

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

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра механіки та інженерії агроєкосистем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису
УДК 631.313.6

БАБІЙ Ярослав Олександрович

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Обґрунтування процесу роботи модульних
екологічнобезпечних ґрунтових знарядь**

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

Я.О. Бабій

Керівник роботи
Забродський П.М.

Кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

БАБІЙ Ярослав Александрович. Обґрунтування процесу роботи модульних екологобезпечних ґрунтових знарядь. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

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

В роботі досліджено декілька перспективних ґрунтообробних робочих органів для енергоощадного та екологічного обробітку, які можуть використовуватися на модульному ґрунтообробному знарядді для різних умов обробітку.

Аналіз, отриманих в результаті експериментальних досліджень, параметрів якості обробітку ґрунту свідчить про позитивний вплив на ґрунтове середовище всі трьох видів змінних робочих органів модульного ґрунтообробного знаряддя.

Встановлено що вміст частинок ґрунту які не задовольняють агроіндикаторам зменшується на 41...44 %, а структурність зростає 2,2...2,4. Відносна вологість ґрунту після обробітку пропонованими робочими органами лежить в межах норми та варіює від 16 до 19 відсотків. Щільність обробленого ґрунту становить від 1,2 до 1,3 г/см³, та також лежить в межах норми. Твердість також в межах нормативу і становить від 4,9 до 7,1 Н/см².

Ключові слова: робочий орган, агротехнічні показники, щільність, твердість, вологість

ANNOTATION

BABIY Yaroslav. Substantiation of the process of operation of modular environmentally friendly soil tools. - Qualification work on the rights of the manuscript. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – Agricultural Engineering.
– Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

The work for a master's degree investigates several promising tillage working bodies for energy-saving and ecological tillage, which can be used on a modular tillage tool for different tillage conditions.

The analysis of the parameters of the quality of tillage obtained as a result of experimental researches testifies to the positive flow of all three types of variable working bodies of the modular tillage tool on the soil environment.

It is established that the content of soil particles that do not meet agricultural requirements decreases by 41... 44%, and the structure increases by 2.2...2.4. The relative soil moisture after tillage by the proposed working bodies is within normal limits and varies from 16 to 19 percent. The density of the treated soil is from 1.2 to 1.3 g/cm³, and is also within normal limits. Hardness is also within the standard and ranges from 4.9 to 7.1 N / cm².

Key words: working body, agrotechnical indicators, density, hardness, humidity

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМАТИКА ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА ПОЛІССЯ	7
Висновки до розділу 1	11
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	12
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ МОДУЛЬНОГО ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНОГО ГРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ.....	18
Висновки для розділу 3	24
ВИСНОВКИ	25
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	27

ВСТУП

Використання дискових ґрунтообробних знарядь є доречним, зокрема і в ґрунтових умовах Полісся України. В Поліському національному університеті розроблено цілий ряд екологічнобезпечних ґрунтообробних робочих органів, що придатні для встановлення на дискові борони та лушпильники. Проте, порівняльна перевірка таких робочих органів не проводилася, а також не розроблені рекомендації щодо використання таких робочих органів.

Мета роботи. Підвищення якості обробітку ґрунту дисковими боронами за рахунок використання модульних ґрунтообробних знарядь із змінними екологічнобезпечними робочими органами.

Задачі досліджень.

1. Проаналізувати проблеми, щодо екологічнобезпечного обробітку ґрунту в умовах Полісся.
2. Обґрунтувати методику дослідження екологічнобезпечних модульних знарядь.
3. Визначити основні показники обробітку ґрунту модульним ґрунтообробним знаряддям для різних робочих органів.

Об'єкт досліджень. Модульне екологічнобезпечне знаряддя із змінними робочими органами.

Предмет досліджень. Параметри та показники обробітку ґрунту модульним знаряддям.

Методи дослідження: дослідження виконано з використанням методів землеробської механіки та ґрунтознавства. Експериментальні дослідження проведено із застосуванням загальновідомих методів дослідження властивостей ґрунтів.

Практичне значення одержаних результатів. Основні результати дослідження покращення властивостей ґрунту в результаті застосування ґрунтообробних дискових знарядь. На основі проведеного дослідження підтверджено ефективність використання модульного екологічнобезпечного ґрунтообробного знаряддя.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 14 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 28 сторінок комп'ютерного тексту, містить 2 таблиці та 17 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМАТИКА ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА ПОЛІССЯ

На даний період часу основний та інші обробітки виконуються величезною кількістю ґрунтообробних знарядь, які оцінюються за продуктивністю, часом роботи, питомим опором, але оцінка екологічності фактично відсутня [1].

