлуатацію тракторів, що підлягають щорічному технічному огляду.

5.2. Охорона праці при роботі з дисковим плугом

Безпека виробничого процесу у виробничому процесі вирощування тритикале гарантується підбором технологічних процесів, методів, методів експлуатації, порядку обслуговування сільськогосподарської продукції.

Машини, формування виробничих приміщень, підтримка плуга ППО-4-40 і трактора МТЗ-1221 в безпечних умовах, використання засобів індивідуального захисту.

Для безпеки дуже важливо підібрати професійний персонал для виконання певних завдань на основі наявності небезпечних та шкідливих факторів.

За статистичними даними, найбільшої школи від техніки отримували водії автомобілів і трактористи. Дуже багато нещасних випадків було пов'язано з наїздом агрегатів на людей. Зіткнення зазвичай відбуваються при зчепленні та відчепленні трактора до агрегату (зіткнення з зчепленням); при запуску двигуна з увімкненою коробкою передач, при трамбуванні силосу, маневрування пристроями на робочих платформах, у вузьких проходах, при виконанні ремонтних робіт з працюючим двигуном і не гальмованим трактором або причепом (зіткнення з підрядником під час роботи машини на схилах, автоматичне включення коробки передач;

Трактор МТЗ-1221 і плуг ППО-4-40 повинні бути в справному стані та дотримуватися правил техніки безпеки під час оранки на полі.

Забороняється працювати працівникам, службовцям та працівникам, які перебувають у стані алкогольного сп'яніння. Особи, які порушують вимоги нормативних документів з охорони праці, відстороняються від роботи і допускаються до роботи після отримання тимчасового керівництва або перевірки спеціальних знань. Автомобілі допускаються до місця роботи лише за наявності у водія (трактора, комбайна) посвідчення та накладної (наприклад), підписаної посадовою особою, відповідальною за роботу.

Переміщення агрегату на робоче місце та виконання робіт повинні здійснюватися за заздалегідь визначеним маршрутом і технологією, затвердженою відповідальною особою підприємства або відповідним головним спеціалістом, та супроводжуватися зобов'язаннями підприємства.

Особи старше 17 років, яким дозволено мати посвідчення на право керування машиною та отримувати інструктаж та обсяги робіт відповідно до встановлених вимог до управління трактором допускаються до роботи; випускники середніх шкіл, які закінчили ряд професійно-технічних та «технічних» спеціальностей, отримали в установленому порядку посвідчення

водія самохідної сільськогосподарської техніки до 17 років, можуть керувати автомобілем трактором або автомобілем.

Під час заправки автомобіля не повинно відбуватися витікання палива та масла, тому необхідно використовувати відповідні механізовані засоби. Не використовуйте відкритий вогонь під час огляду тари. При використанні палива необхідно суворо дотримуватися вимог безпеки.

Перед запуском двигуна тракторист повинен переконатися, що трансмісія, гідравлічна система, ВОМ і важелі управління знаходяться в нейтральному або вимкненому положенні. У місцях, де можуть рухатися машини або агрегати, не повинно бути людей. Під час пуску двигуна забороняється наближатися до заднього колеса, ставати в площині обертання маховика і запускати двигун.

Перед тим як керувати трактором, подайте звуковий сигнал, переконайтеся, що на дорозі немає людей і тоді можна з'їжджати.

При роботі трактор повинен бути справним і відповідати вимогам роботи. Машина з несправною гальмівною системою не повинна працювати. Не допускається внесення змін до конструкції гальмівної системи та встановлення окремих елементів гальмівної системи, що не входять до комплекту поставки машини цієї марки або не відповідають вимогам виробника машини. При зчепленні трактора їхати до плуга потрібно на низькій передачі, плавно і без буксування. При цьому тракторист повинен виконувати команду автостоппіка, тримаючи ногу на зчепленні, а педаль гальма на педалі, щоб швидко зупинитися, коли це необхідно. Причеп можна причепити лише тоді, коли трактор повністю зупиниться за командою.

Після встановлення машини оператор повинен поставити важіль перемикачів в нейтральне положення і поставити ногу на гальмо.

Система контролю рівня води повинна бути в справному стані. З'єднання шлангів гідравлічної системи повинно бути надійним, щоб запобігти витоків мастила в гідравлічній системі. Гідравлічні шланги розташовані та закріплені так, щоб вони не торкалися рухомих частин машини під час роботи. Забороняється сидіти на крило трактора, перебувати на причепі, двигуні, стояти на східцях і рухатися від трактора до причіпного пристрою.

