

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра машиновикористання
та сервісу технологічних систем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Андросович Олексій Іванович

УДК 631.333

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Спеціальність 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

_____ О.І. Андросович

Керівник роботи
Білецький Віктор Романович
к.т.н., доцент

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Андросович О.І. Обґрунтування основних технологічних параметрів машин для внесення твердих мінеральних добрив. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

На основі аналізу сучасних технологій внесення гранульованих мінеральних добрив, обґрунтовано конструкційну модернізацію розкидального диска для забезпечення покращеної рівномірності розподілу добрив по поверхні ґрунту.

Ключові слова: обґрунтування, технологічний параметр, внесення, мінеральні добрива.

SUMMARY

Androsovysh O. I. Substantiation of the Main Technological Parameters of Machines for Solid Mineral Fertilizers Application. – Qualification work on the rights of the manuscript. Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – agroengineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

Based on the analysis of modern technologies for the application of granular mineral fertilizers, the structural modernization of the spreading disc is substantiated to ensure improved uniformity of fertilizer distribution on the soil surface.

Key words: substantiation, technological parameter, application, mineral fertilizers.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. МЕХАНІЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ	6
1.1. Способи і технології внесення мінеральних добрив	6
1.2. Огляд напрямків створення технічних засобів для внесення мінеральних добрив.....	6
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	9
2.1. Програма експериментальних досліджень.	9
2.2. Методи визначення основних властивостей мінеральних добрив.	9
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	13
3.1. Дослідження фізико-механічних властивостей мінеральних добрив.....	13
3.2. Розподіл аміачної селітри за напрямком розсівання	13
3.3. Обґрунтування ширини захвату машини для розкидання мінеральних добрив.....	16
3.4. Дослідження впливу повітряного потоку на розподіл гранул мінеральних добрив.....	18
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	22

ВСТУП

Актуальність теми магістерської роботи. Збільшення можливостей для забезпечення підвищеної продуктивності машин для внесення твердих мінеральних добрив, є важливим та актуальним питанням у час стрімкого розвитку технологій вирощування високопродуктивних сільськогосподарських рослин.

Мета і задачі досліджень. Розглянути існуючі конструкції машин для внесення твердих мінеральних добрив, та запропонувати напрямки їх вдосконалення.

Задачі досліджень:

- на основі теоретичних досліджень, дослідити процес розгону добрив тукорозсівним робочим органом;
- дослідити вплив кута установки диска на дальність розсівання частинок добрив;
- обґрунтувати раціональні параметри та режими роботи тукорозсівного робочого органу в умовах агропромислового виробництва.

Об'єкт дослідження – механізовані технологічні операції внесення твердих мінеральних добрив.

Предмет досліджень – вплив конструкційних параметрів та режимів роботи тукорозсівного робочого органу машини для внесення твердих мінеральних добрив на її техніко-експлуатаційні показники.

Методи досліджень. Проведення досліджень можливе використовуючи положення сучасної землеробської механіки, фізики, вищої математики, теоретичної механіки, теорії механізмів і машин.

Особистий внесок здобувача. Проведено аналіз сучасного стану внесення твердих мінеральних добрив. Визначено напрямки та обрано методи досліджень. В лабораторно-польових умовах, проведені експериментальні дослідження. Аналіз отриманих результатів, дозволив сформулювати загальні висновки та рекомендації виробництву.

Перелік публікацій автора за темою дослідження.

1. Гордійчук О.Ю., Безсмертний О.В., Андросович О.І. Організація та механізація захисту рослин / Біоенергетичні системи: Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи». Том 2, 27-28 травня 2021 р. –Житомир: Поліський національний університет, 2021. – С. 121-122.
2. Безсмертний О.В., Гордійчук О.Ю., Андросович О.І. Застосування сучасних технологій внесення добрив та засобів захисту рослин / Матеріали XXII Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки». 16–18 жовтня 2021 року. Київ. Ніжин. 2021. – С. 41.
3. Андросович О.І., Гордійчук О.Ю. Механізація застосування добрив та засобів захисту рослин / Студентські читання–2021: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 15 листопада 2021р. Житомир: Поліський національний університет, 2021. – С. 175-176.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати та рекомендації щодо використання машин для внесення гранульованих мінеральних добрив, мають знайти застосування в умовах аграрних підприємств.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів. Кваліфікаційна робота виконана на 23 сторінках, містить 14 рисунків. Список використаних джерел містить 23 праці.

РОЗДІЛ 1. МЕХАНІЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

1.1. Способи і технології внесення мінеральних добрив

Способи внесення мінеральних добрив класифікують за характером розміщення гранул відносно поверхні ґрунту. Перед основним обробітком ґрунту, зазвичай застосовують технологію основного внесення добрив. Тверді або ж гранульовані мінеральні добрива, досить часто, вносять одночасно з посівом насіння сільськогосподарських рослин. Ще однією технологією внесення, є підживлення посівів.

1.2. Огляд напрямків створення технічних засобів для внесення мінеральних добрив

Створення технічних засобів для внесення мінеральних добрив ґрунтується на поєднанні інженерних рішень та досягнень агрономічної науки. Для підвищення врожайності сільськогосподарських культур рекомендується застосування мінеральних добрив у обґрунтованій кількості. Через це, з'явилась потреба механізації операцій основного внесення добрив, перед основним обробітком ґрунту. Забезпечити ефективність виконання подібного роду операцій, можливо застосувавши розкидачі твердих мінеральних добрив, з широким діапазоном регулювання кількості внесення добрив (рис. 1.1.).