В процесі обробітку ґрунту необхідний захист від ерозійних процесів, причому необхідно вважати, що ерозія це один із самих шкідливих впливів на ґрунтове середовище, саме тому важливу роль носить задіяння формалізації властивостей обробленого середовища і способів яким це середовище обробляється вимогам до здатності протидіяти ерозійним процесам. Тому важливу роль має відтворення агрономічно цінної структури ґрунту та зменшення втрат від ерозії, оптимізація кількості гумусу та інших поживних речовин, вологи, твердості, щільності, водопроникності, розущільнення та інших параметрів. Важливу роль також відіграють економічні та енергетичні витрати [2, 3].

Враховуючи, що на Полісі існує велика кількість видів ґрунтів, що характеризуються різним гранулометричним і мінеральним складом та неоднорідним рельєфом, виконання ґрунтообробітку є неординарним. Найбільшого поширення набули дерново-слабо- і середньо підзолисті чи супіщані ґрунти із легким гранулометричним складом. Рівень розораності на Полісі в межах 82...85%.

Легкий гранулометричний склад поліських ґрантів сприяє слабкому утворенню агрономічно цінних агрегатів ґрунту, що в свою чергу обумовлює низьку ерозійну стійкість. Наприклад, науковцями [4, 5] доведено, що при

обробітку дисковими ґрунтообробними знаряддями може бути зруйновано до 80% структурних утворень.

Науковцями Поліського національного університету розроблено лінійку ґрунтообробних робочих органів для енергоощадного та екологічного обробітку, які можуть використовуватися на модульному ґрунтообробному знарядді для різних умов обробітку.

Зокрема, це зірчастий робочий орган (рис. 1.1) [1, 5].

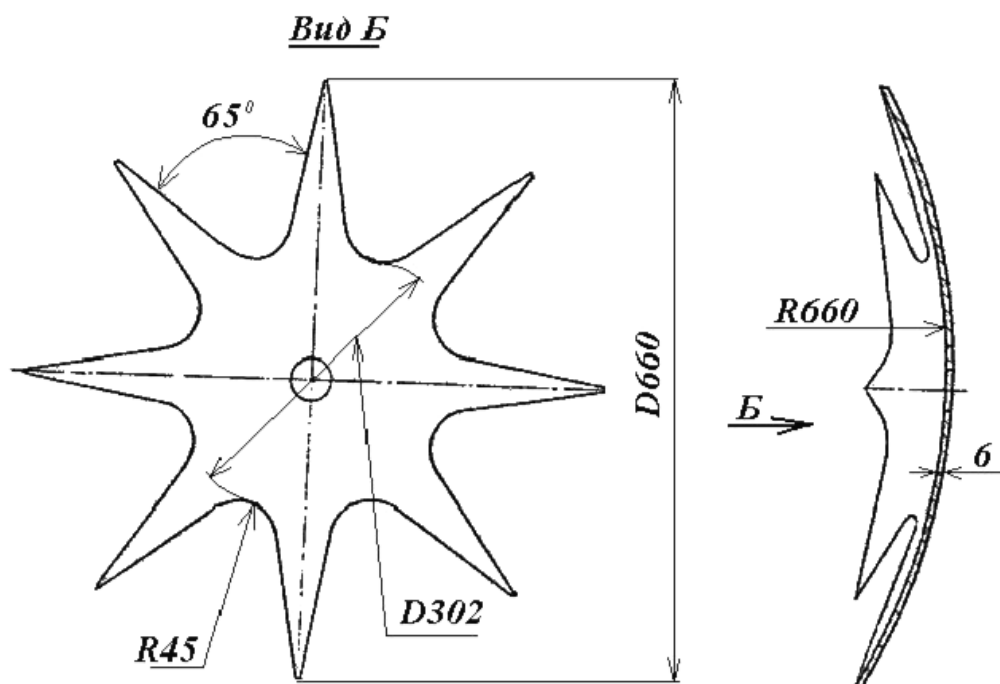


Рис. 1.1. Зірчастий робочий орган [1, 5]

Такий робочий орган встановлюється на дискових боронах та дискових лушпильниках, для проведення ґрунтообробних операцій лушення стерні, розпушування ґрунту, з мінімізацією руйнування агрономічної структурності ґрунтового середовища.

Проте такий робочий орган не придатний для використання коли потрібно заробити верхній шар ґрунту, наприклад стерню. Підходить для використання, коли необхідно максимально зберегти поверхневий шар ґрунту.

Наступний робочий орган – кільцевий [8, 9] (рис. 1.2).

