

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра процесів, машин і обладнання в агроінженерії

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ТАТУРЕВИЧ ВЛАДИСЛАВ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 631.3.01

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОБРОБІТКУ
ҐРУНТУ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ В. О. Татуревич

Керівник роботи

Заєць М. Л.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Татуревич В. О. Оптимізація систем і технічних засобів обробітку ґрунту.

– *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

Кваліфікаційна робота присвячена обґрунтуванню технологічних систем обробітку ґрунту, вибору робочих органів ґрунтообробних технічних засобів, які за умови правильно підібраної комбінації робочих органів змінюють структуру та вид поверхневого шару ґрунту, що повинно відповідати агро-технічним вимогам, до сільськогосподарських культур, що висіваються. У роботі розглядаються рішення прикладних задач, що спрямовані на підвищення якості та зменшення собівартості процесів обробітку ґрунту. Обґрунтовано систему машин для мінімальної, нульової та стрічкової технології обробітку. Запропоновано раціональний спосіб підбору ґрунтообробних машин мінімальними витратами енергії на одиницю роботи.

Теоретичний аналіз показав високу якість обробітку ґрунту за структурно-гранулометричним складом при подрібненні рослинних решток, боротьбі з бур'янами у результаті застосування комбінованих ґрунтообробних машин. При оптимізації агрофізичних властивостей ґрунту в умовах поверхневого обробітку забезпечує достатнє знищення корневих систем бур'янів, у тому числі коренепаросткових, за два роки без застосування гербіцидів.

Ключові слова: система машин, поверхневий обробіток, обробіток ґрунту, технологія, основний обробіток.

ANNOTATION

Taturevich V. Optimization of systems and technical means of tillage. - Qualification work on the rights of the manuscript. Qualifying work for a master's degree in 208 Agroengineering. - Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

Qualification work is devoted to the substantiation of technological systems of tillage, the choice of working bodies of tillage equipment, which, provided the right combination of working bodies change the structure and type of soil surface layer, which must meet agro-technical requirements for crops. The paper considers solutions to applied problems aimed at improving the quality and reducing the cost of tillage processes. The system of machines for minimum, zero and belt processing technology is substantiated. The rational way of selection of tillage machines with the minimum energy consumption per unit of work is substantiated.

Theoretical analysis showed the high quality of tillage in terms of structural and granulometric composition in the grinding of plant residues, weed control as a result of the use of combined tillage machines. When optimizing the agrophysical properties of the soil in terms of surface treatment provides sufficient destruction of root systems of weeds, including root sprouts, for two years without the use of herbicides.

Key words: machine system, surface tillage, tillage, technology, main tillage.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СПОСОБІВ РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	7
Висновки до розділу 1.....	11
РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН	
2.1. Процеси взаємодії дискового робочого органа з ґрунтом.....	12
2.2. Обґрунтування параметрів розпушувальних робочих органів для безполицевого обробітку ґрунту.....	15
Висновки до розділу 2.....	17
РОЗДІЛ 3	
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН	
3.1. Умова рівномірності обробітку сферичних дискових робочих органів за глибиною	18
3.2. Обґрунтування параметрів розпушувальних лап для безполицевого обробітку ґрунту.....	20
Висновки до розділу 2.....	21
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	22
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	23

ВСТУП

Актуальність теми. Вартість сільськогосподарської сировини визначається застосованими технологіями при її вирощуванні. На даний час в агропромисловому комплексі запроваджені різні механізовані індустріальні технології, при яких затрати на одиницю роботи виробництва коливаються у досить великому діапазоні. Оскільки в сучасних умовах аграрного ринку ключовими є не тільки засоби виробництва, а і запропоновані технології. Застосування ресурсощадних, екологічно безпечних технологій неможливо без оптимального складу МТП, засобів механізації, раціональне обґрунтування яких і має визначити напрямки розвитку енергоощадних технологій виробництва с.-г. продукції.

Світовий тренд по виробництву екологічно чистої продукції вимагають відмову від внесення мінеральних добрив, пестицидів, хімічних технологій вирощування. З точки зору агротехніки, робочі органи (РО) ґрунтообробних машин, не в повній мірі відповідають вимогам екологічної безпеки дії на ґрунт. Тому, для вдосконалення технологічних процесів обробітку ґрунту потрібно запроваджувати нові багатокритеріальні підходи до оптимізації комплексів ґрунтообробних машин з РО для механічного обробітку, які мінімально змінюють і впливають на структуру ґрунту та його механіко-технологічні властивості.

Мета роботи: зменшення питомих експлуатаційних витрат та затрат енергії процесу обробітку ґрунту шляхом оптимізації підбору технічних засобів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

- провести аналіз існуючих технологій та способів ресурсощадних процесів обробітку ґрунту;
- обґрунтувати критерії підбору ґрунтообробних машин, які піддатливі до ерозії та дефляції ґрунту;
- виконати обґрунтування комплексу сучасних екологічно безпечних комбінованих машин для обробітку ґрунту;
- теоретично визначити оптимальні параметри робочих органів машин.

Об'єкт дослідження: ресурсощадні технологічні процеси обробітку ґрунту та параметри робочих органів.

Предмет дослідження: взаємозв'язок якості виконання обробітку ґрунту від параметрів робочих органів і складу ґрунтообробних машин.