Рис. 1.1. Машина для внесення гранульованих мінеральних добрив,

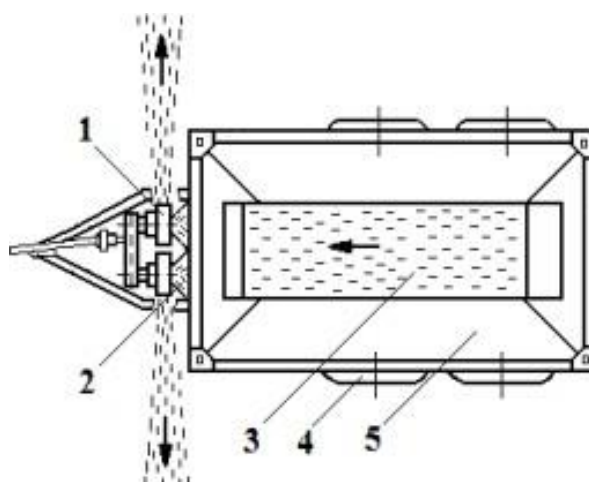


Рис. 1.3. Схема машини, яка обладнана розкидальними робочими органами роторного типу:

1 – розкидальний пристрій; 2 – спрямовувач добрив; 3 – подавальний транспортер; 4 – ходова система; 5 – кузов для добрив.

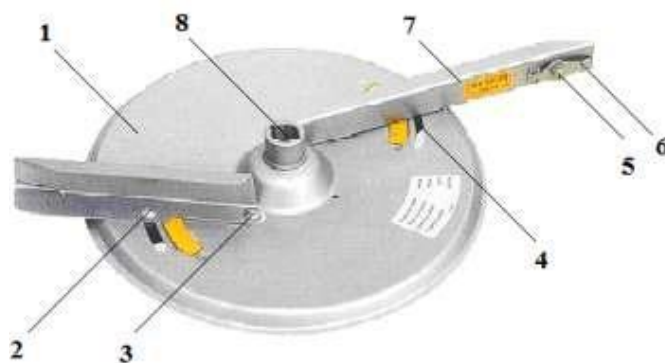


Рис. 1.4. Розкидаючий робочий орган, дискового типу:

1 – диск; 2 – фіксатор положення лопатки; 3 – вісь повороту лопатки; 4 – паз; 5 – вісь козирка; 6 – направляючий козирок; 7 – лопатка; 8 – маточина.

Аналіз способів і технологій внесення твердих мінеральних добрив, а також технічних засобів для забезпечення даного процесу, вказують на потребу в обґрунтуванні основних технологічних параметрів, для забезпечення якісного та рівномірного розкидання гранул.

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма експериментальних досліджень.

Головним із завдань експериментальних досліджень, є перевірка адекватності отриманих результатів та загальних висновків стосовно процесу розгону добрив та якісного їх розкидання.

Відповідно до завдань досліджень, а також згідно вимог стандарту [6; 7], розроблено програму експериментальних досліджень:

- перевірити експериментальним шляхом, основні залежності які отримані за результатами теоретичних досліджень;
- аналіз конструкційних параметрів та режимів роботи машин для внесення твердих мінеральних добрив;
- перевірка показників роботи розкидачів добрив.

2.2. Методи визначення основних властивостей мінеральних добрив.

Виконуючи експериментальні дослідження процесу внесення твердих мінеральних добрив, було використано один з найбільш поширених їх видів, аміачну селітру. Основні фізико-механічні властивості твердих мінеральних добрив такі як, вологість, гранулометричний склад, коефіцієнт зовнішнього тертя по сталі та інші [7], мають суттєвий вплив на роботу розкидаючих пристроїв машин.

Досліджуючи розкидання твердих гранульованих мінеральних добрив, було спроектовано та виготовлено експериментальну установку, загальний вигляд наведено на рис. 2.1, а на рис. 2.2., представлено схему установки.



Рис. 2.1. Вигляд експериментальної установки.

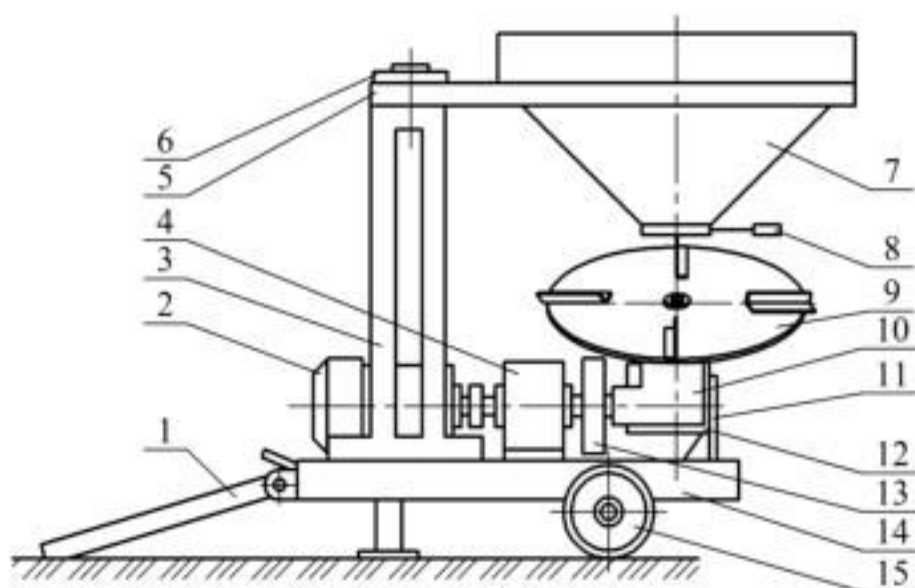


Рис. 2.2. Основні елементи установки для виконання експериментів:

1 – рукоятка; 2 – електродвигун; 3, 5 – рухома та поворотна рама;
 4 – варіатор ланцюгового типу; 6 – поворотний механізм рами; 7 – бункер; 8 –
 заслінка; 9 – розкидальний диск; 10 – редуктор; 11, 12 – кронштейни;
 13 – обгінна муфта; 14 – рама основна; 15 – опорне колесо.