Протязати транспортними з навісними агрегатами крізь канави, балки та інші перешкоди потрібно під прямим кутом, на низькій швидкості, уникаючи різких поштовхів і великих тягачів.

Технічні проблеми та проблеми з виготовленням повинні бути виправлені, коли двигун вимкнений. Плуг необхідно опустити на землю або встановити на підставку. Якщо під час роботи необхідно зняти одне колесо, то під інші колеса встановити міцну опору, або поставити на міцний фундамент, а позаду – опори. Рухомі частини машини (приводи, ланцюги, ремені, шестерні тощо) повинні бути обладнані для забезпечення безпеки оператора.

Висновок: для забезпечення вимог безпеки під час експлуатації необхідно контролювати виконання механізаторами та обслуговуючим персоналом правил безпеки. Слід забезпечити агрегати спеціальними гаками, бічними корпусами для видалення залишків, спеціальним обладнанням для встановлення та

демонтажу бічних вузлів машини (кронштейнів, інструментів) для механіків та обслуговуючого персоналу.

Відповідальність за забезпечення заходів протипожежної безпеки у випадку пожежі покладається на відповідального за господарство, за технічний стан пожежних. Протипожежне обладнання та методи на відкритому обладнанні - на керівника виробничої ділянки.

Весь персонал, працівники та причетні на об'єкті мають пройти інструктаж щодо заходів пожежної безпеки. Це не повинен робити не підготовлений та проінструктований персонал.

Інженери з охорони праці разом із головним агрономом розробляють та затверджують плани протипожежного захисту посівів та об'єктів до дозрівання хліба. Зерноток розташовується на відстані не більше 100 м від зерна і не більше 50 м від будівель і споруд. Польові табори розташовуються не ближче 100 м від

зернових масивів, течій, скидів і обнесені смугою шириною не менше 4 м. Пожежно-технічний комітет разом з інспекторами Національної інспекції перевіряє техніку, яка працюватиме під час жнив. Під час огляду перевіряють працездатність обладнання та забезпечують кожен комбайн двома вогнегасниками 2x2 м, двома швабрами та двома лопатами, трактором з

вогнегасником та лопатою, автомобілем з екскаватором, вогнегасником та лопату. Зазвичай звертають увагу на сумісність системи живлення, запалювання та змащення двигунів, наявність капотів двигуна, відповідність та наявність в кабіні вогнегасника, сумісність прокладки випускного колектора Гарячі кути,

герметичність клема і кришка акумулятора, металевий контур для заземлення і наявність статичної електрики. Для запобігання поширенню можливих пожеж на полі зернові блоки розбивають на 50 га прокосами шириною не менше 8 м, а потім збивають і орють шириною не менше 4 м.

Під час роботи в полі не можна використовувати відкритий вогонь: При заміні двигун необхідно знепилювати не менше двох разів, вчасно перевіряти і зупиняти витік палива з паливопроводів, звертати увагу на справність свічок запалювання. Очищайте вихлопні труби та свічки запалювання від нагару кожні три дні. У період сівби забороняється палити на посівному агрегаті, на зернових

полях та біля тюків соломи. Кабінки для паління слід встановлювати на відстані не менше 30 м від скидів і заповнювачів. Місце закутують і заповнюють бутильованою водою. Тимчасові стоянки для тракторів і зернозбиральних комбайнів встановлюються на відстані не менше 100 м від будівель, пнів та зернових ділянок. Відстань між сусідніми комбайнами на стоянці в нічний час має бути не менше 20 м, а на місці, де скиртується солома, має бути чотири вогнегасники, два відра води, два відра, чотири лопати, чотири мітли або швабри та драбина. Штаги соломи розміщують на відстані не менше 50 м від будівель, 20 м від доріг і не менше 13 м від ЛЕП.

Заходи пожежної безпеки на фермі представлені наявністю в приміщенні вогнегасника, встановленням протипожежного покриття та пісочниці. Пожежні машини та трактори з плугами орють поля, поки збирають продовольчі культури, щоб розчистити територію на випадок пожежі, перш ніж вона пошириться далі.

У гаражах зазвичай спостерігається незадовільний пожежний стан. Є купи брудного ганчір'я, які можуть викликати самозаймання.

У кожному виробничому приміщенні є вогнегасники (вогнегасники ОПН-10, ОП-5), інструкції з протипожежних заходів. Вогнегасний засіб розміщують у легкодоступному місці. Вони не повинні бути завалені обладнанням і матеріалами. Основними вимогами протипожежної безпеки до систем вентиляції та кондиціонування є недопущення утворення в них легкозаймистих середовищ і джерел займання та поширення вогню по повітропроводах.