Методи дослідження: в роботі використані методи теоретичного і виробничо дослідження. Теоретична частина виконувалась з використанням механіко-математичного моделювання взаємодії робочих органів з ґрунтом. Застосовано методи морфологічного аналізу та синтезу технічних систем та класичної механіки.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Романишин О. Ю. Обґрунтування технологій та технічних засобів в системі обробітку ґрунту / О. Ю. Романишин, В. О. Татуревич // Наукові читання–2020Б: науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики, 5-6 березня 2020 р. Житомир: ЖНАЕУ, 2020. С. 138-140.
2. Заец М. Л. Обоснование параметров рабочей поверхности корпуса плуга /М. Л. Заец, И.П. Харчук, В.О. Татуревич //Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. статей Международной научно-практической конференции /редкол.: Н. Г. Серебрякова [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2020. с. 179 -182.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи використані при розробці та вдосконаленні системи машин для вологозберігаючого обробітку. За результатами проведених розрахунків запропоновано нові способи протиерозійної вологозберігаючого обробітку ґрунту і створення в оброблюваному горизонті умов кращого поглинання вологи.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 20 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 24 сторінки комп'ютерного тексту, містить та 14 рисунків.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СПОСОБІВ РЕСУРСОЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Сучасні скомбіновані ґрунтообробні знаряддя являють собою складні інженерні конструкції. До них ставлять досить жорсткі вимоги, оскільки за один прохід вони виконують декілька операцій, забезпечуючи при цьому агрофізичні властивості ґрунту. Розробка комбінованих агрегатів повинна виконуватись на основі досліджень технології обробітку ґрунту, з обґрунтуванням можливості і необхідності поєднання багатьох технологічних операцій або об'єднання декількох робочих органів в одній машині для більш якісного виконання однієї технологічної операції за один прохід машино-тракторного агрегату. При цьому необхідно врахувати ґрунтово-кліматичні умови зони, фізико-механічні властивості ґрунту, а також АТВ до обробітку.

У світовій практиці використовують три основні напрямки конструкційно-технологічної компоновки комбінованих ґрунтообробних агрегатів: перший – з-за допомогою зчіпок встановлюють машини для поверхневого та основного обробітку; другий – на базі навісних або причіпних ґрунтообробних машин або сівалок встановлюються ґрунтообробні, посівні робочі органи різного типу; третій – на базі просапних або парових культиваторів монтується висіваючі апарати з насіннепроводами та насінневі бункери, або на базі посівних комплексів встановлюються ґрунтообробні робочі органи.

Найбільшого поширення набули комбіновані агрегати, в яких використовуються стандартні робочі органи культиваторів, глибокорозпушувачів, сівалок, дискових борін і луцильників. Такі комбіновані машини мають різні змінні робочі органи для виконання різних способів обробітку ґрунту (рис. 1.1.) [1, 2.].



Рис. 1.1. Робочі органи ґрунтообробної машини диско-ріппер Джон Дир 2730



Рис. 1.2. Змінні робочі органи ґрунтообробного знаряддя Лемкен Карат

Більшість відомих комбінованих агрегатів з робочими органами пасивного дії складаються з одного ряду дискових секцій і рихлячих лап, за якими всановленні котки різної конструкції. При цьому агрегати відрізняються найчастіше діаметром дисків, робочою шириною захвату лап і конструкцією прикочувальних котків, які також призначені для подрібнення грудок. Така технологічна схема передбачає принципово різнорівневу обробку ґрунту (рис.1.3.) [3, с. 57.].

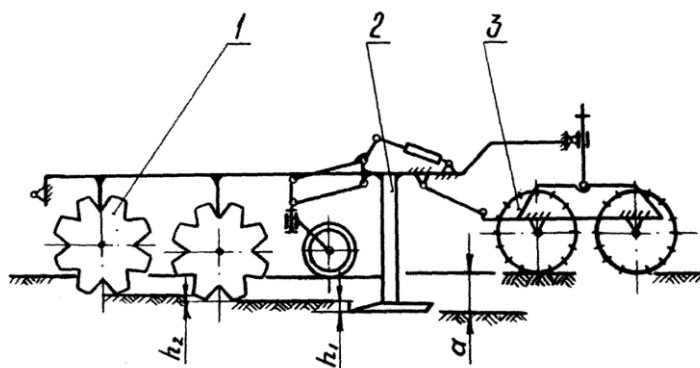


Рис. 1.3. Схема технологічна машини для обробітку ґрунту:

1- сферичний диск; 2 - ряд рихлячих лап; 3 - котки.

Глибокородзпушувачі, робочі органи яких здатні обробити на глибину 55-65 см углиб ґрунту. Його оптимально використовувати для руйнування плужної підшви (раз в 3-5 років), і на піщано-структурованих ґрунтах. Його використання є відповіддю на питання, як підготувати ґрунт для таких культур як ріпак і цукрові буряки. За допомогою глибокородзпушувача, такого як Great Plains Flatliner 500 (рис. 1.4.)[4], може здійснюватися кілька операцій за 1 прохід: розбиття грудок землі, закриття вологи в ґрунті, вирівнювання поля і подрібнення залишків рослин.



Рис.1.4. Глибокородзпушувач Great Plains Flatliner 500

Дискування як один з основних способів проведення поверхневого обробітку на глибину 2-15 см, використовується дискова борона (така як дискатори

Кverneland Qualidisc з шириною від 3 до 7 метрів(рис. 1.5.)[5]. Борона використовується для поліпшення аерації ґрунту, усунення кірки на ґрунті, схильних до висихання, і для збереження великої кількості закритої вологи при одночасному змішуванні залишків рослин із ґрунтом. Ширина захвату у дискової борони може бути від 3 до 7 метрів і, відповідно, підходити для тракторів потужністю від 90 до 360+ к.с. 4-5-метрові варіації оптимально використовувати в господарствах з площами 500-1000 га, тому що їх денна продуктивність становить від 40 до 80 гектар.



Рис. 1.5. Дискатор Kverneland Qualidisc

Культиватор (рис. 1.6.) [6] використовуються для передпосівної підготовки ґрунту, виконуючи до 6 операцій за прохід. Серед них: розпушування, вирівнювання рельєфу, коткування важким котком, створення дрібнозернистої структури ґрунту.



