

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

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Баклавр»

Тема „Удосконалення конструкції дискової борони УДА -3,8-40”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІС 23.02.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІс-20-2

Андрощук С.М.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Борис М.М.

Нормоконтролер

к.т.н, доц. Лук’янюк М.В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ \_\_\_\_\_ 2023 р.

Хмельницький, 2023р.

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	5
ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДИСКОВИХ МАШИН ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	8
1.1 Мета обробітку ґрунту дисковими знаряддями.....	8
1.2 Огляд конструкцій дискових машин іноземного виробництва.....	10
1.3 Огляд конструкцій дискових борін і культиваторів вітчизняного виробництва.....	19
2 ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДИСКОВОГО КУЛЬТИВАТОРА УДА -3,8-40 ТА ЙОГО РОЗРАХУНКИ.....	28
2.1 Обґрунтування удосконалення конструкції дискового культиватора.....	28
2.2 Визначення параметрів дисків культиватора.....	30
2.3 Визначення основних параметрів дискового культиватора.....	32
2.4 Перевірочний розрахунок елементів механізму регулювання дисків.....	33
2.5 Тяговий розрахунок дискового культиватора.....	36
2.6 Розрахунок основних показників операційної технології.....	40
2.7 Розрахунок тягового опору котка культиватора.....	42
3 ВИМОГИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ДО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ДИСКОВОГО КУЛЬТИВАТОРА.....	46
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	51
ДОДАТКИ.....	53

					<i>ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ</i>						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Удосконалення дискової борони УДА- 3,8-40</i>						
Розроб.		<i>Андрощук</i>							Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Борис</i>									
Реценз.									<i>ХНУ, гр. АІ-20-2</i>		
Н. Контр.		<i>Лусянюк</i>									
Затверд.		<i>Мартинюк</i>									

## АНОТАЦІЯ

Андрощук Сергій Миколайович. Удосконалення дискової борони УДА-3,8-40. Дипломний проект.

В проекті виконано огляд конструкцій дискових ґрунтообробних машин і запропонована конструкція котка до дискового культиватора, визначені основні параметри культиватора і його робочих органів; викладені правила безпечної експлуатації сільськогосподарських машин, зокрема удосконаленого дискового культиватора.

**Ключові слова:** диск, машина, ґрунт, обробіток, поверхневий, культиватор, КОТОК.

					ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Обробіток ґрунту є одним із самих важливих агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Основне завдання обробітку ґрунту - створення сприятливих умов для росту і розвитку культурних рослин з метою одержання високих урожаїв. В результаті обробітку - ґрунту розпушується, знищуються бур'яни, шкідники та збудники хвороб; загортаються післяжнивні рештки, добрива і створюються сприятливі умови для накопичення вологи. Хлібороби на протязі багатьох років шукають шляхи інтенсифікації обробітку з метою максимальної реалізації потенціальної продуктивності ґрунту.

Сьогодні в Україні мета широкого використання мінімізації обумовлюється ще і економічною кризою. Відомо, що основний обробіток – це самий енергоємний і самий дорогий етап землеробства. Питома вага його складає близько 40 % енергетичних і 25 % трудових витрат в загальному обсязі витрат на вирощування сільськогосподарських культур.

Дискування - поверхневий обробіток ґрунту на глибину до 20 см, яким здійснюється розпушування, кришіння і часткове перевертання, перемішування ґрунту та підрізування бур'янів. Цим заходом вирішуються дуже важливі завдання: боротьба з бур'янами, шкідниками і збудниками хвороб культурних рослин; збереження і нагромадження ґрунтової пологи, активізація мікробіологічних процесів; загортання у верхню частину ґрунту післяжнивних решток і добрив; високоякісне виконання наступного заходу основного обробітку.

Дисковий культиватор (дискатор) – це ґрунтообробна машина з дисковими робочими органами. Особливістю цих машин є те, що кожний диск встановлений на індивідуальному стояку, причому площа обертання диска має нахил до вертикалі. Ці машини призначені для обробітку задернілих пластів після оранки або до неї, цілини, дискування лугів і пасовищ, загортання добрив і поживних решток. Кожний ряд дисків має можливість регулювання кута атаки від

										Арк.
										6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

(від 0 до 30 градусів) і відповідно робочої ширини захвату диска. Диск при цьому виконує роль лемешу і відвалу, що сприяє кращому обертанню відрізаного пласту, його кришіння, а також зниженню тягового опору. Відсутність в конструкції дисаторів дискових батарей з єдиною віссю дозволяє дискаторам працювати у вологу погоду, на землях з великою кількістю рослинних залишків і бур'янів і при цьому виключається забивання між дискового простору ґрунтом і рослинними залишками.

Дискатор має основний робочий орган – стояк з встановленими під кутом до вертикалі диском. Різні заводи виробники випускають стояки різного конструктивного виконання, проте їх можна звести в дві групи: з маточиною, що знаходиться в межах робочої зони диска і за її межами. Обидва варіанти мають як позитивні сторони, так і недоліки. Перший варіант характерний тим, що маточина знаходиться високо над рівнем дна борозни і диск можна заглиблювати глибше, ніж в другому варіанті де положення маточини обмежує можливість заглиблення.

Дисковий культиватор УДА-3,8-40 обладнаний однослідним спіральним опорним котком, робоча ширина захвату якого рівна ширині захвату культиватора і становить 3,8 м. Доцільніше було б оснастити дисковий культиватор секційним котком, оскільки коток такої великої довжини незадовільно копіюю поверхню поля, що призводить до залишення на поверхні поля, після проходу культиватора, не подрібнених грудок. Крім того, спіральний коток, працюючи аналогічно шнеку зміщують ґрунт до периферії культиватора, що призводить до утворення гребенів між суміжними проходами.

З метою усунення зазначених недоліків дискового культиватора УДА-3,8-40 в проекті пропонуються замінити спіральний коток на секційний, двослідний підпружинений планчастий коток. Це дозволить підвищити якість обробітку ґрунту

									Арк.
									7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ

# 1 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДИСКОВИХ МАШИН ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

## 1.1 Мета обробітку ґрунту дисковими знаряддями

Обробіток ґрунту дисковими знаряддями – технологічна операція, яка вирішує низку важливих завдань: боротьба з бур'янами, шкідниками та збудниками хвороб культурних рослин; збереження й акумулювання ґрунтової вологи; активізація мікробіологічних процесів; загортання у верхню частину орного шару ґрунту післяжнивних решток і добрив; підготовка до високоякісного виконання подальших заходів основного обробітку ґрунту.

Важкими дисковими знаряддями ґрунт можна обробляти на глибину до 20 см. Тому часто в сучасних системах підготовки ґрунту застосування дискових знарядь виконує роль заходу основного обробітку, тобто замінює, наприклад, оранку чи суцільну культивуацію. Дискові знаряддя також досить часто застосовують для заробляння у ґрунт мінеральних або органічних добрив.

Основною метою обробітку ґрунту дисковими знаряддями є розпушування верхнього шару, завдяки чому зберігається волога і створюються умови для накопичення її у ґрунті в період від збирання врожаю до зяблевої оранки.

Лущення рекомендують проводити одночасно зі збиранням урожаю або не пізніше ніж через 2–3 дні після нього, поки ґрунт ще не встиг надто ущільнитися та висохнути, проте не пізніше як за 15 днів до початку зяблевої оранки. Тож завдяки лущенню досягають задовільного розпушування ґрунту та якісного підрізання бур'янів і стерні. На полях, засмічених злісними бур'янами, з появою сходів слід провести повторне лущення. До того ж другий прохід дискового агрегату потрібно виконувати під кутом 30–45° відносно першого.

Ступінь загортання рослинних решток за основного дискового обробітку ґрунту має становити не менше ніж 65 %. Якість розпушування ґрунту вважається задовільною, якщо кількість грудок діаметром до 50 мм становить не менше ніж

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ				

75 % усіх фракцій. Гребенистість поверхні не повинна перевищувати 5 см, висота гребенів на дні борозни після одного проходу дискової борони – 6 см, а після двох – 4 см. Ступінь підрізання бур'янів має становити не менше ніж 90–95 %.

Залежно від кута атаки, ваги знаряддя та стану ґрунту глибина обробітку може змінюватися: для легких дискових знарядь вона становить до 10 см, для важких – до 20 см. Відхилення середньої глибини обробітку від заданої не повинно перевищувати  $\pm 2$  см.

Швидкісний режим роботи агрегатів встановлюють залежно від глибини обробітку та питомого опору ґрунту в межах практично допустимих швидкостей, зазвичай 12–15 км/год.

Дисковий обробіток ґрунту вирішує важливі агротехнічні завдання: боротьба з бур'янами, шкідниками і збудниками хвороб культурних рослин; збереження й накопичення ґрунтової вологи; активізація мікробіологічних процесів; загортання у верхню частину орного шару післязливних решток та добрив; підготовка до якісного виконання подальших технологічних операцій.