Ремонтні точки можуть розташовуватися в громадських будівлях, таких як ремонтні майстерні та гаражі, але повинні бути відокремлені протипожежними стінками. Найбільшу пожежну небезпеку становлять контрольно-регулюючі (паливна апаратура), електротехніка та мастило. Це відбувається через вибухонебезпечну концентрацію парів бензину з повітрям (бензин важчий за повітря і зосереджується в лазі внизу підлоги). Ремонт електрообладнання може супроводжуватися коротким замиканням.

5.3. Охорона навколишнього середовища при оранці дисковими плугами

Промислове забруднення поділяють на такі категорії:

механічні – запылення атмосфери, забруднення ґрунту та води твердими речовинами та частинками, не властиві цій природній території;

хімічні – утворення, виділення та накопичення газоподібних, рідких і твердих сполук, що взаємодіють з навколишнім середовищем;

фізичні – тепло- та світлові випромінювання, освітленість магнітного поля та іонізуючого випромінювання, вібрація та шум;

біологічні – у навколишнє середовище потрапляють різноманітні організми, які з'являються внаслідок діяльності людини та шкодять навколишньому середовищу.

Всі вище перераховані види забруднень виділяють ремонтні майстерні або накопичують їх у процесі зберігання машин або виконанні інших технологічних процесів.

З метою захисту довкілля від небезпеки промислових відходів необхідно серйозно вирішувати в районній санітарно-епідеміологічній станції питання знешкодження технічних матеріалів.

Під час експлуатації машино-транспортних агрегатів у середовище можуть потрапляти нафтопродукти: дизельне паливо, нафта, бензин. Наявність нафтопродуктів у ґрунті шкідлива для рослин.

Щоб нафтопродукти не забруднювали навколишнє середовище, необхідно дотримуватися таких заходів безпеки. Прочистити сльогосптехніку за допомогою дизельного палива неможливо. Злити паливо з паливного бака і відфільтрувати в підготовлену ємність. При перекачуванні палива під час забору повітря з подачі паливо також необхідно злити в ємність. Шланги гідравлічної системи трактора повинні бути обладнані муфтами в місцях з'єднання для запобігання витoku масла з землі при випадковому від'єднанні робочого колеса від трактора. Збір відпрацьованого масла необхідно організувати на нафтобазах, ремонтних майстернях, машинних заводах і пунктах обслуговування.

Сміття та виробничі відходи необхідно своєчасно збирати у відведеному для цього місці. Ділянка повинна бути обладнана дренажними трубами. Там, де

використовуються кислоти, луги та нафтопродукти, підлога повинна бути стійкою і не поглинати ці речовини.

Ділянка технічного обслуговування та кондиціонування паливної апаратури, якщо концентрація токсичних речовин у повітрі може значно збільшитися, повинна бути обладнана системою, що автоматично контролює

стан повітряного середовища робочої зони та повітряної зони.

Цех має бути обладнаний питною водою та промисловим водопроводом та каналізацією відповідно до нормативних документів. Відкладення і зібрану

нафту видаляють з очисної спорудиза обсягами накопичення, але це потрібно

робити частіше ніж раз на тиждень. Місцеві очисні споруди повинні розташовуватися поза будівлею, не менше 6 метрів від зовнішніх стін.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Для розрахунку економічної ефективності використовуються методи визначення економічної ефективності в організації, плануванні виробництва, дослідженнях.

Завдяки впровадженню нової конструкції стійки дискового плуга щорічна економія на скороченні експлуатаційних витрат визначається:

$$E_p = E_{uez} - E_n \cdot Z_{oz} = 5872 - 6,15 \cdot 500 = 5797 \text{ грн}$$

E_{uez} – економія умовних затрат, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності;

Z_{oz} – одноразові затрати на розробіток і запровадження нового експериментального плуга;

$$E_{uez} = E_{zn} + E_{vn} + E_{vp} + E_{ptomz} = 463 + 0 + 1934 + 3475 = 5872 \text{ грн}$$

E_{zn} – економія по зарплаті водія трактора, грн.;

E_{vn} – економія затрат пального, грн.;

E_{vp} – економія по зарахуванням на реіновацію, грн.;

E_{ptomz} – економія по ремонту, техобслуговуванню і зберіганню, грн.