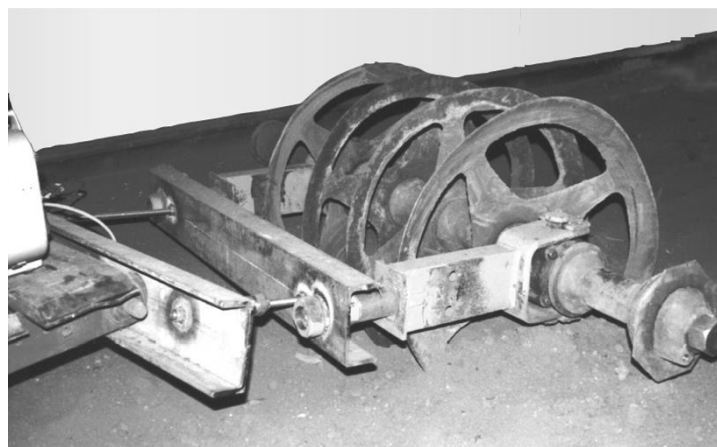
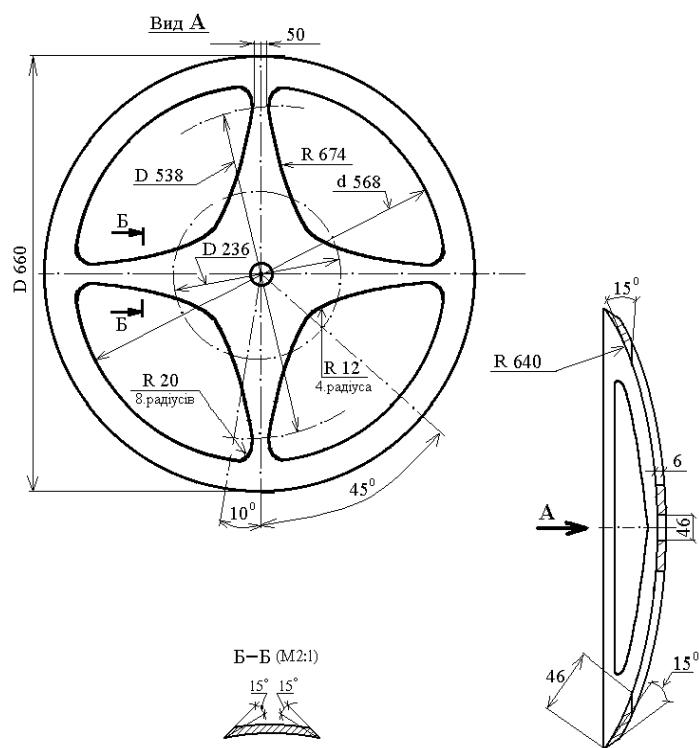


Рис. 2.2. Кільцевий робочий орган [8, 9]

Кільцевий робочий орган також встановлюється на дискових луцильниках та дискових боронах, з метою луцення стерні, розпушування ґрунту та працює в режимі відриву скиби, причому забезпечуючи мінімальний рівень руйнування агрономічної структурності ґрунту. Такий робочий орган також не використовується в випадку необхідності загортання верхнього шару ґрунту чи обертання скиби, хоча і чудово подрібнює рослинні рештки. Не підходить для заробки добрив.

В умовах коли необхідне загортання рослинних решток та їх рівномірне їх розподілення доречно використовувати ротаційно-лопатевий робочий орган [2, 7] (рис 1.3).

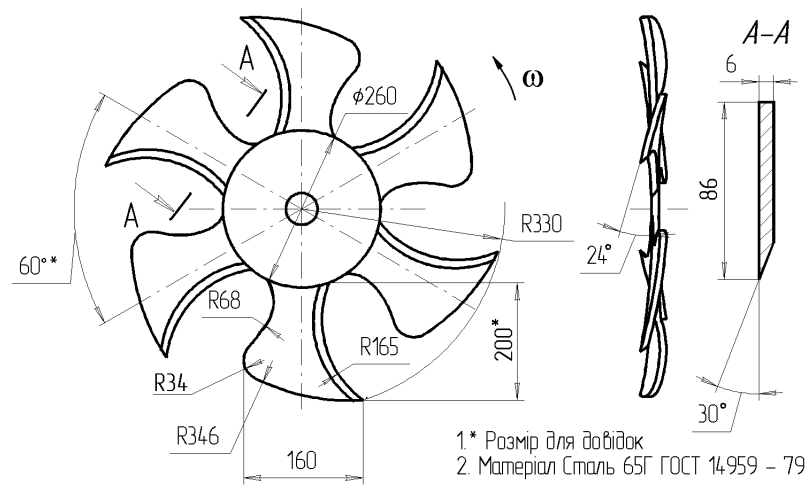


Рис. 1.3. Ротаційно-лопатевий робочий орган [2, 7].

Ротаційно-лопатевий робочий орган також встановлюється на дискових лушпильниках та дискових боронах, з метою лушення стерні, розпушування ґрунту та працює в режимі обертання скиби, причому забезпечуючи мінімальний рівень руйнування агрономічної структурності ґрунту. Такий робочий орган також не використовується в випадку необхідності збереження верхнього шару ґрунту. Чудово подрібнює рослинні рештки. Також підходить для заробки добрив і рівномірного їх розподілення.

Висновки до розділу 1

Науковцями Поліського національного університету розроблено лінійку ґрунтообробних робочих органів для енергоощадного та екологічного обробітку, які можуть використовуватися на модульному ґрунтообробному знарядді для різних умов обробітку.