Здійснюючи вибір типу дискових ґрунтообробних знарядь та їхніх параметрів, слід зважати на цілий комплекс чинників, зокрема, глибину обробітку, тип ґрунту, вологість, засмічення бур'янами, наявність рослинних решток, радіус сфери, кут атаки, відстань між дисками на батареї тощо, а також особливості кріплення дисків до рами, оскільки вони мають істотний вплив на якість та енергоємність дискування.

Робочими органами дискових ґрунтообробних агрегатів є плоскосферичні чи пласкі диски із загостреною різальною крайкою. Завдяки зчепленню із ґрунтом диски обертаються і вирізують скибу у вигляді сегмента, яка розпушується, кришиться і частково перекидається та переміщується. Багато факторів впливають на якість кришення ґрунту робочими органами дискових борін: ґрунтові умови, форма та розмір дисків, радіус кривизни сферичних дисків, розміщення їх на рамі й орієнтація у ґрунті [1].

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ				

Важливим параметром дискових ґрунтообробних агрегатів є кут атаки – це кут встановлення диска до напрямку руху агрегату, величина якого визначає площу захвату ґрунту диском, оскільки що більший кут атаки, то активніше диск діє на ґрунт. Від кута атаки залежить ступінь кришення ґрунту і ширина захвату диска, ступінь перемішування ґрунту й післяжнивних решток, хоча при цьому зростають і енергозатрати на виконання процесу, інтенсивність спрацювання робочої поверхні дисків, ймовірність забивання його рослинними рештками, а отже, погіршується якість розпушення ґрунту. За зменшення величини кута атаки диск краще підрізатиме скибу, але погіршується повнота обробітку поверхні. За деяких умов роботи і геометричних параметрів дисків, за збільшення кута атаки знижується кутова швидкість диска, спостерігається проковзування диска й забивання простору між дисками ґрунтом і рослинними рештками [2, 3].

## 1.2 Огляд конструкцій дискових машин іноземного виробництва

Сьогодні дискові знаряддя випускає ціла низка компаній – як зарубіжних, так і вітчизняних. Розглянемо особливості агрегатів від провідних фірм-виробників, які широко представлені на українському ринку.

Німецька компанія Köckerling виготовляє причіпні дискові борони Rebell Profiline (рис. 1.1), які якісно обробляють ґрунт і змішують велику кількість рослинних решток із верхнім його шаром. Ця борона має міцну рамна конструкцію яка стійка до деформації навіть у важких умовах експлуатації. Тривалий термін безвідмовної служби забезпечується завдяки застосуванню якісних матеріалів та елементів. Саме це сприяє надійній та продуктивній роботі на швидкості 12–18 км/год.

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					





Рисунок 1.2 - Багатофункціональний дисковий агрегат Carrier фірми Väderstad на обробітку стерні [4].

Carrier – універсальний агрегат, який можна використовувати як для обробітку стерні, так і підготовки насінневого ложа чи розпушування ґрунту. Агрегати Carrier виготовляють у чотирьох модифікаціях: Carrier з дисками діаметром 450 або 470 мм, Carrier X з дисками 450 мм, Carrier L із дисками 510 мм та Carrier XL із дисками 610 мм. Залежно від модифікації та ширини захвату, Carrier бувають як причіпні, так і навісні. Кут атаки дисків може регулюватись у межах від 11 до 19 градусів, завдяки чому змінюється глибина обробітку. Диски виготовлені з зносостійкої шведської сталі марки V-55, мають конічну форму, завдяки чому, незважаючи на поступове їх спрацювання, кут атаки дисків залишається незмінним.

Всі моделі дискових агрегатів Carrier можуть бути обладнані штригельною бороною, ножовим котком Cross Cutter Knife або важкими вирівнюючими планками Cross Board Heavy, що робить їх іще більш універсальними.

Штригельна борона призначена для рівномірно розподілу післяжнивних решток по поверхні. Ножовий коток Cross Cutter Knife ефективно подрібнює стебла проміжних культур, сидератів, стерні ріпаку та соняшнику.

Для основного обробітку ґрунту компанія Lemken виготовляє важкі дискові борони Rubin, а також дискові ґрунтообробні агрегати Heliodor.

									Арк.
									12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Модельний ряд дискових борін Rubin включає цілу низку навісних і напівнавісних машин. Оригінальні конструкторські рішення та раціональна компоновка робочих органів забезпечують якісне подрібнення післяжнивних і рослинних решток та загортання їх у ґрунт.

Найновішою розробкою є дискова борона Rubin 12. Агрегат вирізняється конструкцією стояків, формою та розмірами дисків, а також принципом навішування агрегату. Модернізована коротка важка дискова борона Rubin 12 чудово працює на полях із великою кількістю рослинних решток. Два ряди напівсферичних дисків дають змогу працювати з тією ж глибиною обробітку, що й культиватори, але водночас інтенсивніше подрібнювати та перемішувати рослинні рештки із ґрунтом. Диски встановлені під кутом  $20^\circ$  до поверхні ґрунту та під кутом  $16^\circ$  до напрямку руху, що дає змогу рівномірно обробляти поверхню поля на велику глибину. Симетричне розташування дисків у кожному ряду гарантує стабільний прямолінійний рух без бокового відхилення навіть під час роботи на схилах.

Оновлена коротка дискова борона Heliodor 9 (рис.1.3) оснащена дисками діаметром 510 мм, – це на 45 мм більше, ніж у попередній моделі. Завдяки цьому збільшилася глибина обробітку, а також подовжився термін експлуатації машини. На дисках встановлено підшипникові вузли з радіально-упорними підшипниками, які не потребують обслуговування.

Новинкою є гідравлічне регулювання глибини обробітку для навісних і напівнавісних модифікацій, яке пропонують як опцію. В разі використання борони для передпосівного обробітку глибину ходу дисків, що працюють за колією трактора, можна регулювати окремо за допомогою перфорованої куліси. Відтак у зоні колії вдається досягти оптимального вирівнювання.

Компанія Kuhn виготовляє тандемні дискові борони Discover XL нового покоління із центральним брусом. Вони вирізняються потужною несною рамою. Основна частина ваги знаряддя розподіляється на колеса трактора або на один із рядів дисків.

					<i>ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3 - Борона Heliodor 9 компанії Lemken в роботі [4].

Крім того, рама слугує захисним кожухом для всіх трубопроводів і тяг, захищаючи їх від можливого зовнішнього пошкодження. Якісна робота дискової борони Discover XL (рис. 1.4) забезпечується завдяки багатопозиційному регулюванню зчіпного пристрою, великій питомій вазі на один диск (110–125 кг) і симетрично зміщеному передньому та задньому кріпленням.



Рисунок 1.4 - Борона Discover XL фірми Kuhn [4].

Борони Discover XL оснащують дисками товщиною 8 мм. Батарей дисків мають сферичні вирізні та суцільні диски, які встановлені через один. Це дає змогу краще подрібнювати та перемішувати рослинні рештки із ґрунтом. Кожен диск борони має індивідуальний чистик, що дає змогу машині працювати на важких ґрунтах. Дискові батареї кріплять на потужних роликівих підшипниках, які здатні компенсувати значні навантаження у найважчих умовах роботи. Дискові борони Discover XL можна оснащувати трьома типами котків, які,

					ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



гладенькими краями для поверхневого обробітку ґрунту, а також вирізними дисками Catros+ для більш агресивного обробітку та заробляння у ґрунт великої кількості рослинних решток. Для передпосівного обробітку ґрунту Catros можуть додатково обладнуватися штригелем.



Рисунок 1.6 – Навісна дискова борона Catros із вирізними дисками фірми Amazone [4].

Диски із гладенькими краями є ідеальним рішенням для інтенсивного перемішування стерні та точного поверхневого обробітку. Завдяки цьому вдається досягти оптимальних умов для проростання падалиці та насіння бур'янів, а також мінералізації соломи. Вирізні диски Catros+ характеризуються агресивною роботою та надійним заглибленням навіть на важких ґрунтах у засушливих умовах. Вони ефективно використовуються під час обробітку полів після збирання кукурудзи, ріпаку, багаторічних трав тощо.

Кут атаки передньої батареї дисків Catros становить  $17^\circ$ , а задньої –  $14^\circ$ . Це сприяє плавному переходу ґрунту та рослинних решток від передньої батареї дисків до задньої і таким чином забезпечує першокласне перемішування. На відміну від дисків із пологим розташуванням, на машинах Catros ґрунт і солома перемішуються та знову вкладаються на поверхню поля під коток.

Австрійська компанія Röttinger пропонує універсальну причіпну дискову борону Terradisc (рис. 1.7). Компактна конструкція, а також агресивне розміщення вирізнних дисків, виготовлених із покращеної сталі, забезпечують надійне входження в ґрунт і гарне перемішування післяжнивних решток. Відстань

									Арк.
									16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

між дисками становить 125 мм. Оптимальне співвідношення кутів атаки по вертикалі та відносно руху, а також зміщення дисків у рядах гарантують їх надійне входження в ґрунт. Стійка диска забезпечує необхідну жорсткість, щоб під час роботи диск врізався у ґрунт і не відхилився, забезпечуючи дотримання глибини.