Економія по зарплаті водія трактора E_{zn} , отриманий результат використання корпусу дослідного плуга, що визначається за формулою, грн.:

$$E_{zn} = H_{zc} \cdot \left(\frac{H_{pz} - P_{ac} \cdot H_{pz}}{P_{ae}} \right) = 3,24 \cdot \left(\frac{1000 - 0,3 \cdot 1000}{0,35} \right) = 463$$

H_{zc} – годинна ставка водія трактора з нарахуванням, грн.;

H_{pz} – нормативне річне завантаження плуга, год.;

P_{ac} – продуктивність агрегату при виконанні роботи з полицею корпусу плуга, га/год.;

P_{ae} – продуктивність агрегату при роботі з дослідним корпусом плуга, га/год.;

$\frac{H_{ac} \cdot H_{pz}}{H_{ae}}$ час за який експериментальний плуг виконає річне навантаження, год.
 Годинна тарифна ставка водія трактора H_{zc} розраховується за формулою:

$$H_{zc} = H_z (K_1 + K_2) K_3 = 3,24$$

H_z – годинна тарифна ставка без нарахувань, год.;
 K_1 – коефіцієнт величини додаткової заробітної плати водія трактора;
 K_2 – коефіцієнт, який враховує нарахування за розрядність;

K_3 – коефіцієнт, який враховує всі соціальні нарахування на заробітню плату.

Економі витрати палива E_{en} при роботі визначаються:

$$E_{en} = (H_{PPC} - H_{PPE}) \cdot W_p \cdot \Pi_T = 0 \text{ грн.}$$

H_{PPC} – питома витрата палива при роботі серійного плуга, кг/га;

H_{PPE} – питома витрата палива при роботі дослідного плуга, л/га;

Π_T – ціна 1л палива, грн.;

W_p – річне навантаження плуга, га.

$$W_p = \Pi \cdot H_{pz} = 0,3 \cdot 1000 = 300$$

Π – продуктивність праці дослідного плуга, га/год.;

H_{pz} – нормативне річне завантаження плуга, год.

Економія по відрахуванню на реіновацію:

$$E_{BP} = E_{BPT} + E_{BPII} = 1827 + 107 = 1934 \text{ грн.}$$

E_{BPT} – економія по відрахуванню на реіновацію машино-тракторного агрегату, грн.;

E_{BPII} – економія по відрахуванню на реіновацію корпусу плуга, грн.;

Річне нормативне відрахування на модернізацію трактора визначається за формулою:

формулою:

$$E_{BFT} = \left[\frac{C_T \cdot a_{PT}}{100} \right] / H_{3T} (H_{3П} - t_E) = \left[\frac{90000 \cdot 14,2}{100} \right] / 1000 (1000 - 857) = 1827$$

C_T – оптова ціна машино-тракторного агрегату, грн.;

a_{PT} – нормативне річне відрахування на реіновацію машино-тракторного агрегату, %;

H_{3T} – нормативне зональне навантаження машино-тракторного агрегату, год.;

$H_{3П}$ – нормативне річне завантаження плуга, год.;

t_E – час, за який агрегат з дослідним корпусом виконає річний об'єм роботи, год.;

$$t_E = \frac{(P_{3C} \cdot H_{3П})}{P_{3E}} = \frac{(0,3 \cdot 1000)}{0,35} = 857$$

P_{3C} – продуктивність агрегату при роботі з серійним плугом, га/год.;

P_{3E} – продуктивність агрегату при роботі з дослідним корпусом плуга, га/год.;

Економію по відрахування на реіновацію плуга визначаємо за формулою, грн.:

$$E_{BPI} = \left[\frac{C_{П} \cdot a_{PI}}{100} \right] / H_{3П} (H_{3П} - t_E) = \left[\frac{7500 \cdot 10}{100} \right] / 1000 (1000 - 857) = 107$$

a_{PI} – нормативне річне відрахування на реіновацію плуга, %;

$H_{3П}$ – річне навантаження плуга, год.;

$C_{П}$ – оптова ціна дослідного плуга (4 корпуси), грн.