Виконуючи експериментальні дослідження, дотримуємось основних положень ГОСТ 20315–75 «Сельскохозяйственная техника. Методика определения условий испытаний», ГОСТ 28714–2007. «Машины для внесения твердых минеральных удобрений. Методы испытаний».

Використовувались наступні режими роботи експериментальної установки та конструкційні параметри тукорозсівних робочих органів:

- різна частота обертання розкидаючого диска, від 600 до 1000об/хв;
- кут нахилу диска до горизонтальної площини, від 0° до 50°.

Гранульовані мінеральні добрива, подаються рівномірно в зону живлення тукорозкидаючого робочого органу. Мінеральні добрива, рухались вздовж лопаток, а потім, сходили з них та висівались у встановлені ємкості. Висіяні добрива з кожної ємкості, для порівняння зважувались.

Ємкості для добрив, розміщувались на майданчику щільно одна до одної (рис. 2.3), досліджували та визначали ємкості з найбільшим наповненням висіяних добрив. Визначали, також дальність розсівання добрив, в залежності від їх виду та форми.

Дослідження дальності розсівання гранул, проводили на прикладі аміачної селітри, використовуючи спеціальну методику, виходячи із заданої кількості добрив, які необхідно внести, встановлювали необхідні регулювання.

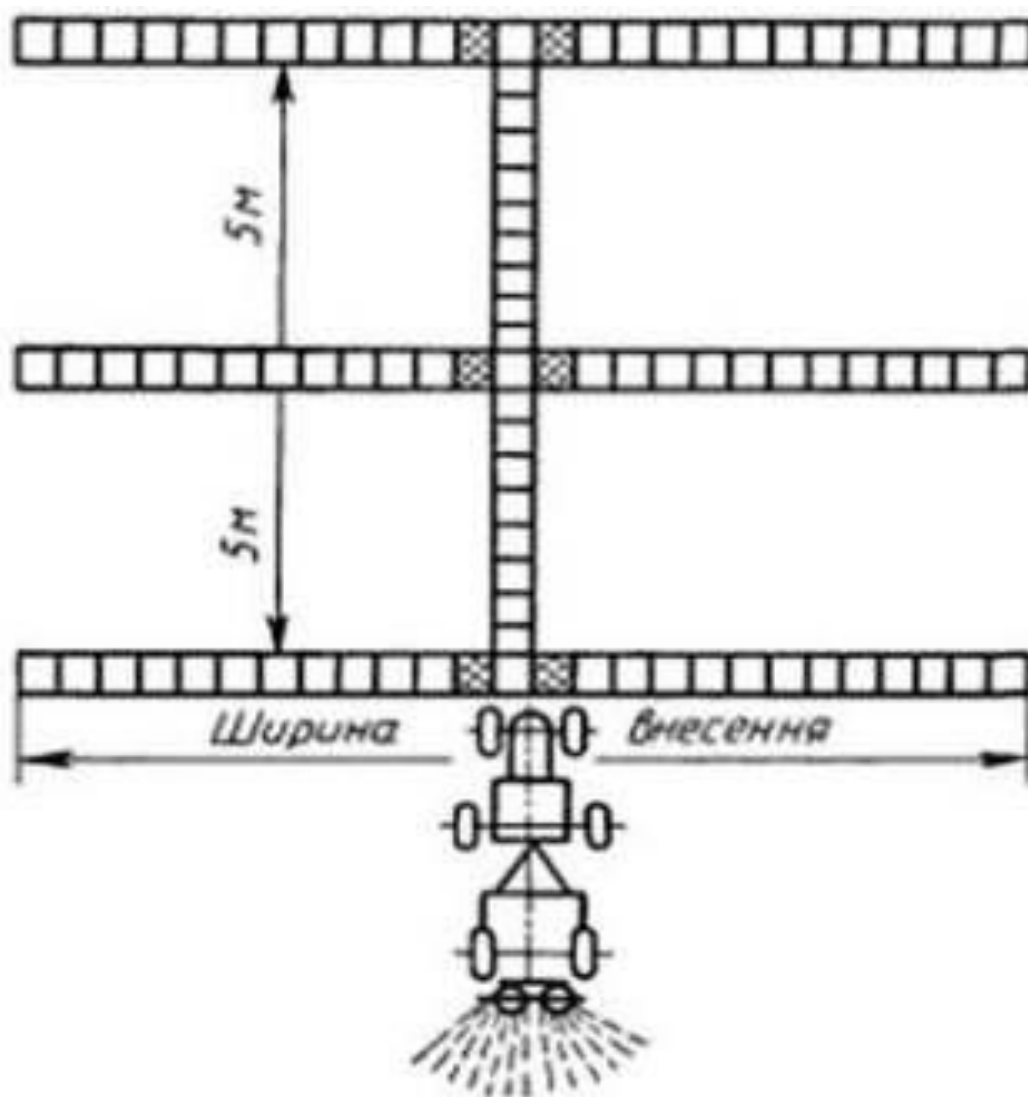


Рис. 2.3. Розміщення ємкостей, для визначення показників нерівномірності внесення мінеральних добрив.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження фізико-механічних властивостей мінеральних добрив.

Отримані результати досліджень, дозволяють визначити основні фізико-механічні властивості твердих мінеральних добрив.