Зірчастий робочий орган встановлюється на дискових боронах та дискових лушпильниках, для проведення ґрунтообробних операцій розпушування ґрунту, з мінімізацією руйнування агрономічної структурності ґрунтового середовища. Проте такий робочий орган не придатний для використання коли потрібно заробити верхній шар ґрунту, наприклад стерню. Також не придатний до лушення стерні. Підходить для використання, коли необхідно максимально зберегти поверхневий шар ґрунту.

Кільцевий робочий орган також встановлюється на дискових лушпильниках та дискових боронах, з метою лушення стерні, розпушування ґрунту та працює в режимі відриву скиби, причому забезпечуючи мінімальний рівень руйнування агрономічної структурності ґрунту. Такий робочий орган також не використовується в випадку необхідності загортання верхнього шару ґрунту чи обертання скиби, хоча і чудово подрібнює рослинні рештки. Не підходить для заробки добрив.

Ротаційно-лопатевий робочий орган також встановлюється на дискових лушпильниках та дискових боронах, з метою лушення стерні, розпушування ґрунту та працює в режимі обертання скиби, причому забезпечуючи мінімальний рівень руйнування агрономічної структурності ґрунту. Такий робочий орган також не використовується в випадку необхідності збереження верхнього шару ґрунту. Чудово подрібнює рослинні рештки. Також підходить для заробки добрив і рівномірного їх розподілення.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В Поліському національному університеті розроблено та виготовлено модульне ґрунтообробне знаряддя на які можна встановлювати зірчасті робочі органи (рис. 2.1), кільцеві робочі органи (рис. 2.2) та ротаційно-лопатеві робочі органи (рис. 2.3) або їх комбінації (рис. 2.4).



Рис. 2.1. Загальний вигляд модульного знаряддя з зірчастими робочими органами

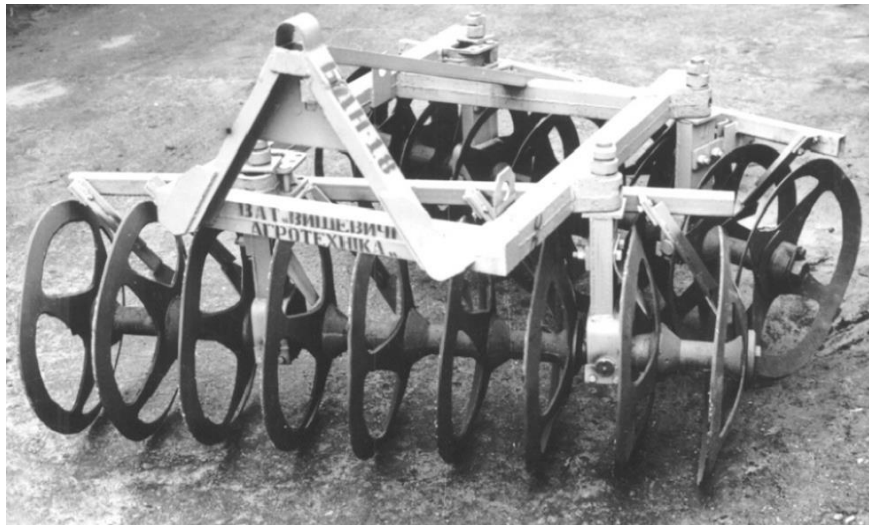


Рис. 2.2. Загальний вигляд модульного знаряддя з кільцевими робочими органами



Рис. 2.3. Загальний вигляд модульного знаряддя з ротаційно-лопатеvimи робочими органами



Рис. 2.4. Загальний вигляд модульного знаряддя з комбінованим розміщенням робочих органів

Основні параметри модульного ґрунтообробного знаряддя наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Основні параметри модульного ґрунтообробного знаряддя

Параметри	Значення
Трактор для агрегування	Типу МТЗ-80, 82
Ширина захвату, метрів	1,8
Глибина обробітку, см	20
Робочий орган	Класичний вирізний, зірчастий, кільцевий, ротаційно-лопатевий
Радіус робочого органу, мм	330
Відстань між робочими органами, мм	Від 120 до 220
Кількість робочих органів, шт	18
Кількість модулів, шт	2
Кут атаки, град	Від 14 до 20
Годинна продуктивність, га	1,7
Робоча швидкість, км/год	12
Вага, кг	Від 550 до 590

Експериментальні дослідження полягали в перевірці фізико-механічних властивостей ґрунту, агрономічних показників якості обробітку ґрунту та уточнення кута атаки, відстані між робочими органами

Відповідно, визначалися напруження в ґрунті, пористість, рівень деформації, структурність, твердість, щільність, вологість, висоту нерівностей поверхні поля.

Дослідження виконувались за загальновідомими методиками, які описано у відповідній літературі [10, 11, 12]

Під час проведення експериментальних досліджень використовувалася польова лабораторія Литвинова ПЛЛ-9, координатна лінійка, динамометр із набором динамометричних конусів 30° та 45° (рис. 2.5), одометр, пристрій для визначення структурного складу ґрунту, твердомір Ревякіна.