Визначено економію на ремонт, технічне обслуговування та безпеку:

$$E_{PTO3} = E_{KPTO3} + E_{ПPTO3} = 3346 + 129 = 3475 \text{ грн.}$$

E_{KPTO3} – економія на стандартних щорічних оглядах на капітальний ремонт,

поточний ремонт, технічне обслуговування, технічне обслуговування трактора,

грн.;

$E_{ПPTO3}$ – економія на нормативних річних списаннях на поточний ремонт,

технічне обслуговування, технічне обслуговування плуга, грн.;

$$E_{КТРТОЗ} = \left[\left(\frac{Ц_{П} \cdot a_{КТРТОЗ}}{100} \right) / H_{ЗП} \right] (H_{ЗП} - t_E)$$

$$E_{КТРТОЗ} = \left[\left(\frac{90000 \cdot 26}{100} \right) / 1000 \right] (1000 - 857) = 3346$$

де $a_{КТРТОЗ}$ – повні нормативні щорічні перевірки в області ремонту, поточного ремонту, технічного обслуговування, технічного обслуговування плуга, грн.;

$$E_{ПРТОЗ} = \left[\left(\frac{Ц_{П} \cdot a_{ПРТОЗ}}{100} \right) / H_{ЗП} \right] (H_{ЗП} - t_E) =$$

$$= \left[\left(\frac{7500 \cdot 12}{100} \right) / 1000 \right] (1000 - 857) = 129$$

$a_{ПРТОЗ}$ – щорічне налагоджувальне обслуговування для поточного ремонту, технічного обслуговування та утримання плуга, %;

Економічна ефективність визначається протягом усього терміну служби машинно-тракторного агрегату з дослідним плужним корпусом:

$$E = E_p + C_E = 5797 \cdot 6 = 34782 \text{ грн.}$$

E_p – річний економічний ефект, грн.;

C_E – термін служби агрегату з дослідним корпусом плуга, років.

Термін окупності одноразових витрат на розробку та впровадження дослідних плужних корпусів, років;

$$C_{OK} = Z_{од} / E_p = 500 / 5797 = 0,086$$

$Z_{од}$ – одноразові витрати на розробку та впровадження дослідного корпусу плуга, грн.;

E_p – річний економічний ефект від зниження операційних витрат, грн.

Таблиця 1.5 Підсумки господарських розрахунків

ефективність використання дослідної полиці корпусу плуга

Показники	Позначення	Одиниця вимірювання	Базова полиця	Експериментальна полиця
Річне навантаження плуга	W_P	га	300	
Продуктивність	H	год.	1000	
Роб. швидкість руху	Π	га/год.	0,3	0,35
Коеф. вирівн. дна борозни	V_0	км/год.	до 2,5	
Питома витрата палива за 1 год. основної роботи	K_v		0,7	
Ціна 1 кг палива	$H_{ВП}$	кг/га	14,5	
Вартість витрати палива	$\Pi_{П}$	грн.	15	
Обслуговуючий персонал	$B_{ВП}$	грн /га	217,5	
Годинна тарифна ставка з нарахуванням		чол.	1	
Річний економічний ефект	$H_{ГЧ}$	грн.	3,24	
Оптова ціна плуга	E_P	грн.		5797
Оптова ціна машино-тракторного агрегату	$\Pi_{П}$	грн.	8000	7500
Нормативне річне відрахування на реновацію машино-тракторного агрегату	$\Pi_{Г}$	грн.	90000	
	a_{PT}	%	14,2	

НУБІП	Нормативне відрахування реновацію плуга	річне на	a_{PP}	%	14	10
-------	---	-------------	----------	---	----	----

НУБІП	Річне завантаження плуга		H_3	год.	1000	857
-------	--------------------------	--	-------	------	------	-----

НУБІП	Нормативне відрахування машино-тракторного агрегату	річне на ТО	$a_{КТРТОВ}$	%	26	
-------	--	----------------	--------------	---	----	--

НУБІП	Нормативне відрахування на ТО плуга	річне	$a_{ПРТОВ}$	%	16	12
-------	--	-------	-------------	---	----	----

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

Аналізуючи проведену магістерську роботу можна зробити наступні узагальнення:

1. Серед багатьох конструкцій які використовуються для обробітку ґрунту, істотну роль відіграють конструкції корпусів плугів з дисковими полицями. Для забезпечення надійності конструкції плугів даного типу актуальним є питання створення або удосконалення нових механізмів, що дозволяють виводити корпус плуга з ґрунту при потраплянні на перешкоду.

2. У магістерській роботі запропоновано нову конструкцію підпружиненої стійки дискового корпусу плуга, на базі ПЛД-1,2. Використання запропонованої конструкції дозволить зменшити витрати при річному навантаженні плуга 300га.:

- річні відрахування на ТО плуга до 4 %;
- відрахування на реновацію трактора до 4,2% ;
- зменшення оптової ціни плуга на 500 грн.

3. При обґрунтуванні геометричних та конструктивних параметрів запропонованої конструкції підпружиненої стійки з дисковою полицею встановлено: оптимальним кутом атаки дисків передньої секції є кут 45° , а для задньої – 30° ; максимальна сила, що стискає пружину 1,6кН., при діаметрі пружини 40 мм, при стисканні пружини до 16 мм забезпечується виведення дискового робочого органа вверх на 18 см.