Рис. 1.6. Комбінований культиватор GASPARDO DRACULA 6000

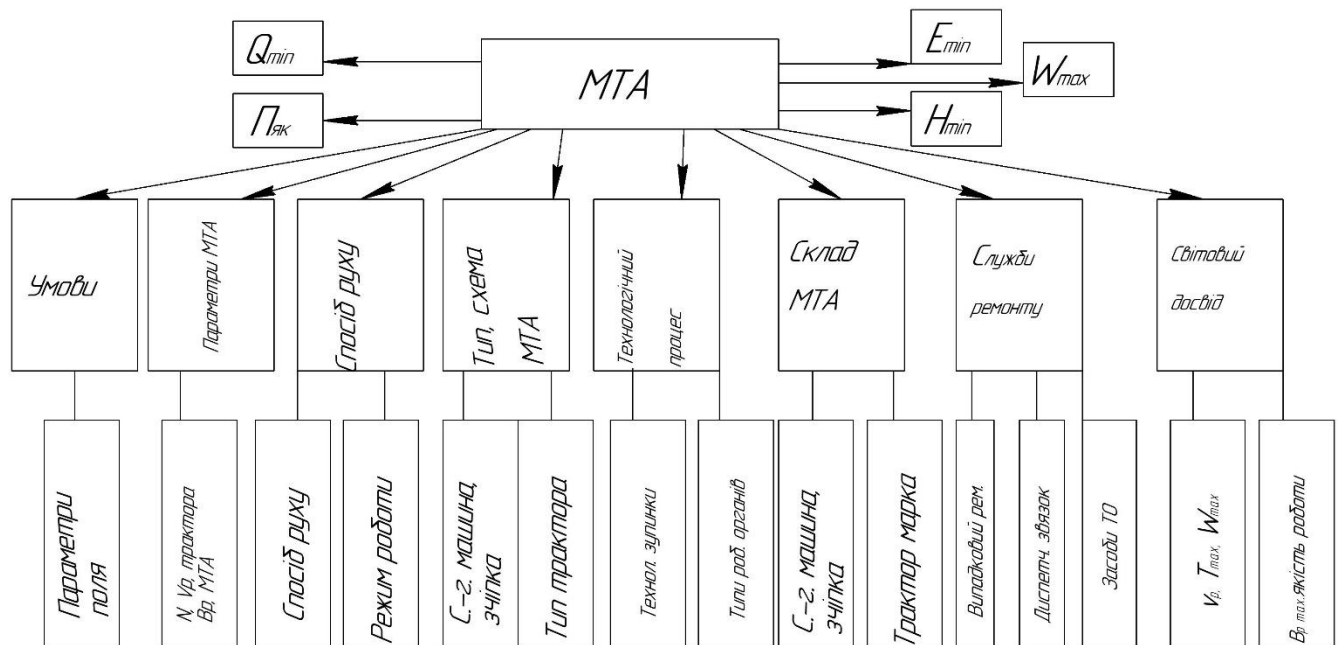


Рис. 1.7. Головні фактори, що забезпечують функціонування МТА в системі Машина – Поле

Висновки до розділу 1

Огляд технологій та засобів обробки ґрунту показав, що обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів дискових, розпушувальних, подрібнюючих та ущільнюючих робочих органів у складі ґрунтообробних машин дозволяють істотно в 1,5-2,5 рази зменшити питомі експлуатаційні витрати при застосуванні комбінованих ґрунтообробних машин, підвищити на 30-50 % продуктивність виконання обробки ґрунту, зменшити в 1,5-2,0 рази кількість проїздів ґрунтообробних агрегатів по полю.

Аналізуючи конструкції комплексів машин, які агрегуються при даних технологіях, видно, що робочі органи використані з різних типів машин, такі як дискові, посівні, культиваторні та машини для поверхневого обробки, як пасивні та і активні, що уніфікує дані ґрунтообробні агрегати. Недоліком даного типу машин являється підвищений питомий тиск робочих органів на ґрунт, важко забезпечити стікість руху машини за напрямком, підвищена металоємкість, і, як наслідок ціна.

РОЗДІЛ 2

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

2.1. Процеси взаємодії дискового робочого органа з ґрунтом

Сферичні дискові робочі органи широко застосовуються в ґрунтообробних агрегатах для подрібнення решток та часткової заробки їх у ґрунт шляхом перемішування, що добре впливає на утворення вологозатримуючого шару. Різні види дисків входять до складу дискових машин або використовуються в комбінованих агрегатах. Оскільки дискові робочі органи встановлюються 90% комбінованих машин, необхідно провести розрахунки конструкційно-технологічних параметрів диска при взаємодії його з ґрунтом. Такі розрахунки можуть бути використані для визначення геометричних параметрів диска при виконанні різних технологічних операцій обробки ґрунту в конкретних умовах [7, с. 56-64.].

Дискові робочі органи в меншій мірі піддаються забиванню бур'янами і рослинними рештками, ніж лемішні робочі органи, що рухаються поступально. Однак, дискові робочі органи гірше здійснюють обертання скиби.

Велика сила опору на лезах дисків, що намагається виштовхнути їх з ґрунту призводить до необхідності прикладання значних зусиль для заглиблення їх на задану глибину. Крім того, дискові робочі органи не придатні для роботи на швидкостях, більших 7 км/год, оскільки із збільшенням швидкості руху різко збільшується дальність відкидання ґрунту дисками[8, с. 95-99.].

Якість роботи дискового луцильника (ступінь підрізання рослинних решток, обертання і кришіння скиби ґрунту, висота гребнів) залежить від параметрів дискових робочих органів (діаметр, кривизна диска), відстані між дисками на осі батареї, кута атаки. Тому вибір вказаних параметрів не може бути довільним, а повинен знаходитись у вироблених практикою межах.

Діаметр диска (рис. 2.1) визначається з залежності[9, с. 124-164.]:

$$D = k a \quad (2.1)$$

де, k - коефіцієнт, для луцильників $k=5...6$;

a - глибина обробітку.