Компактність є ознакою борін Pöttinger. Відкрита конструкція рами забезпечує відмінний огляд із місця водія на обидва ряди дисків. Перший ряд дисків розташований дуже близько до трактора, що позитивно впливає на розміщення центра маси. Зміщені секції агресивних дисків забезпечують оптимальне перемішування ґрунту з поживними рештками.



Рисунок 1.7 - Універсальна причіпна дискова борона Terradisc австрійської компанії Pöttinger [4].

Робочими органами машини є сферичні диски, розміщені симетрично у два ряди. Кожен диск змонтований на окремій стійці, яка відкрита у напрямку руху, отже, великі післяжнивні рештки не застрягають під час роботи. На вибір користувача агрегат можуть комплектувати одним із п'яти варіантів прикочувальних котків.

Компанія AGCO має важку тандемну дискову борону Challenger 1435 (рис.1.8), яка виготовляється у семи моделях. Конструкція тандемної борони розроблена на основі загальних компонентів та систем, що забезпечують оптимальні експлуатаційні характеристики усіх моделей цієї серії. Деякі з них вже випробувані у роботі на українських полях.

									Арк.
									17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



### 1.3 Огляд конструкцій дискових борін і культиваторів вітчизняного виробництва

Український виробник – компанія «Лозівські машини» випускає короткі дискові борони «Дукат». Борони виготовляються у навісному, напівнавісному, напівпричпному та причпному варіантах у восьми модифікаціях. «Дукат» становить собою коротку дискову борону з розташованими у два ряди дисковими робочими органами. Диски виготовлені зі спеціальної загартованої легованої сталі, насиченої бором, виробництва компанії Belotta. Кожен диск розміщується на індивідуальній пружинній 3D стійці.



Рисунок 1.9 - Причпна борона «Дукат» компанії «Лозівські машини» [4].

Вирізні диски розташовані під оптимальними робочими кутами до вертикалі та до напрямку руху. Відстань між дисками становить 250 мм у ряду. Плоскосферична форма дисків сприяє інтенсивному перемішуванню ґрунту та рослинних решток, а насичення дисків бором додає їм зносостійкості. Під час руху диск створює низькочастотні коливальні рухи, при яких відбувається його самоочищення від налипання ґрунту та рослинних решток.

Розташовані перед рядами дисків та котками ряди пружинних зубців виконують роль регулюючого органа, який вирівнює поверхню ґрунту та рівномірно розподіляє рослинні рештки поверхнею поля. Борони «Дукат» працюють на швидкості 8–15 км/год.

Компанія Veles-Agro пропонує короткі компактні дискові борони Kronos, які можуть оснащуватися ножовим котком. Агрегати доступні як у причпному,

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

так і в навісному виконанні. Тандемні дискові робочі органи закріплені на рамі через гумові амортизатори, що забезпечує розпушування ґрунту з незначними енергозатратами та знижує динамічні навантаження на підшипникові вузли. Диски встановлено на відстані 220 мм (110 мм по сліду) з кутом атаки 17°, що гарантує повне підрізання рослинних решток та ґрунту.



Рисунок 1.10 - Причіпна дискова борона Kronos компанії Veles-Agro [4].

Стабільність та рівномірність обробітку за глибиною дозволяє використовувати Kronos також для виконання передпосівної культивуації. Зворотне ущільнення поверхні виконується котком. Механізм копіювання поверхні рельєфу поля спирається на коток, що гарантує стабільність дотримання заданої глибини обробітку по всій ширині захвату агрегату. Стабільність і рівномірність обробітку за глибиною дає змогу використовувати Kronos і для виконання передпосівної культивуації.

Як опція до дискових борін Kronos пропонується ножовий коток, який встановлюється спереду дисків. Під час роботи він подрібнює рослинні залишки у поперечному напрямку, а диски агрегату – в поздовжньому. Ножі котка виконані із загартованої, зносостійкої сталі. Вони мають двосторонню заточку для подовження терміну служби – при спрацюванні ніж розвертається на 180°, і таким чином термін служби збільшується удвічі. Регулювання глибини здійснюється гідроциліндром, а накидні шайби забезпечують точну фіксацію в обраному положенні.

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ				

ТОВ «КРАСНЯНСЬКЕ СП «АГРОМАШ» борони дискові важкі причіпні серії БДВП -4,2; БДВП – 3,8; БДВП – 3,6; БДВП – 3,0; БДВП – 2,5; БДВП – 5,5; БДВП – 6,3; БДВП – 7,2.

В табл. 1.1 приведені короткі технічні характеристики вітчизняних машини УДА-2,4, УДА-3,1, УДА-3,8, виробником яких є Білоцерківмаз. Машини обладнанні вирізними дисками, які добре подрібнюють стебла після жнивних залишків і бур'янів, рівномірно розподіляють їх по всій глибині обробітку.

Регулювання кута атаки дисків дозволяє оброблювати і сильно зволожені ґрунти з значною наявністю рослинності, що дає можливість проводити сівбу в більш зволожений шар ґрунту, а це підвищує врожайність сільськогосподарських культур. Оскільки агрегат подрібнює і перемішує ґрунт без обертання пласту, то верхній шар ґрунту, багатий мікрофлорою, розташований в зоні сівби і розвитку кореневої системи рослин, що збільшує врожайність на 15...25 %.

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика дискових машин типу УДА

Показник	УДА -2,4	УДА - 3,1	УДА - 3,8
Ширина захвату, м	2,4	3,1	3,8
Робоча швидкість, км/год, не більше	8 - 12	8 - 12	8 - 12
Глибина обробітку, см	5-18	5-18	5-18
Маса, кг	1750	1950	3100
Агрегатується з енергетичним засобом	ХТЗ-150	ХТЗ 17221	ХТЗ 17221

Технічна характеристика дискових машин з чотирьох рядним розміщенням дисків серії БДМ представлена в табл. 1.2.

Таблиця 3.1- Технічна характеристика дискаторів серії БДМ

Показник	Модель	БДМ-3x4	БДМ-4x4	БДМ-6x4
		ПШК	ШК	ПШК
Тип	причіпний			
Глибина обробітку, см		8-15	6-18	8-15



Агрегати дискові комбіновані серії ДАКН і ДАКТ призначені для передпосівної підготовки ґрунту, луцення стерні, обробітку полів після багаторічних трав до і після оранки, підготовки ґрунту після збирання просапних культур. Агрегат дисковий використовується для обробки ґрунту різного механічного складу, не забруднених камінням. Технічна характеристика комбінованих агрегатів серії ДАКН і ДАКТ представлена в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 -Технічна характеристика комбінованих агрегатів серії ДАКН і ДАКТ

Показник	Модель	ДАКТ-3,3Н	ДАКТ-4Н	ДАКТ-3,3П	ДАКТ-4П	ДАКН-6П
		начіпний		напівпричіпний		
Тип агрегату		начіпний		напівпричіпний		
Ширина захвату, м		3,3	4,0	3,3	4,0	6,0
Агрегується з тракторами		3		2	3	4
Продуктивність га/год		4,0				
Робоча швидкість, км/год		15				
Глибина обробітку, см		15				
Транспортна швидкість, км/год		15				

Агрегати ґрунтообробні дискові (навісні) АГ-1,8-20, АГ-2,4-20, АГ-3,0-20 (табл.1.5) призначені для обробітку всіх типів ґрунтів на глибину 4...20 см. Створюють оптимальну природну структуру ґрунту для росту рослин і прикочують верхній шар ґрунту для збереження вологи. Особливо ефективні при роботі на сухих твердих ґрунтах і на схилах, оскільки не переміщують ґрунт в поперечному напрямку до руху агрегату. При роботі забезпечують чудовий змішувальний ефект: рівномірний розподіл на всю глибину обробітку шару органічних добрив, соломи ті інших поживних залишків, що дає можливість уникнути ерозії ґрунту, збільшити поглинання води ґрунтом, а також зберегти водоносні капілярні шари, найбільш близьких до горизонту сівби. На верхньому шарі ґрунту залишається мульча. Диск здійснює обертальні рухи, створюючи





захвату 2-х рядних дискаторів коливається в межах від 2,0 до 7,5 м, а ширина захвату 4-х рядних від 3,2 до 6,2 м.

Кожний ряд дисків має можливість регулювання кута атаки від (від 0 до 30 градусів) і відповідно робочої ширини захвату диска. Диск при цьому виконує роль лемешу і відвалу, що сприяє кращому обертанню відрізаного пласту, його кришіння, а також зниженню тягового опору. Відсутність в конструкції дискаторів дискових батарей з єдиною віссю дозволяє дискаторам працювати у вологу погоду, на землях з великою кількістю рослинних залишків і бур'янів і при цьому виключається забивання між дискового простору ґрунтом і рослинними залишками.