4. Розроблено 3D модель конструкції корпусу плуга з дисковою полицею. Проведено силовий аналіз розробленої конструкції для перевірки її на міцність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А.с. 1783956 СССР, МКІ А 01 В 15/00. корпус плуга / П. Бабиц, В. Гінгу, Д. Брату, К. Балач (РО). - №4203652 / 15, заявлено 12.11.87 р.; опубл. 23.12.92 р.

Бюл. №47.

2. А.с. 1787334 СССР, МКІ А 01 В 15/08. Шапка плуга / І.В. Бапанов, М.М. Ковальов - №4814079 / 15; заявлено 16.04.90; опубл. 15.01.93 р. Бюл. №2.

3. А.с. 1727555 СССР, МКІ А 01 В 15/08. Рабочий орган почвообпавативаючого оудія / В.Є. Орфографія, Л.В. Аптемьев. - №4834960 / 15; заявлено 22.06.90 р.; опубл. 23.04.92 р. Бюл. №15.

4. А.с. 1722263 СССР, МКІ А 01 В 15/08. Шапка плуга / А.Ц. Павлоцький - №4835234 / 15; заявлено 27.04.90; опубл. 30.03.92 р. Бюл. №12.

5. А.с. 1808226 СССР, МКІ А 01 В 15/06. Шапка плуга / А.Ц. Павлоцький. - №4827666 / 15; заявлено 21.05.90 р.; опубл. 15.04.93 р. Бюл. №14.

6. А. Надан. Пластичність і дезінтеграція твердих тіл. - М.: Изд. Зарубіжна література, 1954. - 648 с.

7. Б.Н. Воронин, Н.Н. Майстренко, А.В. Еремін, О.Г. Майстренко. Плоскорезная на дерново – подзолистой почве. – Земледелие – 1992 - №3 ст. 25.

8. Бабицкий Л.Ф. Взаимосвязь деформационной постоянной и твердости почвы как основа для определения формы почвообрабатывающих рабочих органов // Вісник аграрної науки. – К.: Аграрна наука, 1994 – №4, с. 94-97.

9. Бабицкий Л.Ф. Деформація ґрунту залежно від форми робочого органу // Вісник с.-г. наук – 1978. – №6, - с. 84-87.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

10. Бабицький Л.Ф. Біонічні напрями розвитку ґрунтобобних машин. - К. : Упожай, 1998. - 164 с.
11. Бауков А.В., Кушнарєв А.С. Контактна задача в теорії взаємодії робочих тіл // Аналітичні та графічні методи раціональної побудови поверхонь // Наукові праці УПХА. - Київ, 1975. - Вип. 165
12. Быстров М.П. Розподіл сил нормального тиску на передню частину корпусу плуга // Конструкція робочих корпусів плуга в.-х. машини: сб. статт. - Ростов-на-Дону с. 25-33.
13. Василенко П.М. Теорія руху частинок на шорстких поверхнях сільськогосподарських машин // Из-во УАЧН. - К., 1960. - 284 с.
14. Вєтохин В.К. Застосування системи поверхонь зі змінною кривизною при створенні серії робочих органів // Трактори та сільськогосподарська техніка. - 1994. - №4. - С.23-25.
15. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарська техніка: основи теорії та розрахунку: Підручник / За ред. Д.Г. Войтюк. - Суми : ВТД «Університетська книга», 2008. - 543 с.
16. Войтюк Д.Г., Пилипака С.Ф. Визначити траєкторію руху частинок ґрунту по циліндричних поверхнях робочих органів ґрунтоутворюючих знарядь // Механізація к-г виробництва: Зб.наук.прац НАУ. - В. - 1999 - С. 242-250.
17. Волков Б.Г., Морозов Ю.Л. Комплект тягових лічильних динамометрів для нічних транспортних засобів / Волков Б.Г., Морозов Ю.Л. // Вимірювальна техніка в сільському господарстві (за матеріалами Всесоюзної конференції), - М., - 1967. - 480с.
18. Воронов Ю.И. и др. Сільськогосподарські машини: Підручник для спец. кл.н. школи / Ю.И. Воронов, Л.Н. Ковальов, А.Н. Уклицова. - 4-е вид. перепаб. і доп. - М. : Вище. школа, 1978. - 295 с., Іл. - (Ппофтехобразование. С.-х. машин та інструментів).
19. Г.Л. Кальбус, В.І. Кірта Прилади для лабораторних і польових випробувань тракторів і сільськогосподарських машин - К. : Державне видавництво сільськогосподарської літератури Української РСР, 1963. - 82с.