Рис. 2.5. Пристрій для встановлення граничних напружень в ґрунті та рівня його деформації.

Показники структурності ґрунту визначалися за спеціальним коефіцієнтом структурності, як це описано в [13, 14] з використанням спеціальної установки (рис. 2.6).



Рис.2.6. Пристрій для визначення структурності ґрунту



Рис. 2.7. Вимірювання твердості ґрунту твердоміром Ревякіна

Показники якості обробітку ґрунту визначались за трьома варіантами перший – на модульне ґрунтообробне знаряддя були встановленні зірчасті робочі органи; другий – встановленні кільцеві робочі органи, третій – встановленні ротаційно-лопатеві робочі органи.

Дослідження виконувалися в квітні у СТОВ «Юрківщина» Новоград-Волинського району Житомирської області на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах, характерних для Полісся України. В період дослідження фізичні показники ґрунтів були такі, відносна вологість від 18 до 23%; щільність ґрунту від 1,3 до 1,37 г/см³; коефіцієнт структурності варіював від 1,1 до 1, 2; твердість складала від 7,5 до 9 Н/см².

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ МОДУЛЬНОГО ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНОГО ГРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

Порівняльні дослідження модульного екологічнобезпечного ґрунтообробного знаряддя із змінними робочими органами дали результати, що наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Основні результати порівняльних експериментальних досліджень модульного ґрунтообробного знаряддя із різними робочими органами

Параметри якості обробітку	Варіант робочих органів		
	Зірочка	Кілецевий	Ротаційно-лопатевий
Показник структурності	1,2	1,3	2,8
Твердість ґрунту, Н/см ²	7,1	5,7	4,9
Рівень зминання ґрунту, Н/см ³	1,1	0,7	0,6
Відносна вологість ґрунту, %	19	16	18
Щільність ґрунту, г/см ³	1,3	1,3	1,2

Аналізуючи структурність ґрунту встановлено що вміст частинок (ґрудочок) ґрунту які не задовольняють агрономічним вимогам зменшується на 41...44 %, а структурність зростає 2,2...2,4. Такі показники свідчать про те що імовірність виникнення ерозійних процесів зменшується приблизно на 30 %.

Відносна вологість ґрунту після обробітку пропонованими робочими органами лежить в межах норми та варіює від 16 до 19 відсотків.

Щільність обробленого ґрунту становить від 1,2 до 1,3 г/см³, що також відповідає агро вимогам.

Аналіз діаграм твердості ґрунту отриманих в результаті вимірювання твердості ґрунту твердоміром дозволяє стверджувати, що твердість лежить в межах нормативу і становить від 4,9 до 7,1 Н/см².