### Висновки з розділу

1. Дискування - поверхневий обробіток ґрунту на глибину до 20 см, яким здійснюється розпушування, кришіння і часткове перевертання, перемішування ґрунту та підрізування бур'янів. Цим заходом вирішуються дуже важливі завдання: боротьба з бур'янами, шкідниками і збудниками хвороб культурних рослин; збереження і нагромадження ґрунтової пологи, активізація мікробіологічних процесів; загортання у верхню частину ґрунту післяжнивних решток і добрив; високоякісне виконання наступного заходу основного обробітку.

2. В порівнянні з дисковими луцильниками і боронами дискові культиватори мають ряд переваг:

- кожний диск дискатора встановлений на індивідуальному стояку, причому площа обертання диска має нахил до вертикалі. Це дає змогу інтенсивніше і глибше обробляти ґрунт;

- дискатори мають більший діапазон регулювання кута атаки дисків, який можна змінювати від 0 до 35 градусів. Це - відповідно дозволяє збільшити робочу ширину захвату диска;

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ

- диски дискаторів виконують роль лемешу і відвалу, що сприяє кращому обертанню відрізаного пласту, його кришіння, а також зниженню тягового опору машини;

- відсутність в конструкції дискаторів дискових батарей з спільною віссю обертання дозволяє їм працювати у вологу погоду на землях з великою кількістю рослинних залишків і бур'янів і при цьому зменшується ймовірність забивання простору між дисками ґрунтом і рослинними залишками.

					<i>ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДИСКОВОГО КУЛЬТИВАТОРА УДА -3,8-40 ТА ЙОГО РОЗРАХУНКИ

### 2.1 Обґрунтування удосконалення конструкції дискового культиватора

В основу дипломного проекту поставлено задачу підвищення якості розпушення ґрунту та технологічної надійності дискового культиватора, що досягається шляхом зміни кутів постановки дисків відносно напрямку агрегату та оптимізацією конструктивних параметрів елементів машини.

За основу при проектуванні прийнято дисковий культиватор УДА-3,8-40 (рис. 2.1), який містить раму з встановленими на ній в чотири ряди сферичних вирізних дисків з можливістю регулювання їх кута атаки в межах від 0 до 30 градусів. При цьому кути атаки дисків одного ряду орієнтовані по один бік культиватора, а наступного – по другий бік відносно напрямку руху.

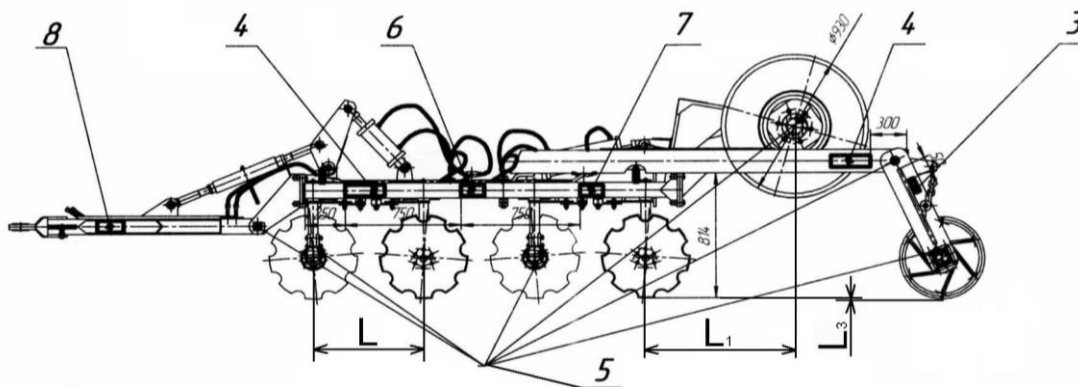


Рисунок 2.1- Загальний вигляд дискового культиватора УДА-3,8-40.

Дисковий культиватор обладнаний однослідним спіральним опорним котком (рис. 2.2), робоча ширина захвату якого рівна ширині захвату культиватора і становить 3,8 м. Доцільніше було б оснастити дисковий культиватор секційним котком, оскільки коток такої великої довжини незадовільно копіюю поверхню поля, що призводить до залишення на поверхні поля, після проходу культиватора, не подрібнених грудок. Крім того, спіральний

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ				

коток, працюючи аналогічно шнеку зміщує ґрунт до периферії культиватора, що призводить до утворення гребенів між суміжними проходами.

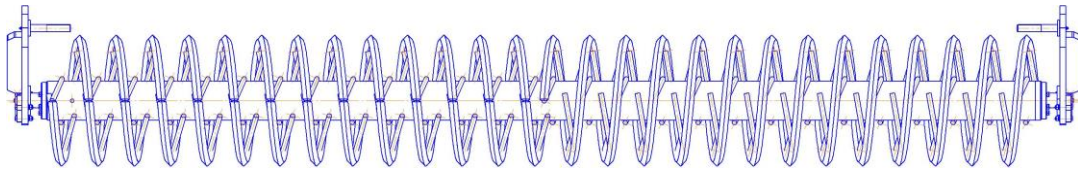


Рисунок 2.2- Спиральний коток дискового культиватора УДА-3,8-40.

З метою усунення зазначених недоліків дискового культиватора УДА-3,8-40 в проекті пропонуються замінити спіральний коток на секційний, двослідний підпружинений планчастий коток, загальний вигляд якого показаний на рис. 2.3. Це дозволить підвищити якість обробітку ґрунту.

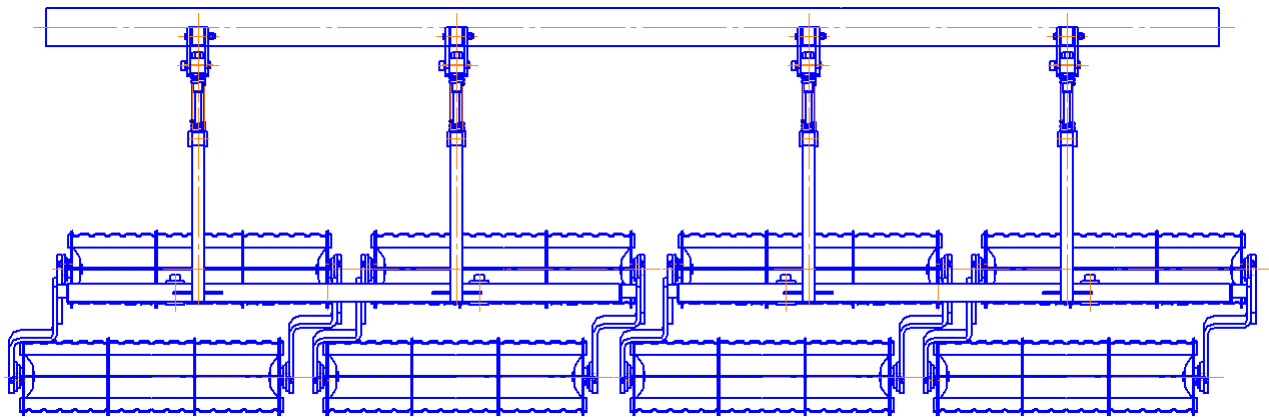


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд секційних котків, якими пропонується оснастити дисковий культиватор.

Працює удосконалений дисковий культиватор наступним чином. При переміщені по полю диски заглиблюються у ґрунт та підрізають його верхній шар, розпушують, частково обертають і укладають на дно борозни. Наявність чотирьох рядів дисків забезпечує сталість виконання процесу при заданих показниках якості розпушення. Секційний коток копіюю поверхню поля і додатково подрібнює грудки у верхньому шарі ґрунту вирівнюючи його.

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

## 2.2 Визначення параметрів дисків культиватора

Визначимо основні параметри дисків, оскільки від їх розмірів залежать основні конструктивні параметри культиватора. Фігурна форма леза сферичного диска інтенсивно розпушує ґрунту, руйнуючи його хордоподібною частиною леза. Затискуючи цією частиною леза рослинні рештки, такі диски краще їх подрібнюють, ніж диски із суцільним лезом.

Лезо дисків загострене з боку опуклої поверхні, а кут загострення знаходиться в межах  $10-20^{\circ}$ . Товщину дисків приймемо із співвідношення [5]:

$$\delta = 0,008 \cdot D, \quad (2.1)$$

де  $D$  - діаметр диска, який визначимо із залежності

$$D = k \cdot h_0, \quad (2.2)$$

де  $k$  - коефіцієнт,  $k=4-6$  [5],

$h_0$  - глибина обробітку, мм.

Приймемо  $h_0=150$  мм.

Тоді

$$D = (4-6) \cdot 150 = 600-900 \text{ мм.}$$

Приймемо діаметр диску 660 мм. Тоді, товщина дисків повинна становити

$$\delta = 0,008 \cdot 660 = 5,3 \text{ мм.}$$

Приймаємо товщину дисків  $\delta = 6$  мм.