20. Гаврилук М.М., Адамчук В.В., Гіщишин М. І. Технічне та технологічне забезпечення мінімізації обробітку ґрунту // Вісник аграрної науки. - 2008. - №1 - с.11-12.

21. Горячкин В.П. Формування поверхні відвалу, Собр. соч. Том III, Сельхозгиз, 1937.

22. Горячкин В.П. Собр. соч., т. II, М.: Колос, 1968. - 179с.

23. ГОСТ 20915-75 Сільськогосподарська техніка. Методи визначення умов випробування. - М.: Изд.-воцтандаптов, 1975. - 34с.

24. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту / Технологія і техніка - К.: 1999 - 279 с.

25. Динамометризація сільськогосподарських машин. Висоцький А. А. М., «Машиноктпоеііе», 1968, - 290с

26. Дубровін В.А., Левчук Н. К. Перспективи диференціації основного обробітку ґрунту // Трактори та сільськогосподарські машини. - 2001. - №2. - С. 32-34.

27. Дубровін В.О. Механіко-технологічне обґрунтування диференціації засобів механізації парку: Дик ... д-р техн. наук: 20.05.01. - Глеваха, 1997. - 420 с.

28. Желиговский В.А. Елемент і теорії ґрунтообробних машин і механічна технологія сільськогосподарських матеріалів. - Тбілісі: 1960. - 146 с. Жигжитов А.В.

29. Замога Я.П. Стан вивчення особливостей ґрунтоутворюючих побічних продуктів / Я.П. Замога, В.В.Камішанов, А.Ю. Ліннік, І. І. Семенов, В. П. Купка // Наук. Вісник Нац. Університет біонаук і прикладного забезпечення України. Серія «Техніка та енергетика агропромислового комплексу». - К.: НУБІПУ, 2012. - Випуск 170, ч. 1. - С.284-296.

30. Зенкевич Е.И. Дослідження та розробка параметрів нових відвальних поверхонь корпусу плуга загального призначення. - Мінськ, Видавництво АЧН БКП, 1960, 47 с.

31. Дослідження і розвиток ґрунтообробних та посівних машин. - М.: ВІЦОМ, 1985, - 169 с.

32. Пат. 30939 Україна, МПК А01В 5/00 Плуг дисковий оборотний
Трегуб М.І. - №98063257; заявлено 23.06.1998 р.; опубл.
13.12.2000, бик. №7.

33. Україна, IPC А01В 3/00 Плуг дисковий роторний для гладкої
оранки / Бакум М.В., Нікітіна О.К., Нікітін С.П. - №200602873;
заявлено 17.03.2006, опубл. 17.07.2006; бик. №7.

34. Пат. 59161 Україна, МПК А01В 13/00 Комбінований
грунтопереробний завод / Багато К.І. Дейкун В. А., Свипень М. О.,
Дейкун О. В. Кіровоградський національний технічний університет
- 11201011181; заявлено 20.09.2010 р.; опубл. 10.05.2011; бик. №9.

35. Курдюмов В.І. Енергозберігаючі засоби механізації дискового корпусу
плуга для обробки ґрунту Курдюмов В.І., Зікін Є.С. Вісник Ульянівської
державної сільськогосподарської академії 2013. №1.

36. Курдюмов В.І. Дослідження тіла диска в лабораторних умовах Курдюмов
В.І., Зікін Є.С. Вісник Ульянівської державної сільськогосподарської
академії 2009. №2.

37. Експериментальні дослідження універсального дискового плуга В. І.
Курдюмов, Є. С. Зікін, І. А. Шаронов, В. П. Зайцев Вісник Ульянівської
державної сільськогосподарської академії. 2011. №4.

38. Пат.2443094 Російська Федерація, МПК А01В 79/02, А01Г1/00. Спосіб
вищивання ґрунтообробних культур Курдюмов В.І., Зікін Є.С., заявник і
патентовласник Ульянівського державного аграрного університету України
№2010141211/13; опубл. 27.02.2012, Бюл.№6.

39. Пат.2265305 Російська Федерація, МПК А01С7/00. Спосіб обробітку
ґрунту дисковими органами В. І. Курдюмов, Є. С. Зікін; заявник і
патентовласник Ульянівської ГСХА. №2004109411 / 12; заява 29.03.2004,
опубл. 10.12.2005, Бюл.№34.