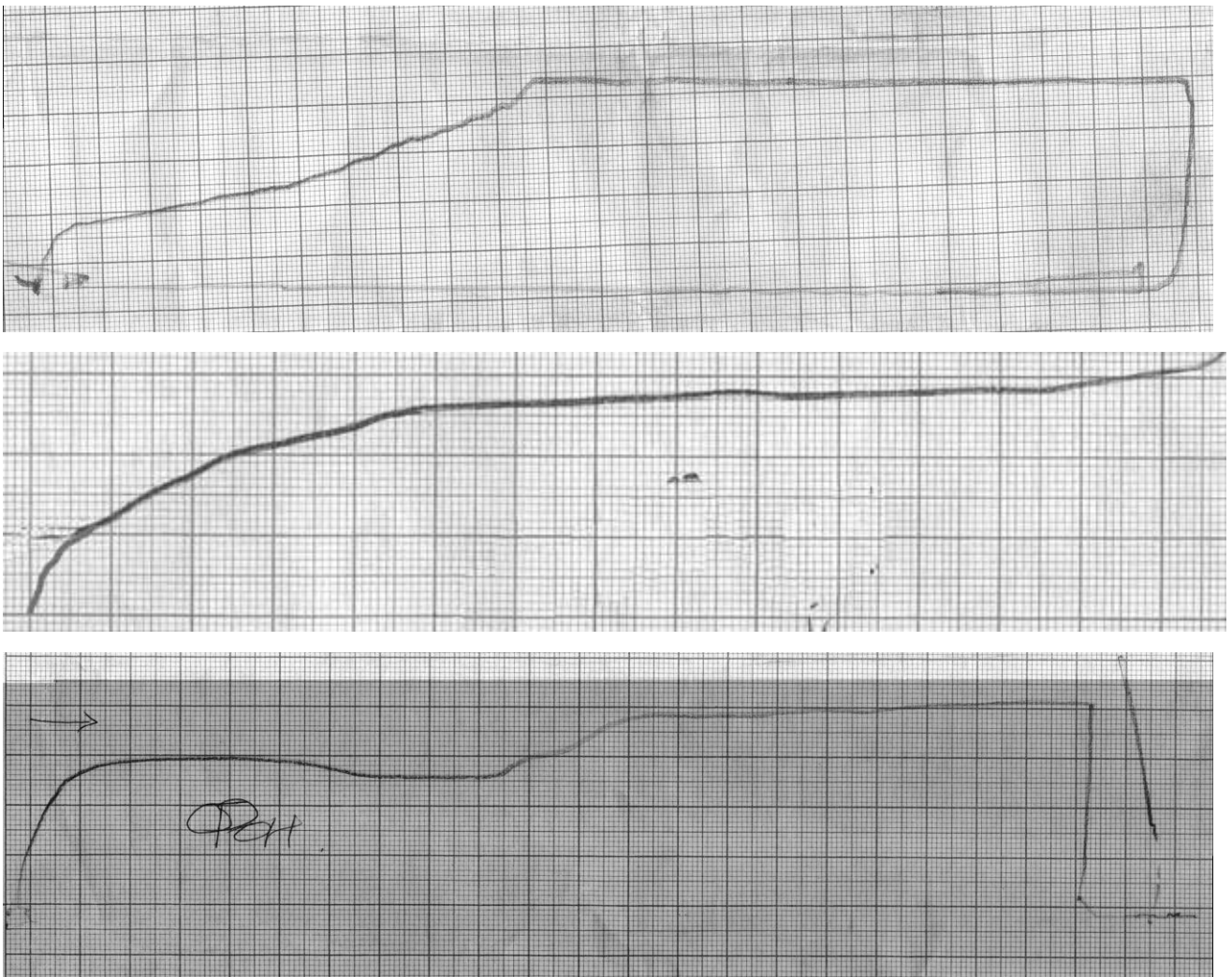


Рис. 3.1. Діаграми твердості

Характер обробітку ґрунту наведено на рис. 3.2 – 3.4.



Рис. 3.2. Характер обробітку ґрунту зірчастими робочими органами



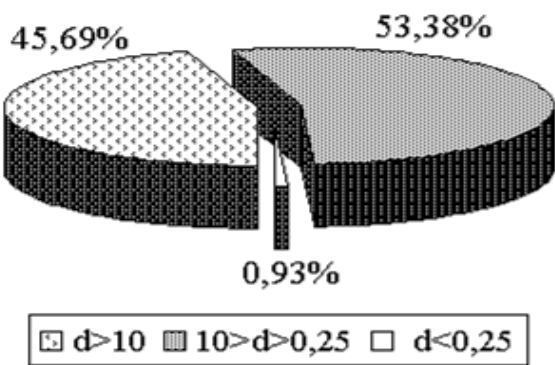
Рис 3.3. Характер обробітку ґрунту кільцевими робочими органами



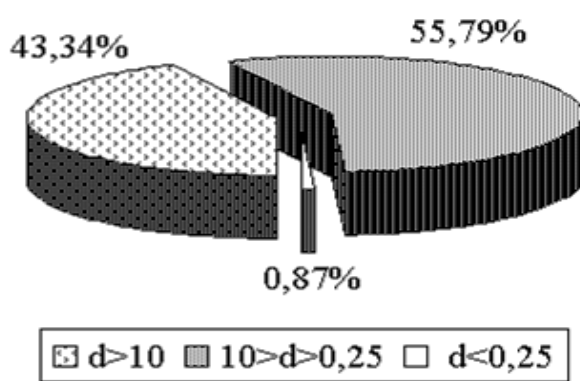
Рис. 3.4. Характер обробітку ґрунту стандартними робочими органами (вирізними дисками європейського типу)



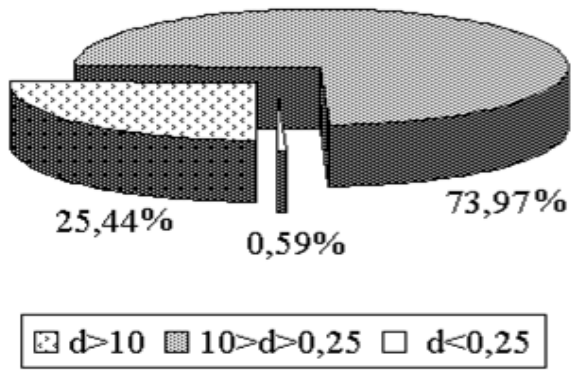
Рис. 3.5. Характер обробітку ґрунту ротаційно-лопатевими робочими органами



a)



б)



в)

Рис. 3.6. Розподіл частинок ґрунту (від 0,25 до 10мм) в шарі ґрунту який обробляється: а) – зірчастий робочий орган, б) – кільцевий робочий орган, в) – ротаційно-лопатевий робочий орган