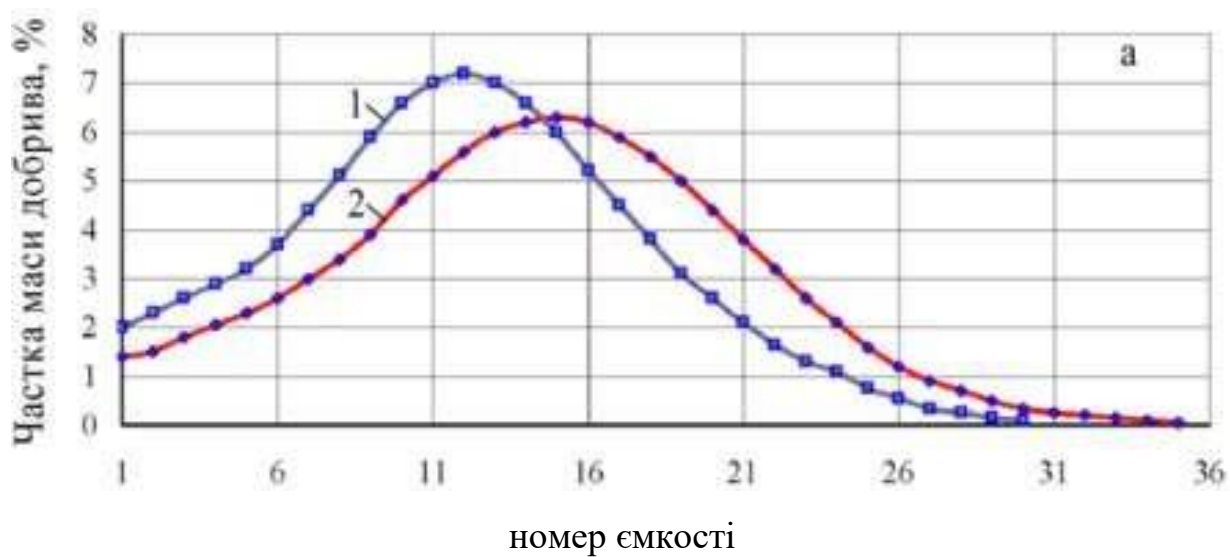
Дослідження властивостей аміачної селітри, дозволяють отримати наступні результати: середнє значення вологості в межах 0,35%; середнє значення об'ємної ваги 875кг/м³; аналіз гранулометричного складу показав, що найбільше міститься добрив розміром в межах 3мм, де близько 70%; розміром 2мм, близько 20% кількість інших фракцій не суттєва.

3.2. Розподіл аміачної селітри за напрямком розсівання

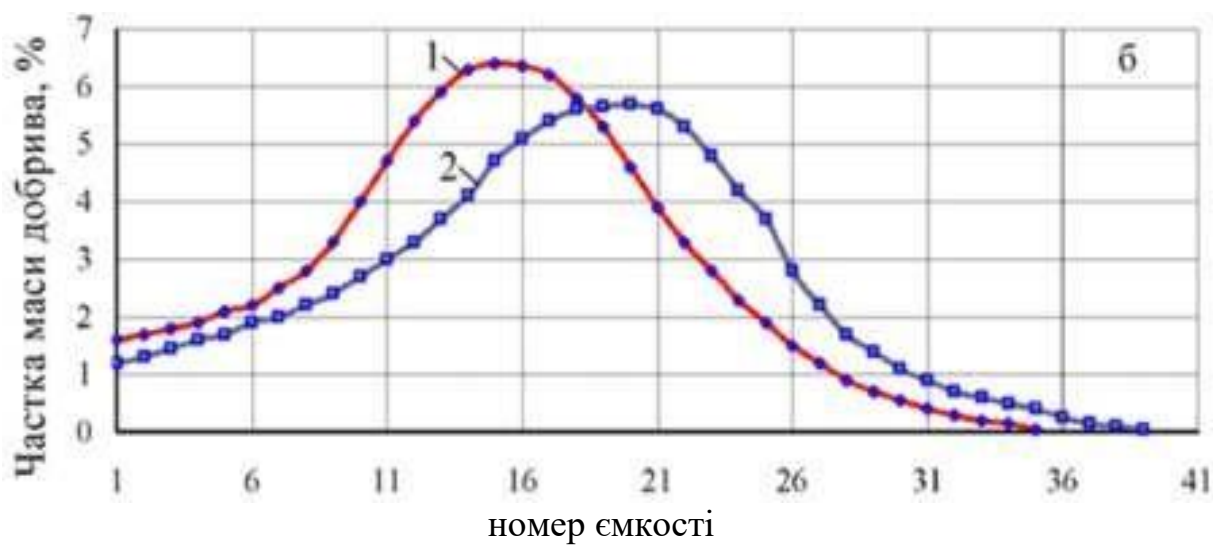
За результатами дослідження впливу частоти обертання диска, характер розподілу аміачної селітри, за напрямом розсівання побудовано графічні залежності (рис. 3.1).

Дослідження показали, що найбільш ефективна дальність розсівання аміачної селітри за напрямком розподілу сягає 15м, при цьому частота обертання розкидаючого диску становить 600об/хв, збільшивши частоту обертання диска в 1,5 рази, отримуємо дальність розсівання до 17,5м.

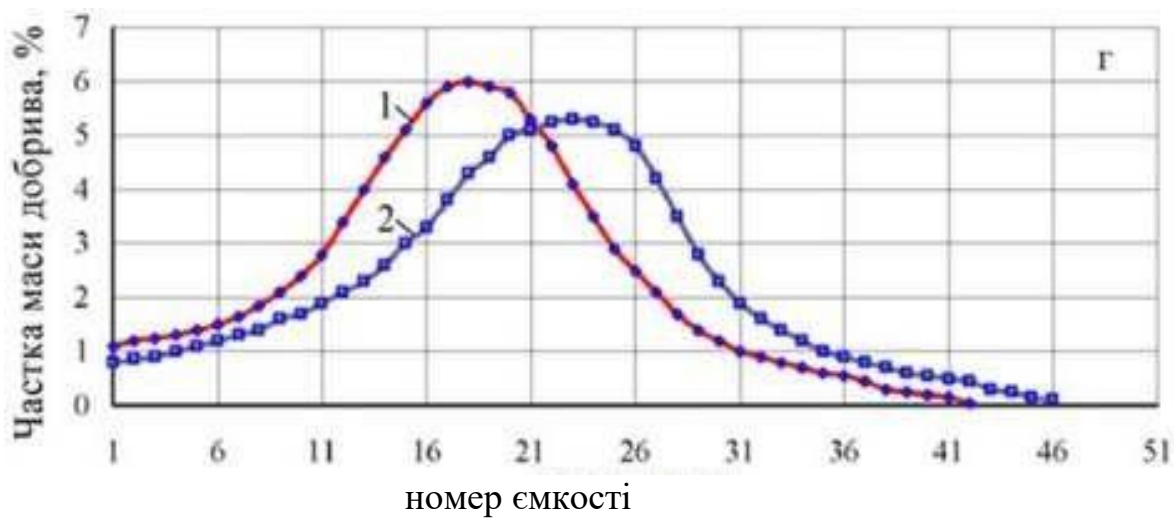
Збільшення частоти обертання розкидаючого диска в межах від 600об/хв до 800 об/хв, дозволяє збільшити дальність розсівання аміачної селітри на 17,5%, а відстань розкидання максимальної частки висіяних добрив, зростає на 30%.