Розміри вирізів дисків (рис. 2.4) визначимо із формул [5]:

$$E = 3B/2; \quad C = D/8. \quad (2.3)$$

Кількість вирізів на диску приймають від 6 до 12.

Приймемо, що  $B=100$  мм. Тоді підставивши дані, будемо мати:

$$C = 660/8 = 82,5 \text{ мм,}$$

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$E = 3 \cdot 100 / 2 = 150 \text{ мм.}$$

Якщо прийняти, що на диску буде зроблено 8 вирізів, то сумарна довжина виступів і вирізів буде становити 2000 мм. Це приблизно буде відповідати довжині кола диска, яка становити  $\pi D = 3,14 \cdot 660 = 2072 \text{ мм.}$

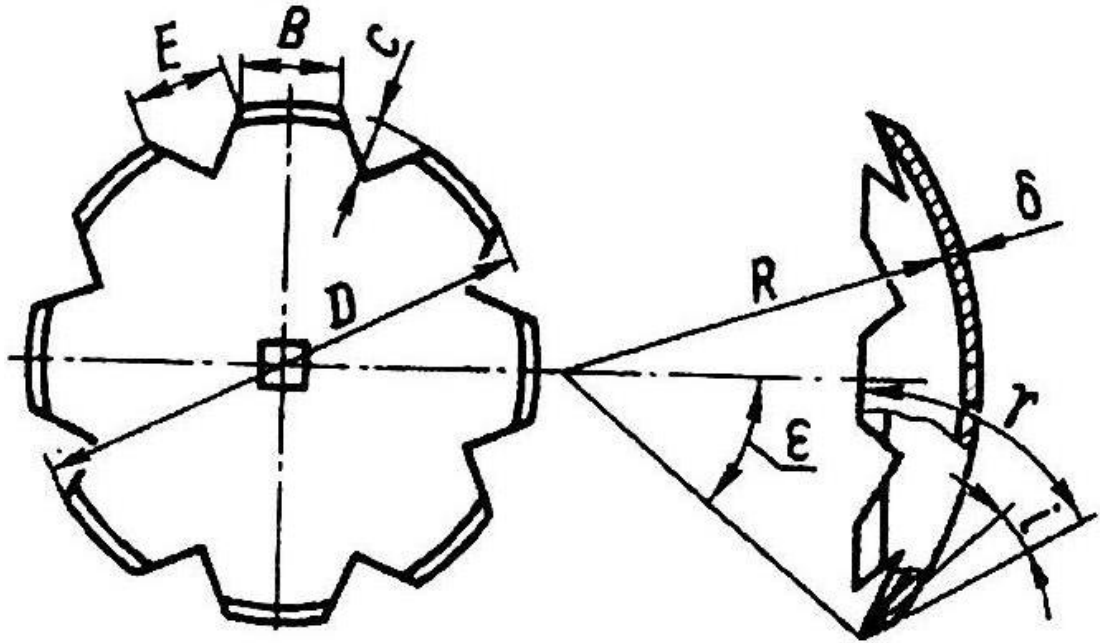


Рисунок 2.4 - Основні параметри сферичного вирізного диску.

Між діаметром і радіусом кривизни диска встановлено залежність [5]:

$$R = (D/2) \cdot \sin \varepsilon, \quad (2.4)$$

де  $\varepsilon$  - кут, який для борін приймають рівним  $20-26^\circ$ .

Підставивши дані, будемо мати

$$R = (660/2) \cdot \sin 22^\circ \approx 48 \text{ мм.}$$

Відстань між дисками в ряду визначаємо за формулою [5]:

$$b \geq 2\sqrt{h_f \cdot (D - h_1)} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (2.5)$$

де  $h_f$  - висота гребенів на дні борозен, які утворюються після проходу культиватора;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$\alpha$  - кут атаки дисків.

Висота гребенів на дні борозен, які утворюються після проходу культиватора повинні не перевищувати половину глибини обробітку, тобто в нашому випадку вони не повинні бути більшими 7,5 см.

$$b \geq 2\sqrt{7,5 \cdot (66 - 7,5)} \cdot \operatorname{tg}35 \geq 33,5 \text{ см.}$$

### 2.3 Визначення основних параметрів дискового культиватора

Відстань між рядами дисків і дискових культиваторів повинна бути не менша  $1,3D$  (тут  $D$ - діаметр дисків). Відстань від останнього (четвертого ряду дисків) до осі котка не менше  $1,25D$ . Висота стояків дисків  $(0,6 \dots 0,7)D$ , а опорний коток має плавне регулювання за висотою відносно нижньої кромки дисків в діапазоні  $(0,1 \dots 0,2)D$ .

Якщо прийняти, що діаметр диска  $D=560$  мм, то згідно вищенаведених вимог будемо мати наступні основні параметри дискового культиватора:

відстань між рядами дисків повинна бути

$$L=1,3 \cdot D=1,3 \cdot 660=858 \text{ мм,}$$

відстань від четвертого ряду дисків до осі котка повинна бути не меншою

$$L_1=1,25 \cdot D=1,25 \cdot 660=825 \text{ мм,}$$

висота стояків дисків повинна становити

$$L_2=0,65 \cdot D=0,65 \cdot 660=429 \text{ мм,}$$

Висота регулювання котка відносно нижньої крайки дисків повинна бути

$$L_3=0,15 \cdot D=0,15 \cdot 660=99 \text{ мм.}$$

Зміна кута атаки дисків в межах від 0 до 35 градусів забезпечує оптимальний режим розпушення ґрунту в широкому діапазоні ґрунтово-кліматичних умов.

Встановлення відстані між рядками дисків не менше 825 мм та відстані до опорного котка 825 мм дозволяє працювати дискам четвертого ряду та котка в режимі сталого положення шару ґрунту в усьому діапазоні кутів атаки дисків при швидкостях обумовлених агротехнічними вимогами для даного класу агрегатів.

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ				

Висота несучого стояка 429 мм забезпечує проходження розпушеного шару ґрунту у під рамному просторі у вибраному діапазоні кутів атаки дисків.

Обмеження діапазону регулювання опорного катка за висотою відносно нижньої кромки дисків 99 мм забезпечує глибину обробітку в межах 5...20 см при мінімальних габаритах механізму регулювання.

#### 2.4 Перевірочний розрахунок елементів механізму регулювання дисків

Регулювальний механізм кута атаки ряду дисків показаний на рис. 2.5. В регулювальному болті механізму регулювання буде виникати зусилля розтягу  $F$ , що визначається з формули:

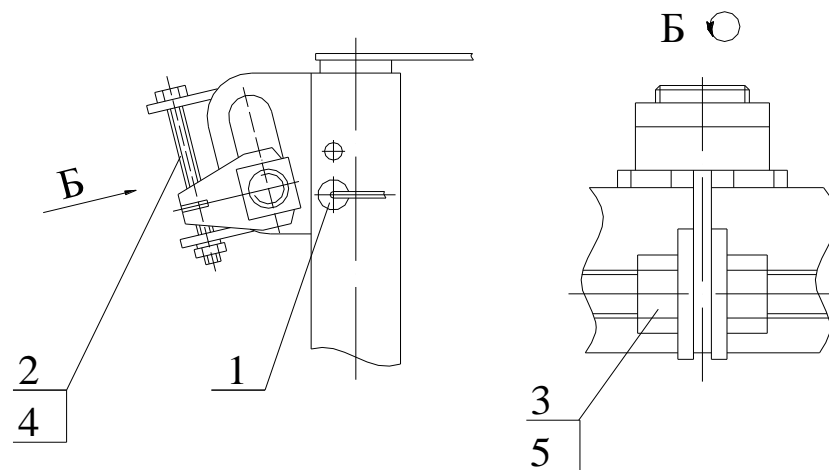
$$F = \frac{l}{l_1} \cdot R_{Ay}, \quad (2.6)$$

де  $l$  - відстань від опори А до опори В (див. рис. 2.5);

$l_1$  - відстань від опори А до осі регулювального болта.

У нашому випадку  $l=880\text{мм}$ ,  $l_1=955\text{мм}$ ,  $R_{Ay} = 1064,5\text{Н}$ , тоді

$$F = \frac{880}{955} \cdot 1064,5 = 981\text{Н}.$$



1- палець, 2- гвинт, 3- гайка, 4,5- шайба

Рисунок 2.5- Запропонований механізм регулювання кута атаки дисків.

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ				

Враховуючи специфіку роботи дискового культиватора для розрахунків приймемо, що максимальне зусилля складатиме:

$$F' = F \cdot K_{\sigma}, \quad (2.7)$$

де  $K_{\sigma}$  - коефіцієнт безпеки.

$$F' = 981 \cdot 6,5 = 6376H.$$

Визначимо допустимі зусилля розтягу для болта, враховуючи, що матеріал болта і гайки - сталь 35, для якої  $\sigma_T = 300 H/мм^2$  за формулою [6]

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S]}; \quad (2.8)$$

де  $[S]$  - коефіцієнт запасу міцності.