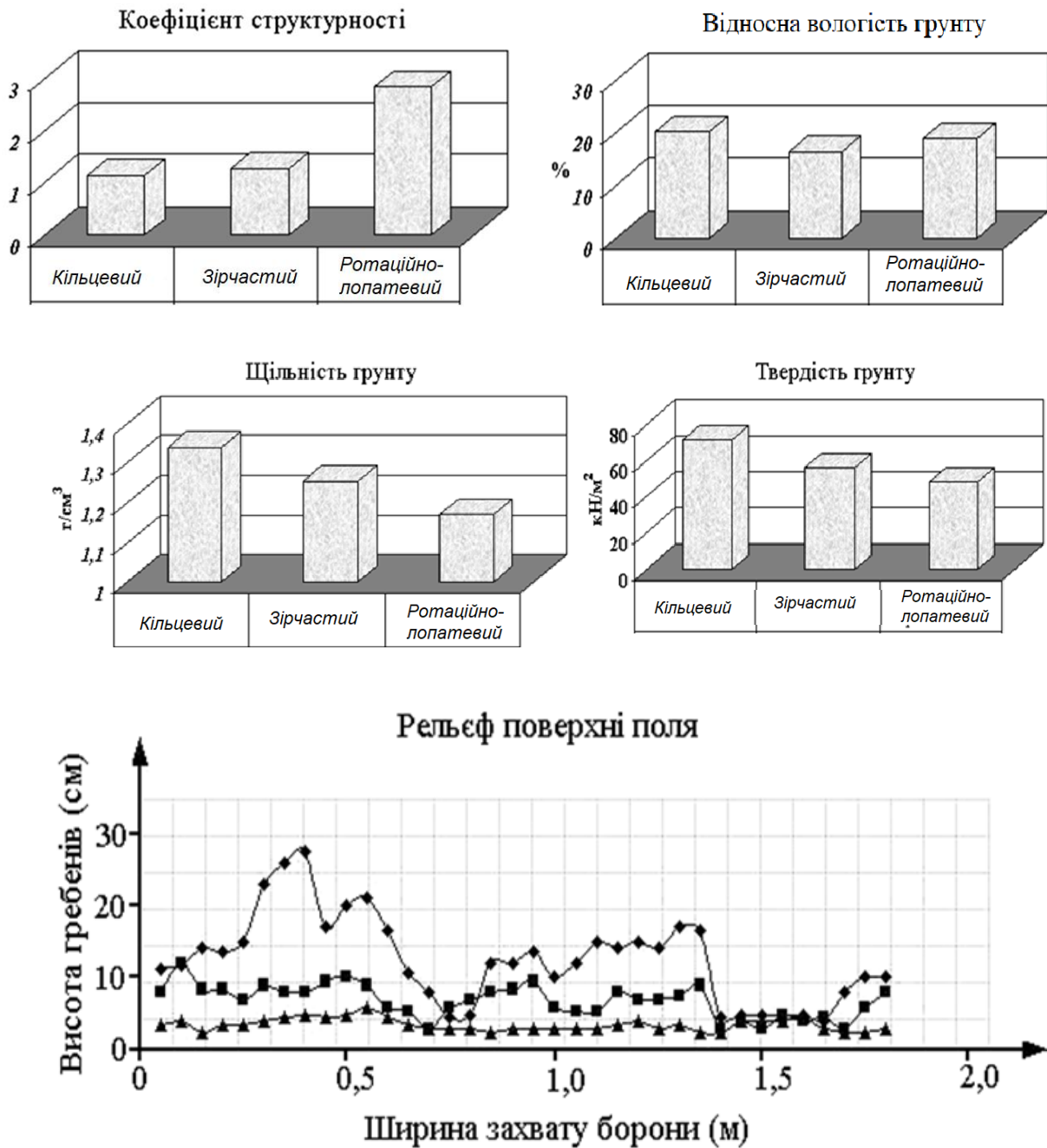


Рис. 3.7. Значення основних агротехнічних показників обробки ґрунту

Необхідно зауважити що коливання рельєфу поля мінімальні та лежать в межах агровимог.

Висновки для розділу 3

Аналіз, отриманих в результаті експериментальних досліджень, параметрів якості обробітку ґрунту свідчить про позитивний вплив на ґрунтове середовище всі трьох видів змінних робочих органів модульного ґрунтообробного знаряддя.

Аналізуючи структурність ґрунту, встановлено що вміст частинок (грудочок) ґрунту які не задовольняють агрономічним вимогам зменшується на 41...44 %, а структурність зростає 2,2...2,4. Такі показники свідчать про те що імовірність виникнення ерозійних процесів зменшується приблизно на 30 %. Відносна вологість ґрунту після обробітку пропонованими робочими органами лежить в межах норми та варіює від 16 до 19 відсотків. Щільність обробленого ґрунту становить від 1,2 до 1,3 г/см³, що також відповідає агрономічним вимогам. Твердість лежить в межах нормативу і становить від 4,9 до 7,1 Н/см².

ВИСНОВКИ

Науковцями Поліського національного університету розроблено лінійку ґрунтообробних робочих органів для енергоощадного та екологічного обробітку, які можуть використовуватися на модульному ґрунтообробному знарядді для різних умов обробітку.