При виборі коефіцієнта k слід враховувати довжину батареї, її здатність пристосовуватись до нерівностей поля, габаритні розміри розпірних катушок і підшипників, наявність на поверхні поля рослинних решток і бур'янів, оскільки від всіх цих факторів залежить можливість заклинювання ґрунту між дисками. Чим важчі умови роботи, тим більшим повинен бути коефіцієнт k .

Необхідно також враховувати, що із збільшенням діаметра диска різко збільшується навантаження, необхідне для заглиблення його в ґрунт.

Відстань між дисками на осі батареї визначається з умови запобігання заклинюванню скиби ґрунту між ними, тобто $b \geq 1,5a$ (рис.2.2).

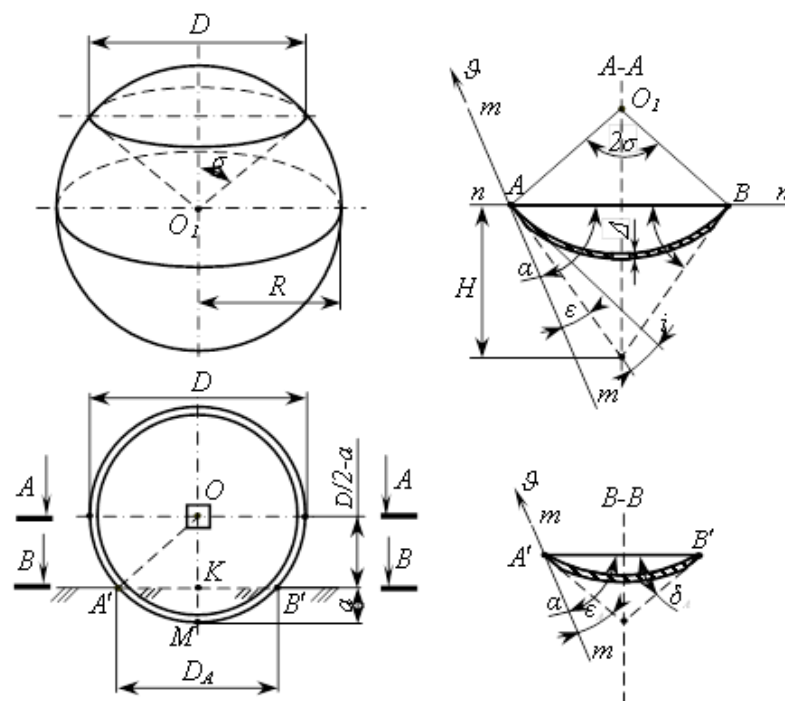


Рис. 2.1. Схема сферичного диска з основними параметрами

Однак при визначенні діаметра диска D і відстані між дисками b на осі батареї необхідно враховувати не тільки можливість забивання робочих органів луцильника, а й одержання дна борозни з заданою висотою гребенів $s \leq 0,5a$ (рис.

2.2.). У випадку $c > 0,5a$ не забезпечується повне підрізання рослинних решток і бур'янів.

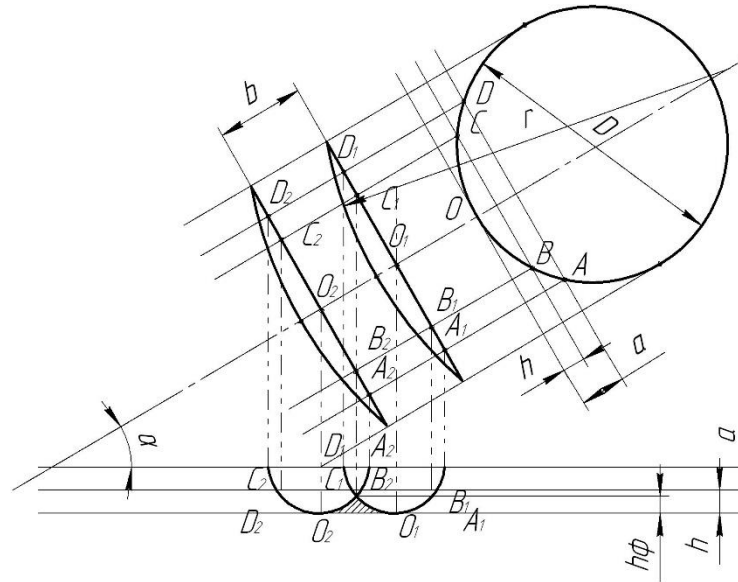


Рис. 2.2. Схема розміщення дискових робочих органів

Висота гребенів c залежить від діаметра диска D , відстані між дисками на осі батареї, кута атаки α . З врахуванням цього відстань між дисками на осі батареї визначається [10, с. 145-150.]:

$$b = 2\sqrt{c(D-c)} \operatorname{tg} \alpha \quad (2.2)$$

де c - задана висота гребенів; $c \leq 0,5a$;

D - діаметр диска;

α - кут атаки.

Радіус кривизни диска R (рис.2.1) визначається з залежності:

$$R = \frac{D}{2 \sin \varphi} \quad (2.3)$$

де φ - половина кута при вершині сектора.

Значення φ знаходять з виразу:

$$\varphi = \alpha - \delta - \varepsilon \quad (2.4)$$

де δ - кут заточки диска (сферичні диски луцильника мають зовнішню заточку з $\delta = 10 \dots 20^\circ$);

ε - задній кут (кут між тильною стороною ріжучої кромки диска і стінкою борозни, $\varepsilon = 3...5^{\circ}$).

Якщо радіус R буде більшим від значення, одержаного за формулою (2.3), то це приведе до погіршення кришення і обертання скиби, а якщо менший - погіршується заглиблення дисків у ґрунт із-за виникнення від'ємного значення кута ε .