Згідно рекомендацій [6] для нашого випадку приймаємо  $[S] = 3$ , тоді

$$[\sigma_p] = \frac{300}{3} = 100 H/мм^2.$$

Мінімальний внутрішній діаметр різі визначаємо за формулою

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot F'}{\pi [\sigma_p]}}. \quad (2.9)$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 6376}{3,14 \cdot 100}} = 10,27 мм.$$

Враховуючи, що даній умові відповідає різі М14, яку бажано не застосовувати, то приймемо остаточний діаметр різі М16 регульовального болта, для якої  $d_1 = 13,836 мм$ , зовнішній діаметр  $d = 16 мм$ , крок різі  $p = 2 мм$ .

Знаходимо мінімальну висоту гайки з умови міцності витків на зріз за формулою:

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ				

$$H = \frac{F'}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot [\tau_{зр}] \cdot K_M}, \quad (2.10)$$

де  $k$  - коефіцієнт, що враховує тип різі, для метричної  $k = 0,87$ ;

$[\tau_{зр}]$  - допустимі зусилля зрізу;

$K_M$  - коефіцієнт нерівномірності навантаження витків різі  $K_M = 0,56 \dots 0,75$ ,  
приймаємо  $K_M = 0,7$ .

Допустиме напруження на зріз для матеріалу гайки визначимо за формулою

$$[\tau_{зр}] = 0,2 \cdot \sigma_T. \quad (2.11)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$[\tau_{зр}] = 0,2 \cdot 300 = 60 \text{ Н/мм}^2.$$

Тоді в результаті розрахунку, будемо мати

$$H = \frac{6376}{3,14 \cdot 13,836 \cdot 0,87 \cdot 60 \cdot 0,7} = 16,03 \text{ мм}.$$

Знаходимо мінімальну висоту гайки з умови міцності витків на зминання, прийнявши допустиме навантаження зминання  $[\sigma_{зм}] = 180 \text{ Н/мм}^2$  за формулою

$$H = \frac{4F' \cdot p}{\pi \cdot (d^2 - d_1^2) \cdot [\sigma_{зм}] \cdot K_M}. \quad (2.12)$$

У числовому вигляді

$$H = \frac{4 \cdot 6376 \cdot 2}{3,14 \cdot (16^2 - 13,836^2) \cdot 180 \cdot 0,7} = 16,01 \text{ мм}.$$

Враховуючи, що гайка М16 має висоту 18 мм, міцність різьбових з'єднань механізму регулювання забезпечена.

										Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ					

## 2.5 Тяговий розрахунок дискового культиватора

Розрахунки виконуємо стосовно до ґрунтово-кліматичних умов, що наближені до умов Лісостепу України.

Для проведення розрахунків приймемо наступні дані: глибина розпушення 15 см; робоча швидкість руху 3,0 м/с; ширина захвату 3,8 м; схил місцевості 1 %; тип ґрунту - чорнозем звичайний середньо суглинковий; питома маса ґрунту 1,5 т/м<sup>3</sup>; вологість 22 %; агрофон – поле після багаторічних трав. Розрахунки тягового опору виконаємо за методикою Панченка А.М. [7].

Тяговий опір має три складові: переміщення агрегату по полю; тяговий опір розпушуючої групи; тяговий опір котка.

У відповідності до методики, сумарний тяговий опір для ґрунтообробної сільськогосподарської машини на переміщення складається з опору на перекочування, опору руху на подолання схилу та опору сил інерції.

Тяговий опір пересуванню машини дорівнює:

$$W_{пер} = G_{рм} \cdot f_{рух}, \quad (2.13)$$

де  $G_{рм}$  - вага машини, кН;

$f_{рух}$  - коефіцієнт опору перекочування машини в заданих ґрунтових умовах.

$$W_{пер} = 25 \cdot 0,05 = 2,5 \text{ кН.}$$

Тяговий опір руху машини на подолання схил дорівнює:

$$W_i = G_{рм} \cdot i, \quad (2.14)$$

де  $i$  - схил місцевості.

$$W_i = 25 \cdot 0,01 = 0,25 \text{ кН.}$$

Опір сил інерції

$$W_{ін} = m \cdot \frac{V}{t}, \quad (2.15)$$

де  $V$  – робоча швидкість, м/с;

$t$  – час набору робочої швидкості, с.

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$W_{ін} = 2,5 \cdot \frac{3}{5} = 1,5 \text{ кН}$$

Загальний тяговий опір на переміщення машини

$$W_{п} = 2,5 + 0,25 + 1,5 = 4,2 \text{ кН.}$$

У відповідності до методики, загальний тяговий опір котка складає

$$W_{к} = 9,81 \cdot G \cdot \left( f_D + \operatorname{tg}\alpha + \frac{V}{9,81 \cdot t_p} \right), \quad (2.16)$$

де  $G$  – вага котка;

$f_D$  – коефіцієнт опору перекочування;

$\alpha$  – кут нахилу;

$V$  – робоча швидкість;

$t_p$  – час набирання робочої швидкості, дорівнює 4...6 с.

$$f_D = \frac{q^2 \cdot L}{g^2 \cdot G \cdot C}, \quad (2.17)$$

де  $q$  – питомий тиск на поверхню ґрунту;

$L$  – довжина котка;

$C = 180 \text{ кН/м}$  – коефіцієнт опору вертикальної деформації.

Питомий тиск

$$Q = 5000 \cdot h^2 \cdot \frac{\omega_1}{\omega_2 \cdot D}, \quad (2.18)$$

де  $h = 0,05 \text{ м}$  – оптимальна глибина ущільнення;

$\omega_1 = 20 \%$  - критична вологість ґрунту;

$\omega_2 = 26 \%$  - масова вологість;

$D$  - діаметр котка.

Підставимо значення і обрахуємо складові формули (2.18) та тяговий опір в цілому

$$Q = 5000 \cdot (0,05)^2 \cdot \frac{20^2}{26^2 \cdot 0,56} = 14,88 \text{ кН/м}^2.$$

					ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f_D = \frac{14,88^2 \cdot 3,2}{9,81^2 \cdot 0,2 \cdot 180} = 0,205.$$

Тяговий опір

$$W_k = 9,81 \cdot 0,2 \left( 0,205 + \operatorname{tg} 12^\circ + \frac{3}{9,81 \cdot 5} \right) = 0,68 \text{ кН.}$$

Аналітична розрахункова формула для визначення тягового опору різання ґрунту у блокованому режимі.

$$W_{PO} = C_{уд} \cdot \left[ b \cdot a + \frac{0,66 \cdot a^2 \cdot \operatorname{ctg} \varphi^2}{\cos(\alpha_P + \varphi_2)} \right] + 4,9 \cdot b \cdot a^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_2}{2} \right) \cdot \gamma \cdot \left[ \sin \varphi_2 + \cos(\alpha_P - \varphi_2) \cdot \cos \alpha_P \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \right] + 2 \cdot a^2 \cdot \left\{ 0,5 \cdot C_{уд} \cdot [\operatorname{tg}(\alpha_P + \varphi_2) + \operatorname{ctg}(\alpha_P)] \cdot \frac{0,66 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_2}{\cos(\alpha_P + \varphi_2)} + 4,9 \cdot \delta_P \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_2}{2} \right) \cdot \sin \varphi_2 \cdot \gamma \right\} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + K'(z+x \cdot \operatorname{tg} \varphi_1) \cdot b + 9,81 \cdot b \cdot a \cdot \gamma \cdot \frac{\sin \alpha_P \cdot \cos \theta}{\sin(\alpha_P + \theta)} \cdot V^2 \quad (2.19)$$

де  $C_{уд}$ ,  $K$  – відповідно питоме зчеплення часток ґрунту і несуча спроможність ґрунту.

$b$  – приведена ширина захвату знаряддя;

$\gamma = 1,5 \text{ т/м}^3$  – питома вага ґрунту;

$\varphi_2 = 22^\circ$  – кут внутрішнього тертя;

$\alpha_P = 35^\circ$  – кут різання;

$a = 0,15 \text{ м}$  – глибина обробітку ґрунту;

$\theta = 10 \text{ град}$  – задній кут леза;

$z = x = 0,001 \text{ м}$  – параметри затуплення леза;

$\varphi_1 = 28^\circ$  – кут зовнішнього тертя ґрунту по сталі.