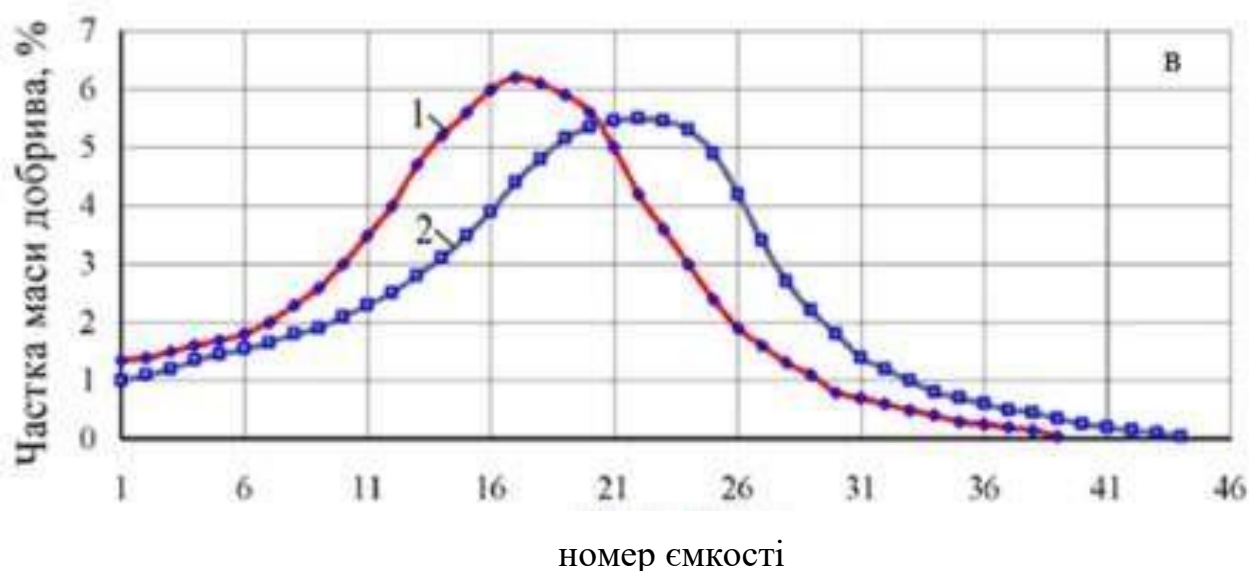
а)



б)



в)



г)

Рис. 3.1. Залежність розподілу аміачної селітри за напрямком розкидання, по контрольних деках, від частоти обертання диска:
 а, б, в, г – кути нахилу диска до горизонтальної площини відповідно 0° , 10° , 20° , 30° ; 1 – частота обертання диска 600об/хв; 2 – частота обертання диска 800об/хв.

Виконуємо дослідження ефективності розкидання аміачної селітри, за різної частоти та кута встановлення розкидаючого диска, наприклад частота обертання диска 600об/хв, кут нахилу диска – 10° , а також для інших варіантів. Отримані результати, оформлюємо графічно рис. 3.2.

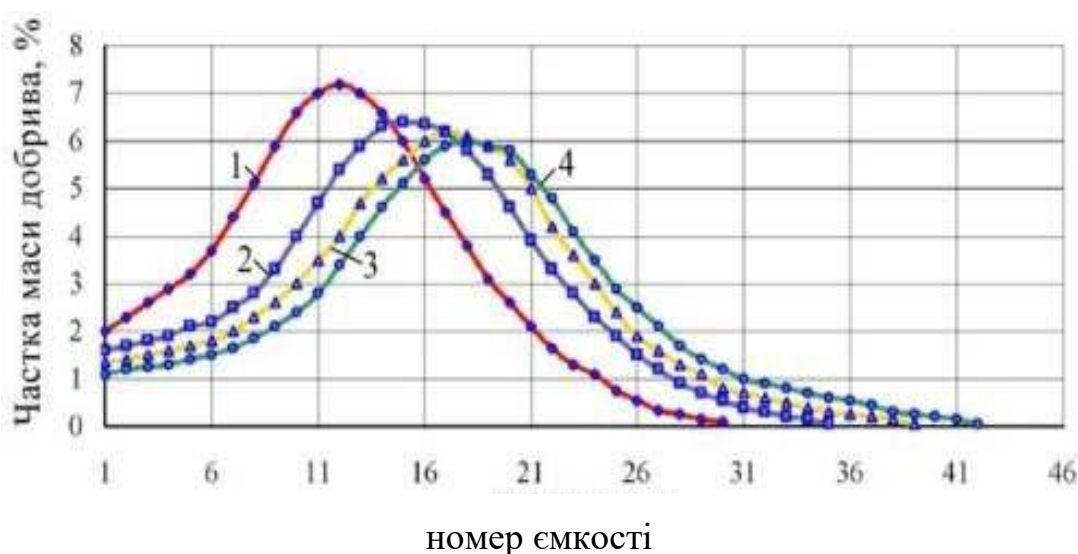


Рис. 3.2. Розподіл аміачної селітри за напрямком розкидання в ємкостях,

при частоті обертання диска 600об/хв, залежно від кута нахилу диска:

1 – кут нахилу диска 0°; 2 кут нахилу диска 10°; 3 кут нахилу диска 20°;
4 – кут нахилу диска 30°.