Товщина сферичних дисків δ визначається згідно емпіричної залежності[10, с. 156.]:

$$\delta=0,008D \quad (2.5)$$

2.2. Обґрунтування параметрів розпушувальних робочих органів для безполицевого обробітку ґрунту

Як рихлячої, так і стрілчаті лапи розміщені на брусі з перекриттям лап по ширині захвату. За ширину захвату розпушувальних лап приймають зону деформації ґрунту в поперечно - вертикальній площині. Ширина цієї зони залежить від конструкції лапи, глибини її ходу і властивостей ґрунту і може бути знайдена згідно схеми (рис. 2.4) за формулою[10, с. 105.]:

$$b_p = b_0 + \frac{2a \cdot \operatorname{tg} \frac{\Theta}{2}}{\cos(\alpha + \varphi)} \quad (2.6)$$

де b_0 - конструктивна ширина лапи, мм;
 a - глибина обробітку, мм;
 Θ - кут між площинами, які обмежують область деформації в залежності від типу і стану ґрунту (кут сколювання ґрунту);
 α - кут входження лапи в ґрунт;
 φ - кут тертя ґрунту по поверхні лапи.

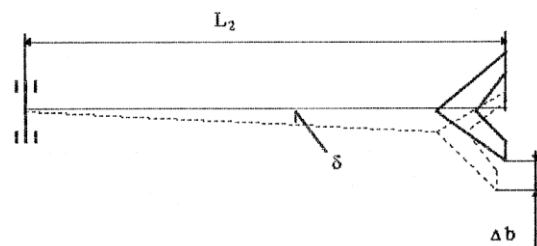


Рис. 2.3. Схема для визначення перекриття рихлячої лапи

Ширину захвату розпушувальної лапи можна знайти і графічно. Ширина захвату стрілкової лапи дорівнює її конструктивній ширині. Перекриття Δb стрілкових лап виключає появу огріхів при обробці ґрунту за рахунок можливих відхилень лап культиватора в горизонтальній площині (рис. 2.3.) [10, с. 107.]:

$$\Delta b \geq L_{\Gamma} \sin \delta \quad (2.7)$$

де L_{Γ} - довжина гряділя, м; ($L_{\Gamma} = 0,4 \dots 0,8$ м);

δ - можливий кут відхилення гряділя в горизонтальній площині ($\delta = 7 \dots 10^{\circ}$).

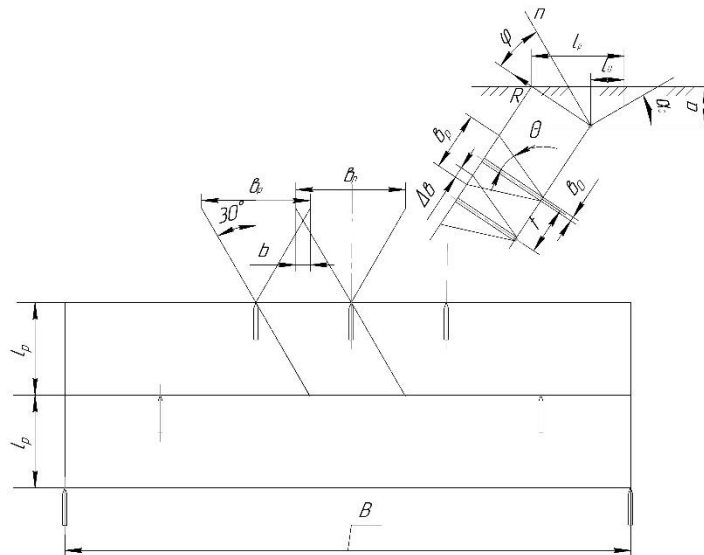


Рис. 2.4. Схема для визначення робочої ширини захвату та перекриття рихлячих лап та їх розташування

Величина перекриття складає 30...80 мм в залежності від типу кріплення лап на рамі. Так як в одних і тих же точках на брусі можуть бути встановлені гряділі як з розпушувальними, так і з стрілковими лапами, то необхідно дотримуватись умови [10, с. 109.]:

$$b_p \geq b_c. \quad (2.8)$$

Якщо $b_p < b_c$, то останні недостатньо перекриті. Якщо умову важко виконати, то розпушувальні лапи встановлюють в три ряди.

Простір між лапами не повинен забиватись рослинними рештками. З цією метою лапи на рамі культиватора розміщують в 2 або 3 ряди в шахматному порядку. Відстань між рядами розпушувальних лап можна знайти із умови максимального використання зони деформації ґрунту за формулою [9, с. 153.]:

$$L \geq l_0 + a \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (2.9)$$

де l_0 -виліт носка лапи відносно стійки.

Звичайно L приймають в межах 400...500 мм. Стрілчаті лапи для запобігання забиванню встановлюють з таким розрахунком, щоб відстань між краями сусідніх лап була не менше 30...50 мм.

При однаковій ширині захвату лап в обох рядах їх кількість можна підрахувати як [9, с. 156.]:

$$Z = \frac{B}{t} = \frac{B}{b - \Delta b} \quad (2.10)$$

де, B - ширина захвату культиватора;

t - відстань між слідами лап (крок лап).

Тяговий опір другого ряду лап значно менший, ніж першого, тому при встановленні стрілчастих лап часто в другому ряду встановлюють лапи з більшою шириною захвату, ніж в першому [9, с. 160.].

В цьому випадку ширина захвату культиватора [9, с. 161.]:

$$B = bZ_1 + bZ_2 - \Delta b(Z_1 + Z_2 - 1) \quad (2.11)$$

Висновки до розділу 2

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що немає потреби дискові робочі органи виконувати важкими, щоб досягнути стійкості ходу по глибині. Оптимізація параметрів дисків на задані режими роботи більш раціональне рішення інженерної задачі. При встановленні рихлячих лап в три ряди їх загальне число повинно бути непарним, до того ж в другому ряду повинно бути на одну лапу більше, ніж в першому.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН

3.1. Умова рівномірності обробітку сферичних дискових робочих органів за глибиною

У процесі досліджень проаналізовано вплив конструкційно-технологічних параметрів на показники динамічної їх взаємодії з ґрунтовим середовищем. Із залежностей (рис. 3.1а і 3.1б) видно, що при роботі диска в ґрунті опір можна охарактеризувати, як зростаючий за геометричною прогресією і має вузько смуговий характер[11, с. 11-14. 12, с. 114]. З точки зору ресурсощадних технологічних процесів найбільш оптимальним питомим тяговим опором ґрунтообробних робочих органів є широкосмуговий розподіл. Необхідно відмітити, що всі значення опору однаково адекватні.