Зірчастий робочий орган встановлюється на дискових боронах та дискових лушпильниках, для проведення ґрунтообробних операцій розпушування ґрунту, з мінімізацією руйнування агрономічної структурності ґрунтового середовища. Проте такий робочий орган не придатний для використання коли потрібно заробити верхній шар ґрунту, наприклад стерню. Також не придатний до лушення стерні. Підходить для використання, коли необхідно максимально зберегти поверхневий шар ґрунту.

Кільцевий робочий орган також встановлюється на дискових лушпильниках та дискових боронах, з метою лушення стерні, розпушування ґрунту та працює в режимі відриву скиби, причому забезпечуючи мінімальний рівень руйнування агрономічної структурності ґрунту. Такий робочий орган також не використовується в випадку необхідності загортання верхнього шару ґрунту чи обертання скиби, хоча і чудово подрібнює рослинні рештки. Не підходить для заробки добрив.

Ротаційно-лопатевий робочий орган також встановлюється на дискових лушпильниках та дискових боронах, з метою лушення стерні, розпушування ґрунту та працює в режимі обертання скиби, причому забезпечуючи мінімальний рівень руйнування агрономічної структурності ґрунту. Такий робочий орган також не використовується в випадку необхідності збереження верхнього шару ґрунту. Чудово подрібнює рослинні рештки. Також підходить для заробки добрив і рівномірного їх розподілення.

Аналіз, отриманих в результаті експериментальних досліджень, параметрів якості обробітку ґрунту свідчить про позитивний вплив на ґрунтове середовище всі трьох видів змінних робочих органів модульного ґрунтообробного знаряддя.

Аналізуючи структурність ґрунту, встановлено що вміст частинок (грудочок) ґрунту які не задовольняють агрономічним вимогам зменшується на 41...44 %, а структурність зростає 2,2...2,4. Такі показники свідчать про те що імовірність виникнення ерозійних процесів зменшується приблизно на 30 %. Відносна вологість ґрунту після обробітку пропонованими робочими органами лежить в межах норми та варіює від 16 до 19 відсотків. Щільність обробленого ґрунту становить від 1,2 до 1,3 г/см³, що також відповідає агрономічним вимогам. Твердість лежить в межах нормативу і становить від 4,9 до 7,1 Н/см².

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Забродський П.М. Обґрунтування процесу роботи і параметрів дискових робочих органів ґрунтообробних знарядь Дис. ... канд. техн. наук:05.20.01. – Житомир, 1997. – 199с.
2. Kukharets S., Golub G., Biletskii V., Medvedskyi O. Substantiation of the parameters of the disk-knife working body and the study of its work. Research in Agricultural Engineering. 2018. vol. 64, no. 4, pp. 195–201 (<https://doi.org/10.17221/87/2017-RAEs>).
3. Шелудченко Б.А. Агромеханіка ґрунтів. – Житомир, Полісся, 1992. – 249с.
4. Кухарець С. М., Забродський П.М. Напружений стан ґрунту і процеси структуроутворення при обробітку дисковими робочими органами / Вісник ЖНАЕУ. 2017. № 1 (58), т. 1. С. 240–248.
5. Zabrodskyi P., Kukharets S., Zabrodskyi A., Česna J. Determination of the rational profile for the disk working tool when cultivating of sod podzolic soils. Research and Innovation for Bioeconomy, 2019. (<http://doi.org/10.15544/RD.2019.041>).
6. Кухарець С., Бродський Ю., Бушма В., Кухарець В. Моделювання параметрів роботи обертових робочих органів ґрунтообробних знарядь. Вісник Державного агроєкологічного університету. № 2. 2006. С. 224–232.
7. Кухарець С., Шелудченко Б., Забродський П. Кінематична модель ротаційного ґрунтообробного органу. Вісник Державного агроєкологічного університету. № 1. 2012. С. 133-137.
8. Б.А. Шелудченко, В.О. Шубенко, А.М. Можаровський, Ю.В. Завгородній, В.Л. Ксюковський. Надійність роботи ґрунтообробного знаряддя з

“кільцевими” ротаційними робочими органами за наявності у них технологічних тріщин. Вісник Державної агроєкологічної академії. 1999. №1-2. С.124-129.

9. В.О Шубенко, Б.А Шелудченко, С.М. Кухарець. Аналіз результатів показників якості обробітку ґрунту порів-няльних випробувань “кільцевих” робочих органів. Вісник Державної агроєкологічної академії України. 2000. №1. С.281-284.

10. Кулен А., Куиперс Х. Современная земледельческая механика. Москва: Агропромиздат, 1986. 249с.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

12. Гнатенко О. Ф., Капштик М. В., Петренко Л. Р., Вітвицький С. В. Ґрунтознавство з основами геології : навч. посібник. Київ : Оранта, 2005. 648 с.

13. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416с.

14. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів: ДСТУ 4362:2004. [Чинний від 2006-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 18 с. (Національний стандарт України).