Таким же способом, проводимо дослідження за частоти обертання розкидаючого диска 800об/хв, та різного значення кута встановлення розкидаючого диска до горизонтальної площини рис. 3.3.

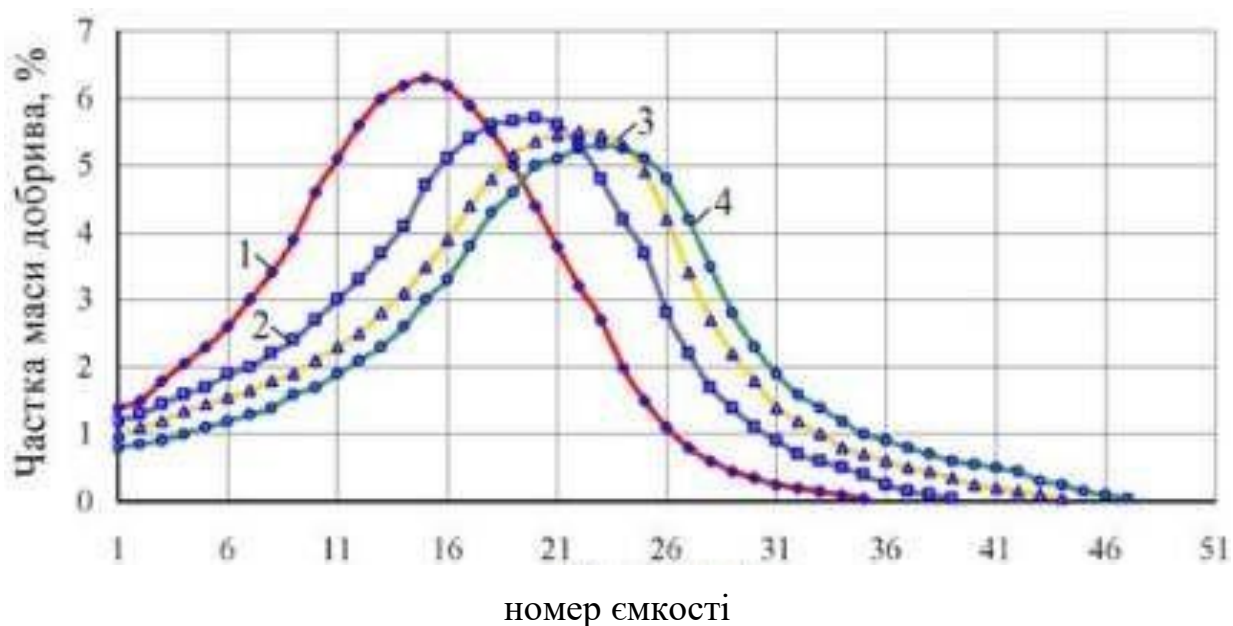


Рис. 3.3. Розподіл аміачної селітри за напрямком розкидання по ємкостях, при частоті обертання розкидаючого диска 800об/хв та різних значень кута його нахилу до горизонтальної площини.

Аналіз отриманих результатів показав, що збільшення частоти обертання розкидаючого диска в межах від 600об/хв до 800об/хв, за практично усіх значень кута установки розкидаючого диска, по відношенню до горизонтальної площини, призводить до збільшення ефективної дальності розкидання аміачної селітри.

3.3. Обґрунтування ширини захвату машини для розкидання мінеральних добрив.

Дослідження впливу кута нахилу дисків до горизонтальної

площини на робочу ширину захвату розкидача мінеральних добрив, проведено у відповідності до ГОСТ 28714-2007. «Машины для внесения твердых минеральных удобрений. Методы испытаний», результати які отримані наведені у формі графіка рис. 3.4.