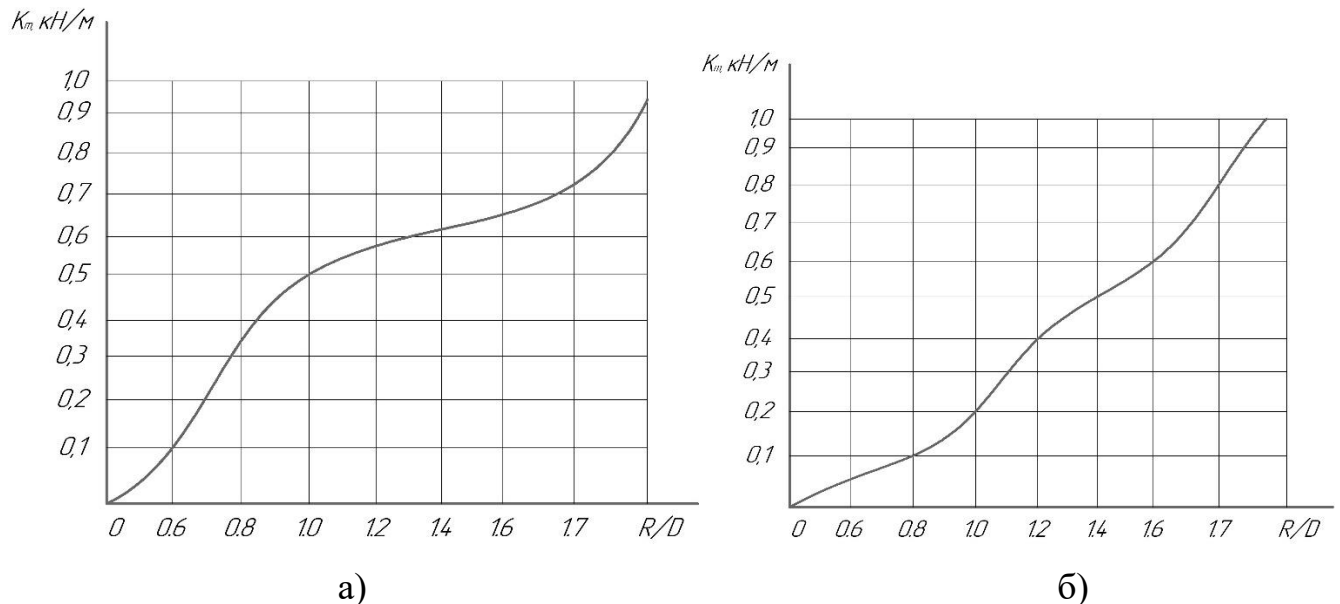


Рис. 3.1. Залежність питомого тягового опору від співвідношення радіусу сфери до діаметру гладенького диска K_m а - (R/D), $D = 600$ мм $R=800$ мм і кут атаки $\alpha = 22^\circ$; б - (R/D), $D = 700$ мм $R=630$ мм і кут атаки $\alpha = 22^\circ$.

Аналізуючи залежність питомого тягового опору від співвідношення радіусу сфери до діаметру диска K_m (R/D) впливає, що питомий опір робочого органу (рис.

3.1.а) зростає при значеннях відношення $R/D = 0,6 \dots 1,0$. При $R/D = 1,0-1,6$ процес характеризується як стабільний, і витрати тягової потужності трактора оптимальні. При збільшенні $R/D = 1,6-1,7$ процес протікає в сторону збільшення опору, що підтверджу гіпотезу. Змінюючи параметри диска $D = 700$ мм $R=630$ мм і кут атаки $\alpha = 22^\circ$ спостерігається більш різке зростання питомого опору, хоч і зменшився радіус кривизни сфери (рис.3.1.б). Стійкість процесу забезпечується при співвідношенні $R/D = 0,6-1,0$.

При дослідженні диска типу “ромашка” з вирізами з $n > 6$ (рис. 3.2а і 3.2б) тенденція не повторюється. При $D = 650$ мм і $R/D = 1,4$ питомий опір дисків і умова стійкості буде така ж, як і при $D = 500$ мм і $R/D = 1,6$. Із збільшенням співвідношення R/D до 1,00 залежність повторюється, хоча й відбувається зміна в сторону зменшення. Подальше збільшення R/D призводить до стабілізації процесу, і при $D = 550$ мм, $R = 630$ мм, $R/D = 1,15$, $n = >6$ отримано найкращі показники стійкості руху в ґрунтовому середовищі.