40. Пат.2435352 РФ, МПК А01С7 / 00, А01В49 / 06. Дисковий плуг В. І.
Курдюмов, Є. С. Зікін; заявник та власник патенту Ульянівської ГДШ
«Ульянівська ГСХА» .2010129255 / 13;

41. Пат.2435353 РФ, МПК А01С7 / 00, А01В49 / 06. Дисковий плуг В. І. Курдюмов, Є. С. Зікін; заявник і патентовласник Ульяновської GSH.A. №2004109411 / 12; заява 29.03.2004, опубл.10.12.2005, Бюл.№34

42. Пат.2435353 Російської Федерації, МПК А01С7 / 00, А01В49 / 06. Корпус дискового плуга В. І. Курдюмов, Є. С. Зікін; заявник і патентовласник Ульяновської GSH.A. №2004109411 / 12; заява 29.03.2004, опубл.10.12.2005, Бюл.№34.

43. Пат. 108902 Російської Федерації, МПК А01В49 / 04. Обґрунтування параметрів дискового корпусу плуга В. І. Курдюмов, Є. С. Зікін, І. А. Шаронов; заявник і патентовласник Ульяновського державного аграрного університету «Ульян» №2011100230 / 13

44. Есоян, А.М. До теорії оптимізації параметрів сферичних дисків ґрунтообробних машин А.М. Есоян, П. А. Тонапетян, А. А. Аракелян Вісник Державного аграрного університету Вірменії.2006 .№2

45. Зікін Євген Сергійович . Спосіб обробки ґрунту дисковим робочим органом PLD 12. .05.20.01 технології та засоби механізації сільськогосподарства; дис .. канд. .технічні науки Є. С. Зікін. Пенза 2004.

46. Курдюмов В.І. Дослідження робочих органів дискового корпусу плуга з дисковою полицею в лабораторних умовах Курдюмов В.І. Зікін Є.С., Татар Г.Л. Вісник Ульяновської державної сільськогосподарської академії.2015 №3.

47. Корпус плуга з активним відвалом: як СРСР за винаходом №268771, МПК А01В 17/00 / Березін Н.Г., Корсаков В.А., Магомедов А.Х. / Дагестанський сільськогосподарський інститут - №1219676 / 30-15; заявлено 19.02.1968 р.; опубл. 10.04.1970; бик. №14.

48. Лісний плуг: а.с. СРСР до винаходу №377095, МПК А01В 13/00 / Лейтан Р.І. / Ленінградський НДІ лісового господарства - №1700771 / 30-15; заявлено 27.09.1971; опубл. 17.04.1973; бик. №18.

49. Корпус комбінований плуг: а.с. СРСР на винахід №498645, МПК А01В 15/08 / Сафіуллін Н.А., Заріпов С.Х., Шаріпов Р.М. - №382364, заявлено 24.04.1972 р., опубл. 30.11.1973; бик. №48.

50. Лемішно-ротаторний плуг: а.с. УРСР на винахід №1780602, МПК А01В 15/08 / Гордієнко Б.Г., Димитров А.В., Бруслев А.М. / ІНВК «Нива Ставропілля» №4824954/ 15; заявлено 14.05.1990 р.; опубл. 15.12.1992; бик. №46.

51. Пат. 16190 Україна, МПК А01В 3/00 Плуг дисковий ротаторний для гладкої оранки / Бакум М.В., Нікітіна О.С., Нікітін С.П. - №200602873; заявлено 17.03.2006; опубл. 17.07.2006; бик. №7. Пат. 54713 Україна, МПК А01В 3/00 Плуг комбінований багатоопераційний Гордієвича «ГЕРСА»/ Гордієвич Г.І. - №201004435; заявл. 16.04.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. №22.

52. Пат. 59161 Україна, МПК А01В 13/00 Комбінований робочий орган для обробки ґрунту / Шмат С.І., Дейкун В. А., Свірень М. О., Дейкун О. В. Кіровоградський національний технічний університет - 11201011181; заявлено 20.09.2010 р.; опубл. 10.05.2011; бик. №9.

53. Пат. 41963 Україна, МПК А01В 5/00 Плуг комбінований / Грабчак І.В., Рудь А.В. - №200801953; заявлено 15.02.2008 р.; опубл. 25.06.2009, Бюл. №12.

54. Пат. 70272 Україна, МПК А01В 49/02 Плуг з гнучкою бороною та голчастими дисками / Усенко М.В., Понікарчук А.М. Луцький національний технічний університет - №201103366; заявлено 26.09.2011; опубл. 11.06.2012; бик. №11.

НУБІП України

НУБІП України