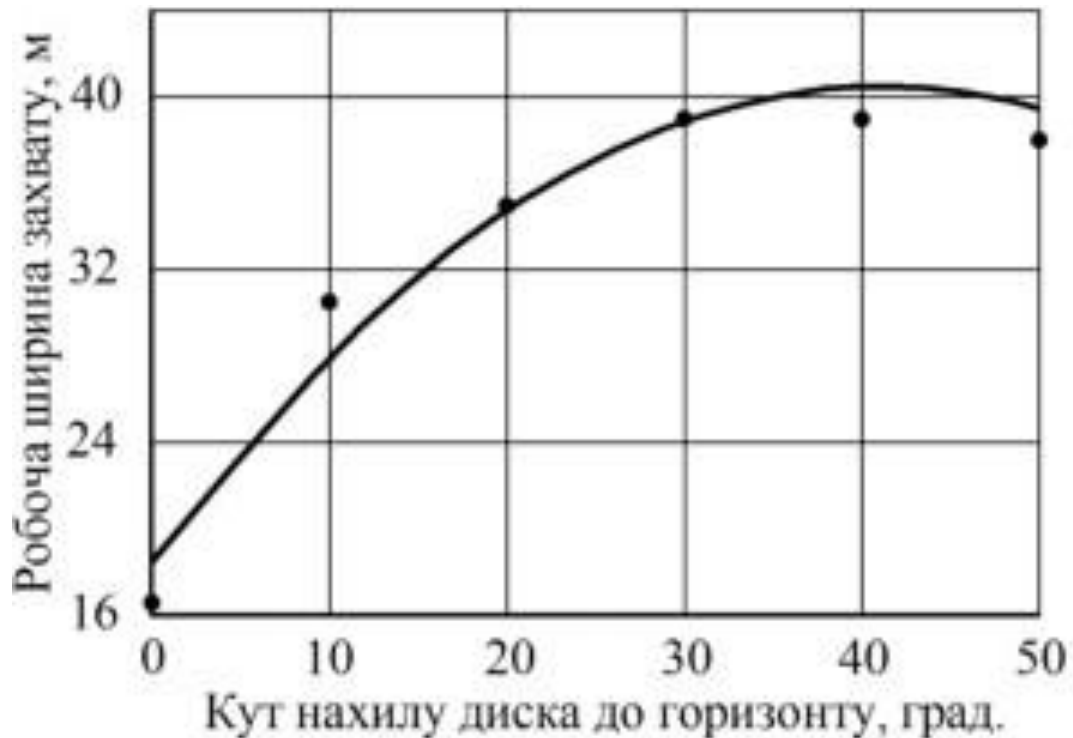


Рис. 3.4. Залежність робочої ширини захвату машини, обладнаної двома розкидальними дисками від кута нахилу дисків до горизонтальної площини на внесенні гранульованих мінеральних добрив.

Збільшення кута установки диска від 20° до 30° призводить до зростання робочої ширини захвату машини в 1,11 рази або на 11,4%. Збільшення кута установки диска до горизонтальної площини від 30° до 40° за умови забезпечення внесення добрива з нерівномірністю до $\pm 20\%$ не призводило до зростання робочої ширини захвату машини.

Базуючись на наведених результатах досліджень, можна зробити висновок: раціональні значення кута нахилу тукорозсівного диска до горизонтальної площини знаходяться в межах 25–30°. Окрім того, необхідно

відмітити, що в процесі проведення польових досліджень нерівномірність внесення мінеральних добрив на робочій ширині захвату не перевищувала $\pm 20\%$, а за напрямком руху – $\pm 10\%$, що відповідає вимогам до якості виконання процесу внесення мінеральних добрив.

3.4. Дослідження впливу повітряного потоку на розподіл гранул мінеральних добрив.

Вплив потоку повітря на розподіл гранул мінеральних добрив, є досить актуальним питанням, на рис. 3.5. наведені результати досліджень даного питання. Проведення досліджень виконувалось за різної швидкості повітряного потоку, в межах допустимої швидкості до 2м/с, при більших швидкостях повітряного потоку, нерівномірність розподілу, стрімко збільшується та перевищує допустиму з агротехнічної точки зору.

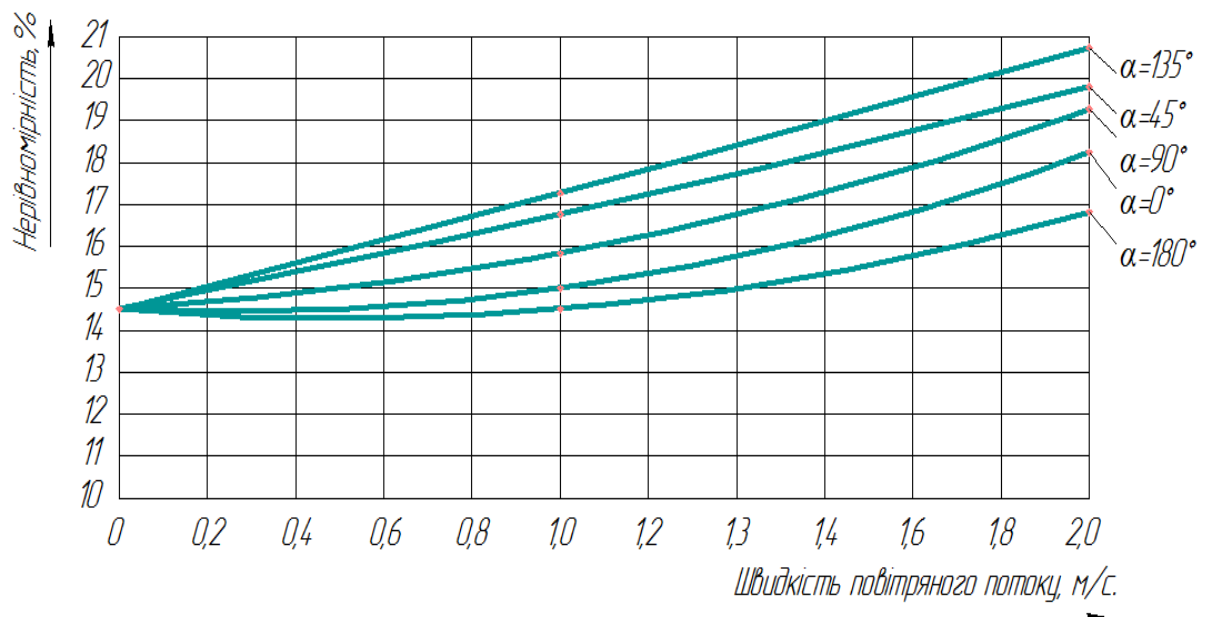


Рис. 3.5. Нерівномірність розподілу гранул мінеральних добрив при різній швидкості повітряного потоку.

Аналізуючи отримані графіки, можна зазначити, що повітряний потік негативно впливає на рівномірність розподілу гранул мінеральних добрив, окрім того важливим фактором розподілу, є напрямок дії потоку. Найменший

вплив прослідковується при напрямку дії перпендикулярному до руху агрегату, найбільший, під кутом 45° та 135° . Однак, як показали лабораторно-польові дослідження, значення рівня нерівномірності за наявності повітряного потоку в цілому, знаходиться в межах агротехнічних вимог.

Проведено аналіз розподілу гранул мінеральних добрив в залежності від висоти розташування розкидальних дисків. Отримані результати наведені у вигляді графіків (рис. 3.6. та рис. 3.7.).