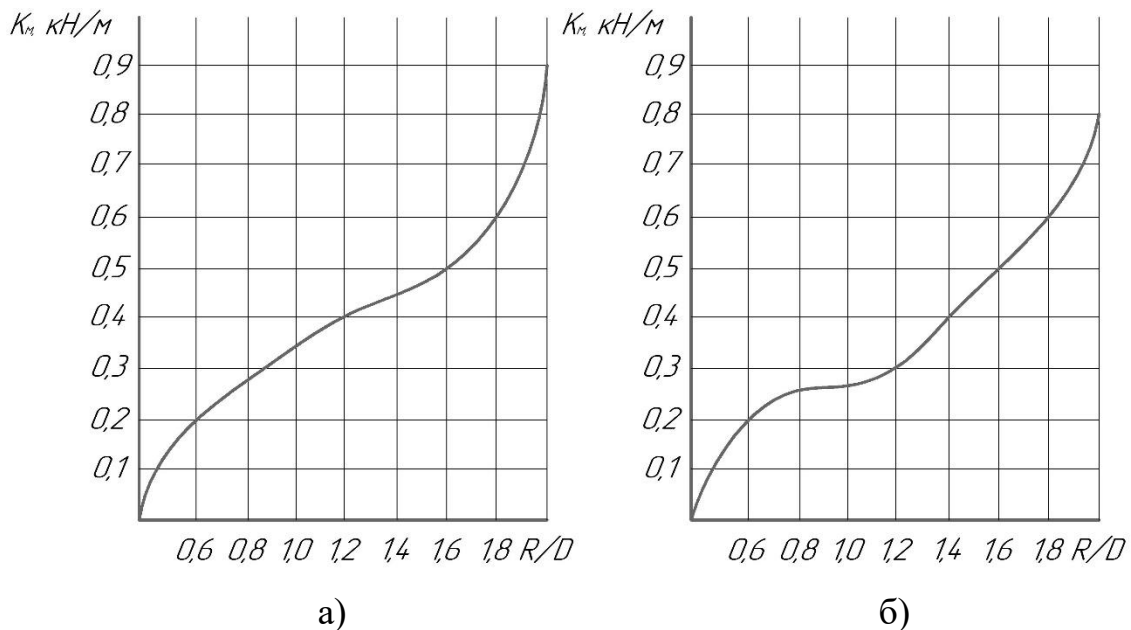


Рис. 3.2. Залежність питомого тягового опору від співвідношення радіусу сфери до діаметру вирізного диска K_m а - (R/D) , $D = 650$ мм $R=800$ мм і кут атаки $\alpha = 20^\circ$; б - (R/D) , $D = 500$ мм $R=630$ мм і кут атаки $\alpha = 20^\circ$.

Аналізуючи отримані отримані результати з результатами на (рис. 3.1.), можна зробити висновок, що виконання n - кількості вирізів на диску, а значить – зменшення площі контакту, дозволило забезпечити зменшення тягового опору на 8 %, а також стійкість руху робочого органа, технологічний процес протікає стійко.

При $R/D = 1,66$ якість процесу обробітку погіршується (рис. 3.2 а,б). Отже, при $n = >6$, $\beta = 20^\circ$ раціональні значення R/D знаходяться в діапазоні $R/D = 1,0 \dots 1,5$.

3.2. Обґрунтування параметрів розпушувальних лап для безполицевого обробітку ґрунту

Вхідними конструкційними параметрами для проектування робочих органів [13, с. 49. 14, с. 125]: а) конструкційна ширина захвату лапи а)($e = 0,2$ м); б) глибина підйому горизонту ґрунту ($h = 0,4$ м); в) ширина робоча ($e_p = 0,58$ м); г) кут розкриття ґрунту ($2\gamma = 60^\circ$).

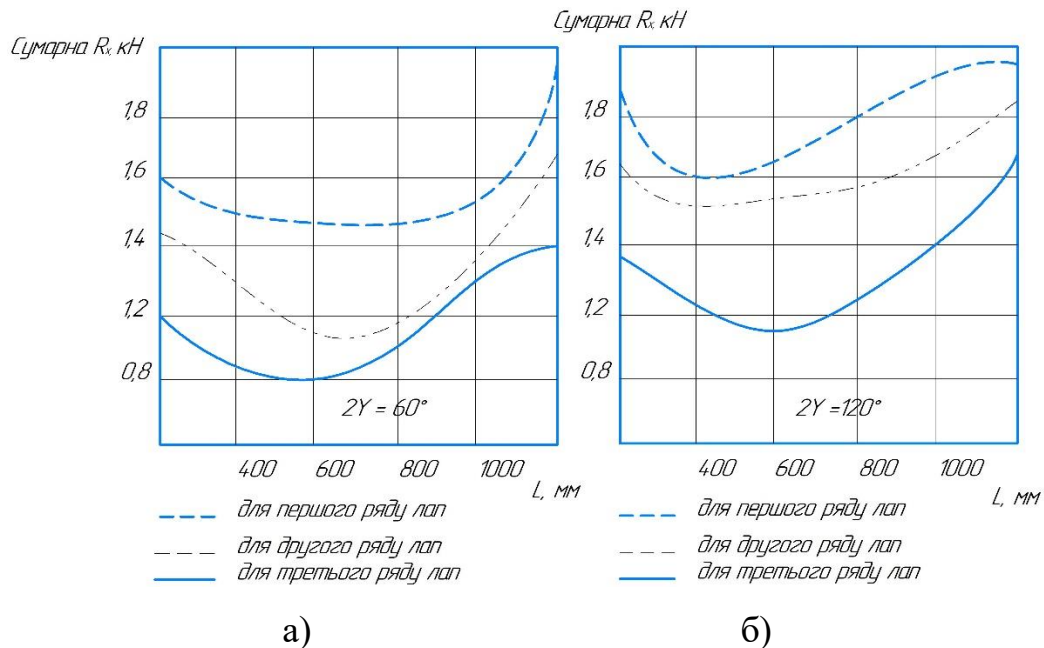


Рис. 3.3. Залежність значення сумарного тягового опору від рядності розташування розпушувальних лап та кута розкриття ґрунту $\sum R_x = f(L, 2\gamma)$

Тяговий опір ґрунтообробної машини визначаємо як суму тягових опорів всіх робочих органів: розпушувальних лап $P_{л1} = 1800$ Н, дискових робочих органів $P_{д1} = 500$

Н та котків подрібнюючого пристрою $P_K = 4450$ Н: $P = 7P_L + 32P_D + 2 \cdot P_K = 37,5$ кН. Тяговий опір заднього ряду при збільшенні відстані L мі рядами знижується при двох значеннях кута 2γ і досягає свого мінімального значення при $L = 600$ мм. Якщо значення кута 2γ зростає, то більшим повинно бути значення L , яке необхідне для мінімізації параметра R_x . Зниження тягового опору першого і послідуєчих рядів лап $\sum R_x$ досягається, як за правило, за рахунок зниження тягового опору останнього ряду, що да змогу встановлювати лапи більшої ширини захвату. Мінімальне значення $\sum R_x$ отримуємо за умови $2\gamma = 60 \dots 90^\circ$, при тому, що зміна кута в даному діапазоні не суттєво впливає на тяговий опір.