Для визначення приведеної ширини захвату диска розглянемо розрахункову схему (рис. 2.6).

$$D_{пр} = 560 \cdot \cos 21^\circ = 560 \cdot 0,9336 = 522,8 \text{ мм.}$$

Приведений діаметр диска

$$OD = D_{пр}/2 - a = 261,4 - 150 = 111,4 \text{ мм}$$

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ				

$$AO = 522,8/2 = 261,4 \text{ мм}$$

$$AD = \sqrt{AO^2 - OD^2} = \sqrt{68329,9 - 12409,9} = 236,5 \text{ мм}$$

$$b = \frac{2 \cdot AD}{2} = AD = 236,5 \text{ мм.}$$

Підставимо значення у формулу (2.19) і визначаємо тяговий опір одного диска

$$W_{PO} = 3,3 \cdot \left[ 0,2365 \cdot 0,15 + \frac{0,66 \cdot 0,15^2 \cdot ctg 22^2}{\cos(35 + 22)} \right] + 4,9 \cdot 0,2365 \cdot 0,15^2 \cdot tg^2(45^0 - \frac{22}{2}) \cdot 1,5 \cdot [\sin 22 + \cos(35 - 22) \cdot \cos 35 \cdot tg 28] + 2 \cdot 0,15^2 \cdot \{0,5 \cdot 3,3 \cdot [tg(35 + 22) + ctg(35)] \cdot \frac{0,66 \cdot ctg 22}{\cos(35 + 22)} + 4,9 \cdot 0,1 \cdot tg^2(45^0 - \frac{22}{2}) \cdot \sin 22 \cdot 1,5\} \cdot tg 28 + 620 \cdot (0,001 + 0,001 \cdot tg 22) \cdot 0,2365 + 9,81 \cdot 0,2365 \cdot 0,15 \cdot 1,5 \cdot \frac{\sin 35 \cdot \cos 10}{\sin(35 + 10)} \cdot 2,5^2 = 0,52 \text{ кН.}$$

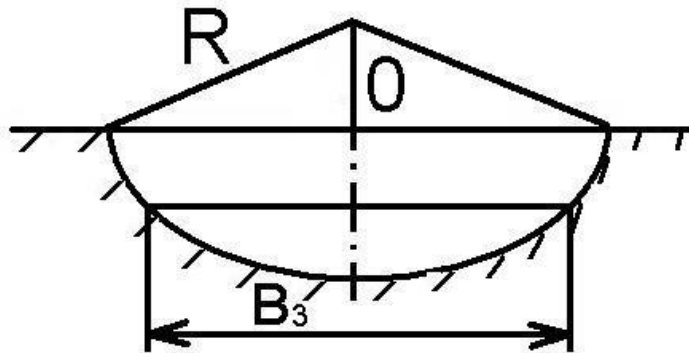


Рисунок 2.6- Розрахункова схема до визначення приведеної ширини захвату диска.

На машині встановлено 40 дисків. Тому, загальний тяговий опір розпушуючої частини машини

$$W_{\Sigma} = 0,52 \cdot 40 = 20,80 \text{ кН.}$$

Загальний тяговий опір культиватора

$$W = 4,20 + 0,68 + 20,80 = 25,7 \text{ кН.}$$

									Арк.
									39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

За довідковими даними обираємо трактор ХТЗ-150К-09-25, який забезпечує на п'ятій передачі швидкість 3,0 м/с (без урахування буксування) і при цьому зусилля на гаку буде 27,5 кН. Приймаємо коефіцієнт буксування 0,05, тоді робоча швидкість буде 10,8 км/год.

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$k = W/P_T = 25,7/27,5 = 0,9. \quad (2.20)$$

Це дозволяє стверджувати, що двигун трактора буде працювати в режимі, близькому до номінального.

## 2.6 Розрахунок основних показників операційної технології

Важливою ланкою в системі заходів по забезпеченню високої культури землеробства, підвищенню родючості ґрунту, боротьби зі бур'янами і врожайності сільськогосподарських культур є правильна, науково обґрунтована технологія дискування на глибину основного обробітку ґрунту, завдяки якому поліпшується його водний, повітряний, тепловий і поживний режим. Для правильного вирішення питань обробітку ґрунту потрібні глибокі теоретичні знання вимог рослин до природного середовища, в якому вони вирощуються, закономірностей процесів, що протікають у ґрунті.

Високоєфективне використання машинно-тракторного агрегату забезпечується встановленням ротаційних технологій, технічних і організаційних систем та інших заходів по ефективному використанню машинно-тракторного агрегату, які гарантують високу якість виконання робіт у задані агротехнічні строки з найбільшою економічною ефективністю.

Визначимо очікувану продуктивність запропонованого дискового культиватора. Годинна продуктивність характеризує роботу агрегату за годину і цей показник потрібен для нормування працевтрат і порівнювального аналізу однотипних агрегатів. Годинна продуктивність визначається за формулою:

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot V_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2.21)$$

де  $V_p$  - ширина захвату;

$V_p$  – швидкість руху, км/год;

$\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни.

Коефіцієнт використання робочого часу зміни визначається за формулою:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}}, \quad (2.22)$$

де  $T_p$  – чистий робочий час зміни, годин;

$T_{\text{зм}}$  – час зміни, годин.

Відповідно до законодавства України робочий час зміни складає 8 годин при 5 денному робочому тижні. Для визначення чистого робочого часу зміни у відповідності до нормативних документів приймаємо:

$T_x = 0,50$  години – час холостих переїздів;

$T_{\text{пз}} = 0,05$  години – підготовчо-заклучний час;

$T_{\text{ТО}} = 0,20$  години – час, що витрачається на технічне обслуговування;

$T_{\text{ТУ}} = 0,05$  години – час, що витрачається на зупинки по технічному нагляду;

$T_{\text{см}} = 0,05$  години – час, що витрачається на усунення технологічних відмов;

$T_{\text{відп}} = 0,50$  години - час відпочинку.

З урахуванням цього чистий робочий час зміни

$$T_p = 8 - 0,50 - 0,05 - 0,20 - 0,05 - 0,05 - 0,50 = 6,65 \text{ год.} \quad (2.23)$$

Коефіцієнт використання робочого часу зміни

$$\tau = 6,65 / 8 \approx 0,80. \quad (2.24)$$

Продуктивність

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 3,8 \cdot 10 \cdot 0,8 \approx 3,0 \text{ га/год.}$$

Виробіток за зміну

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{год}} \cdot T_{\text{зм}} \quad (2.25)$$

$$W_{\text{зм}} = 3,0 \cdot 8 = 24 \text{ га.}$$

					ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Агрегат складається з удосконаленого дискатора УДА - 3,8- 40 і трактора ХТЗ-150К-09-25. З урахуванням конструктивних особливостей спроектованої машини вважаємо, що режим роботи двигуна завжди буде наближеним до оптимального. Витрати паливно-мастильних матеріалів для такого режиму можна обчислити за формулою:

$$q = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_o \cdot T_o}{W_{зм}}, \text{ кг/га} \quad (2.26)$$

де  $q$  - питомі витрати палива, кг/га;

$Q_p$  – годинні витрати пального у робочому режимі, кг;

$Q_x$  – годинні витрати пального на холостих переїздах, кг;

$Q_o$  – годинні витрати пального на зупинках, кг;

$T_p$  – час роботи у номінальному режимі, годин;

$T_x$  – час на холості переїзди, годин;

$T_o$  – час роботи на зупинках, годин.

У відповідності до виконаних раніше розрахунків:

Маємо:  $T_p = 6,65$  год;  $T_x = 0,50$  год;  $T_o = 8 - 6,65 - 0,50 = 0,85$  год (вважаємо, що при перерві на обід двигун не працює).

$$q = \frac{26 \cdot 6,65 + 7,3 \cdot 0,50 + 5 \cdot 0,85}{24} = 9,7 \text{ кг/га або } 11,7 \text{ л/га.}$$

## 2.7 Розрахунок тягового опору котка культиватора

До складу запропонованого в дипломному проекті дискового культиватора входить коток. Процес прикочування повинен бути таким, щоби при зустрічі з грудками ґрунту коток перекочувався через них, а не штовхав їх уперед. При перекочуванні через грудку тиск котка концентрується на ній, і вона розламується або вдавлюється у ґрунт без проштовхування уперед. В іншому випадку коток буде штовхати ґрунтові грудки перед собою, тобто нагромаджувати ґрунт. Характер взаємодії котка з ґрунтом залежить від його діаметра і розмірів грудок

					ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$Q = N'' + F_2 \cdot \sin \alpha = N \cdot \cos \alpha + N \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 \cdot \sin \alpha. \quad (2.27)$$

Підставивши одержані значення у (2.27) та зробивши перетворення, матимемо

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \frac{(\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2)}{(1 - \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2)} \quad \text{або} \quad \operatorname{tg} \alpha \leq \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2). \quad (2.28)$$

Брила або гудки не будуть переміщуватися перед котком за умов, якщо:

$$\alpha \leq \varphi_1 + \varphi_2, \quad (2.29)$$

де  $\varphi_1$  - кут тертя ґрунту по ґрунту;

$\varphi_2$  - кут тертя ґрунту по поверхні котка.