Висновки до розділу 3

Проаналізовано вплив конструкційно-технологічних параметрів на показники динамічної їх взаємодії з ґрунтовим середовищем. Питомий опір можна охарактеризувати, як зростаючий за геометричною прогресією і має вузько смуговий характер.

Питомий опір робочого органу зростає при значеннях відношення $R/D = 0,6 \dots 1,0$. При $R/D = 1,0-1,6$ процес характеризується як стабільний, і витрати тягової потужності трактора оптимальні. При збільшенні $R/D = 1,6-1,7$ процес протікає в сторону збільшення опору, що підтверджує гіпотезу. Змінивши параметри диска $D = 700$ мм $R = 630$ мм і кут атаки $\alpha = 22^\circ$ спостерігається більш різке зростання питомого опору, хоч і зменшився радіус кривизни сфери.

Із збільшенням співвідношення R/D до 1,00 залежність повторюється, хоча й відбувається зміна в сторону зменшення. Подальше збільшення R/D призводить до стабілізації процесу, і при $D = 550$ мм, $R = 630$ мм, $R/D = 1,15$, $n = >6$ отримано найкращі показники стійкості руху в ґрунтовому середовищі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналізуючи конструкції комплексів машин, які агрегатуються при даних технологіях, видно, що робочі органи використані з різних типів машин, такі як дискові, посівні, культиваторні та машини для поверхневого обробітку, як пасивні та і активні, що уніфікує дані ґрунтообробні агрегати. Недоліком даного типу машин являється підвищений питомий тиск робочих органів на ґрунт, важко забезпечити стійкість руху машини за напрямком, підвищена металоємкість, і, як наслідок ціна.

2. Немає потреби дискові робочі органи виконувати важкими, щоб досягнути стійкості ходу по глибині. Оптимізація параметрів дисків на задані режими роботи більш раціональне рішення інженерної задачі. При встановленні рихлячих лап лап в три ряди їх загальне число повинно бути непарним, до того ж в другому ряду повинно бути на одну лапу більше, ніж в першому.

3. Питомий опір робочого органу зростає при значеннях відношення $R/D = 0,6 \dots 1,0$. При $R/D = 1,0-1,6$ процес характеризується як стабільний, і витрати тягової потужності трактора оптимальні. При збільшенні $R/D = 1,6-1,7$ процес протікає в сторону збільшення опору, що підтверджує гіпотезу. Змінивши параметри диска $D = 700$ мм $R=630$ мм і кут атаки $\alpha = 22^\circ$ спостерігається більш різке зростання питомого опору, хоч і зменшився радіус кривизни сфери.

4. Із збільшенням співвідношення R/D до 1,00 залежність повторюється, хоча й відбувається зміна в сторону зменшення. Подальше збільшення R/D призводить до стабілізації процесу, і при $D = 550$ мм, $R = 630$ мм, $R/D = 1,15$, $n = >6$ отримано найкращі показники стійкості руху в ґрунтовому середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. John Deer [Електронний ресурс]. Продукція. - Електрон. дан., 2019. - Режим доступу <https://www.deere.ua/ru/почвообробаюча-техніка/комбінований-глубококорхлитель-2730>
2. LEMKEN [Електронний ресурс]. Продукція. - Електрон. дан., 2019. - Режим доступу http://lemken.com.ua/ua/harrow_karat1
3. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. Підручник. 2-е вид. – К: Каравела, 2008.- 552с.
4. <http://www.eridon-tech.com.ua>
5. <https://sng.kverneland.com/Obrabotka-pochvy/Diskovye-borony/Kverneland-Qualidisc-Pro#>
6. <https://www.maschio.com/catalog/product/dracula>
7. Сайт компанії Kverneland [Електронний ресурс] – Режим постійного доступу: <http://www.kverneland.com>. – Дата останнього перегляду 10.05.2020.
8. Сайт компанії Krause [Електронний ресурс] – Режим постійного доступу: <http://www.krauseco.com>. – Дата останнього перегляду 10.05.2020.
9. Керування агрофізичним станом ґрунтового середовища / Шевченко І.А. – К.: Видавничий дім “Вініченко”, 2016. – 320 с.
10. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи конструкція, проектування: Підручник для студентів вищих навчальних закладів із спеціальності «Машини та обладнання с.-г. виробництва» (За ред. М.Г. Черновола). – Кн.1. К.: Урожай, 2001.-384с.
11. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. - М.: Колос, 1994. – 751с.
12. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины./ Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов и др.; Под общ.ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688с.

13. Antonov E., Shevchenko I., Podshivalov G. Uzasadnienie kształtu preta roboczego organu separującego typu // Problemy budowy oraz eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych. – Plock, 1994. – Т.І. – S. 10-15.
14. Гуков Я. С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України. – К.: Нора-Прінт, 1999. – 280 с.
15. Синеоков Г. Н. Дисковые рабочие органы почвообрабатывающих машин. – М.: ВИСХОМ, 1989. – 88 с.
16. Синеоков Г. Н., Панов И. М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
17. Русанов В. А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.
18. Сакун В. А. Механико-технологическое обоснование технических средств для основной обработки связных задерненных почв: Дис... докт. техн. наук: 05.20.01. – М., 1989. – 502 с.
19. Булгаков В. М., Шелудченко Б. А. Самоорганизация грунтовых структур. – К.: Видавництво НАУ, 1998. – 58 с.
20. Булгаков В. М., Шелудченко Б. А., Сітковський О. В., Котков В. І. Аналіз динаміки структур ґрунту в системі “ґрунт – ротаційний робочий орган” // Механізація с.г. виробництва: Зб. наук. праць. – К.: НАУ. – 1999. – Т.V. – С. 58-60.