Кут  $\alpha$  залежить від висоти  $h$  грудки та діаметра  $D$  котка. З рис. 2.7 виходить, що

$$\cos \alpha = \frac{(r - h)}{r} = \frac{(D - 2h)}{D} = 1 - \frac{2h}{D}. \quad (2.30)$$

Але відомо, що  $\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} / \cos \alpha$ . Тоді, підставивши значення, одержимо

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(2\sqrt{h \cdot D - h^2})}{(D - 2h)},$$

Відповідно

$$\operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2) \geq \frac{(2\sqrt{h \cdot D - h^2})}{(D - 2h)}. \quad (2.31)$$

Знаючи кути тертя  $\varphi_1$  та  $\varphi_2$  і діаметр котка  $D$ , можна визначити висоту  $h$  грудки (брили), через яку він може перекотитися, не переміщаючи її попереду себе.

									Арк.
									44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ				

Щоб зменшити поздовжнє переміщення ґрунту, яке руйнує його структуру, кут  $\alpha$  обхвату обода котка ґрунтом не повинен перевищувати  $15-20^{\circ}$ . Виходячи з цього, діаметр  $D$  котка визначають за формулою [5]

$$D \geq 2h/(1 - \cos \alpha). \quad (2.32)$$

Силову дію котків на ґрунт визначають за формулою

$$q = 2Q/b \cdot l, \quad (2.33)$$

де  $b$  - довжина котка;

$h_1$  - глибина колії;

$l$  - ширина відбитку котка на ґрунті, це хорда кола діаметром  $D$ ;

$$l = 2\sqrt{h_1(D - h_1)}.$$

Найчастіше оптимальним тиском для прикочування ґрунту є  $q = 3 - 4 \text{ Н/см}^2$ .

Силу  $P$  опору перекочуванню котків визнають за формулою

$$P = \mu \cdot Q, \quad (2.34)$$

де  $\mu$  - коефіцієнт перекочування  $\mu = 0,86 \cdot \sqrt[3]{Q/q_0 \cdot b \cdot D^2}$ ;

тут  $q_0$  - коефіцієнт об'ємного зминання,  $q_0 = 2-4 \text{ Н/см}^2$ .

Для котків з негладкою поверхнею, як в нашому випадку, сила опору перекочуванню, як правило, дещо більша, ніж для котків із гладкою поверхнею, і визначають її за співвідношенням [5]:

$$P_{H.P} = \varepsilon \cdot P, \quad (2.35)$$

де  $\varepsilon$  - коефіцієнт, який враховує зростання опору за рахунок нерівностей поверхні, приймають  $\varepsilon = 1,1-1,3$ .

При  $\alpha = 20^{\circ}$  діаметр котка буде  $D = 330 \text{ см}$ . Приймавши довжину котка  $b = 3,2 \text{ м}$ , глибину колії  $5 \text{ см}$ . Одержимо, що  $Q = 7200 \text{ Н}$ , тоді  $P_{H.P} = 1893 \text{ Н}$  або  $1,9 \text{ кН}$ . Отже, уточнений розрахунок тягового опору котка показує, що отримане значення тягового опору буде становити  $1,9 \text{ кН}$ . Це більше, ніж визначений в розд. 2.5 тяговий опір, який дорівнює  $0,68 \text{ кН}$ .

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

### З ВИМОГИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ДО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ДИСКОВОГО КУЛЬТИВАТОРА

Конструктивне виконання навісних, напівнавісних, монтованих, причіпних і напівпричіпних сільськогосподарських машин, агрегованих з різними енергетичними засобами, які складають агрегат і здійснюють технологічні операції повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189-93. Привод робочих гальм має здійснюватися з робочого місця оператора енергетичного засобу, а привод стоянкового гальма повинен встановлюватися на машині.

Стоянкові гальма повинні утримувати машину на схилі не менше  $10^{\circ}$  (18 %).

Машини типу тракторних причепів і напівпричепів повинні мати справні робочі та стоянкові гальма і страхувальні ланцюги (троси) відповідно до технічної документації.

Згідно з ДСТУ 2189-93 машини, ширина яких перевищує габарити енергетичного засобу, повинні бути обладнані світловідбивачами. Задні світловідбивачі повинні бути червоного, передні – білого кольорів.

Допускається замість світловідбивачів нанесення на елементи машини кіл, трикутників або прямокутників червоного або білого кольору, вписаних у коло діаметром 100 мм, а також червоних, білих або жовтих та чорних смуг під кутом  $45^{\circ}$ , які чергуються, з відстанню між ними 50 мм. Смуги можуть наноситись також на сигнальні щитки розміром не менше 250x250 мм.

Фігури та смуги повинні бути виконанні зі світловідбивних матеріалів (фарба, плівка тощо). Машини, які при агрегуванні закривають прилади світлової сигналізації енергетичними засобами енергетичного засобу, мають бути обладнанні власними приладами світлової сигналізації.

На машини типу причепів або напівпричепів ззаду зліва повинен бути нанесений знак обмеження максимальної швидкості. Кольорове зображення знака має відповідати ДСТУ 2586-94, діаметр знака – від 160 до 250 мм, ширина кайми

									Арк.
									46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Робоче місце оператора має бути захищене від викидання ґрунту з-під коліс та робочих органів машини.

Машини, які мають робоче місце оператора, повинні мати систему звукової або світлової сигналізації для зв'язку з оператором енергетичного засобу.

Згідно з ОСТ 12.4.026 на видимих місцях елементів конструкції машини повинні бути написи і символи або закріпленні таблички з написами і символами з безпеки праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки, а також щодо розміщення важелів керування.

Гідросистеми машин, за винятком монтованих, повинні з'єднуватись з гідросистемами енергозасобу за допомогою розривних муфт.

Регулювання робочих органів під час руху повинно виконуватися з робочого місця оператора енергетичного засобу або оператора машини.

Машини, які мають ємкість для збирання та транспортування сипучих і не затарених вантажів, повинні забезпечувати завантаження без ручного розрівнювання.

Місця розташування точок мащення машин повинні бути позначені кольоровими покажчиками, які відрізняються від загального кольору машини. Застосування ковпачкових маслянок на обертових деталях не допускається.

Загальний фон кольору машини повинен відрізнятися від основного фону, на якому вона експлуатується, а колір частин машини (поверхні панелей пульта та поста управління, органів керування та елементів, які знаходяться у полі зору оператора) повинні бути контрастними до загального фону машини.

Виходячи з тематики дипломного проекту по відношенню дискових комбінованих агрегатів необхідно враховувати наступні фактори.

Для забезпечення правильної і безпечної роботи дискового комбінованого агрегату обслуговуючий персонал повинен до початку роботи ознайомитись з заводською інструкцією по експлуатації. Категорично забороняється допускати до роботи з дисковим комбінованим агрегатом особин без прав машиніста-тракториста і тих які не пройшли інструктаж по техніці безпеки.

					ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При експлуатації дискового комбінованого агрегату забороняється:

- робота з будь-якими несправностями;
- регулювання і ремонт при працюючому двигуні трактора і транспортному положенні дискового агрегату;
- очистка дисків при русі;
- знаходження спереду дискового агрегату або трактора під час роботи;
- повертати диски незахищеними руками.

					<i>ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

1. Як показує аналіз літературних джерел в останній час машини з дисковими робочими органами все частіше використовують для основного обробітку ґрунту. Різноманітність машин з дисковими робочими органами (луцильники, борони, дискові культиватори, комбіновані машини) дозволяють обробляти ґрунт з врахуванням механіко-технологічних властивостей і кліматичних умов.

2. В порівнянні з дисковими луцильниками і боронами дискові культиватори мають ряд переваг:

- встановлення дисків на індивідуальному стояку з нахилом площини обертання до вертикалі дає змогу значно інтенсивніше і глибше обробляти ґрунт;

- дискатори мають більший діапазон регулювання кута атаки дисків, який можна змінювати від 0 до 35 градусів. Це - відповідно дозволяє збільшити робочу ширину захвату диска;

- диски дискаторів виконують одночасно роль лемешу і відвалу, що сприяє кращому обертанню відрізаного пласту і його кришіння;

- відсутність в конструкції дискаторів дискових батарей з спільною віссю обертання дозволяє їм працювати у вологу погоду на землях з великою кількістю рослинних залишків і бур'янів і при цьому виключається забивання між дискового простору ґрунтом і рослинними залишками.

3. Як показують розрахунки, розроблений робочий орган спроможний забезпечити необхідну якість обробітку ґрунту з дотриманням основних агротехнічних вимог.

4. Проведені розрахунки показують, що модернізовану машину можна агрегатувати з тракторами класу 30 кН і при цьому двигун буде працювати у режимі, близькому до номінального.

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ



11. А.С. Кобець. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин. Дніпропетровськ : 1999. 65 с.
12. В. Д. Гречкосій, О. М. Підгорілець, І. І. та ін. Довідник сільського інженера. К.: Урожай, 1991. – 96 с.
13. В.Ю. Ільченко Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / За ред. проф. В.Ю. Ільченко. – К.: Урожай, 1993. – 283 с.
14. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000.- 188с.

					<i>ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					<i>ДПАІ 23.02.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		