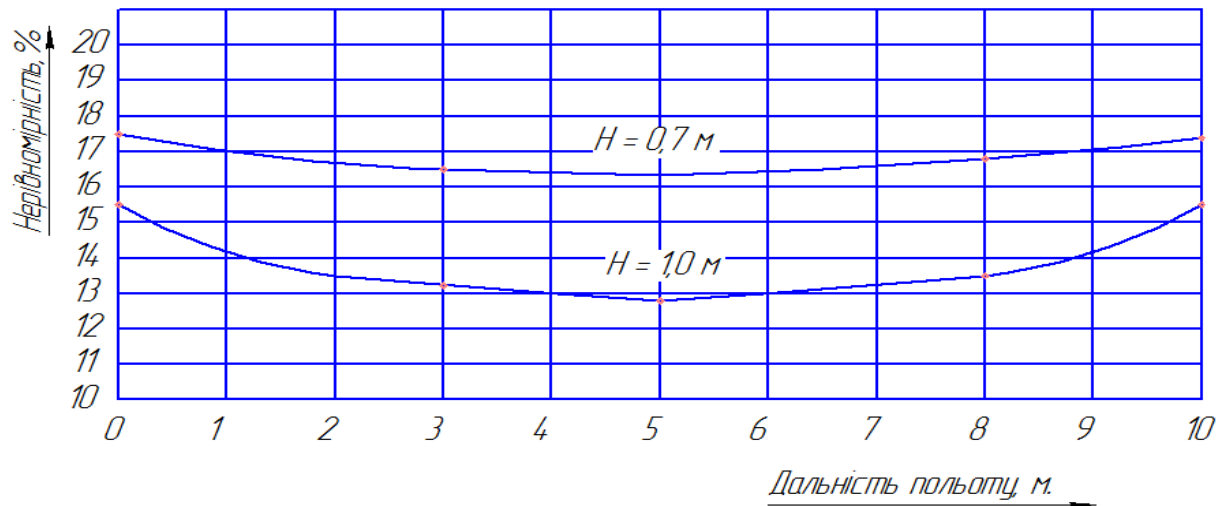


Рис. 3.6. Розподіл гранул залежно від висоти розташування експериментальних дисків.

Нерівномірність розподілу гранул мінеральних добрив, в цілому є задовільною, і що характерно, що зі збільшенням висоти встановлення диска над рівнем ґрунту нерівномірність внесення зменшується. Це пов'язано з більш тривалим часом польоту гранул та як наслідок, більш тривалим розподіленням повітряного потоку.

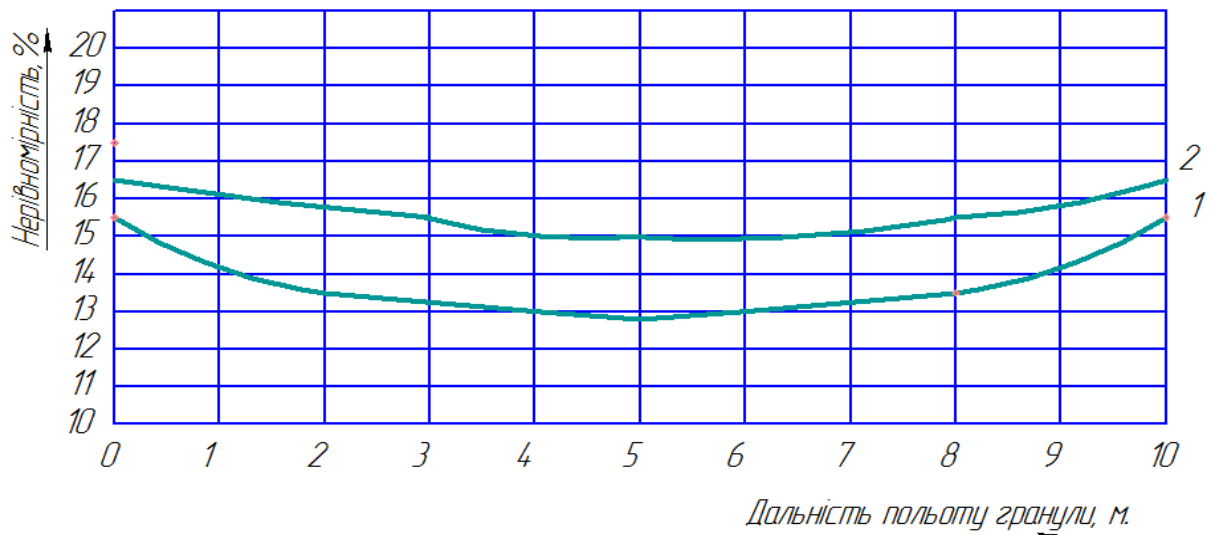


Рис. 3.7. Порівняльний аналіз нерівномірності розподілу гранул мінеральних добрив:

1 – експериментальний розкидаючий диск; 2 – серійний розкидаючий диск.

Машина для внесення мінеральних добрив, обладнана експериментальними дисками, забезпечує зменшення нерівномірності на рівні 15...20% в порівнянні з серійною.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішена проблема підвищення продуктивності машин для внесення твердих мінеральних добрив шляхом збільшення їх робочої ширини захвату.

Аналіз сучасних технологічних процесів внесення твердих мінеральних добрив вказує на те, що окремі його технологічні складові потребують вдосконаленню в питанні підвищення ефективності їх використання за рахунок підвищення рівномірності розподілу по поверхні ґрунту. При цьому, норма внесення мінеральних добрив, має визначатись, виходячи із запланованого врожаю та з урахуванням вмісту поживних елементів в ґрунті.

Збільшення частоти обертання розкидаючого диска, при встановленні відповідних кутів його нахилу до горизонтальної площини, дозволяє підвищити ефективність дальності розсівання твердих мінеральних добрив, а також покращити рівномірність розкидання добрив по всій ширині захвату машини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамчук В.В. Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарської техніки / В.В. Адамчук, Г.Л. Баранов, О.С. Барановський. – К.: Аграрна наука, 2004. – 396с.
2. Адамчук В.В. Механіко-технологічні і технічні основи підвищення ефективності внесення твердих мінеральних добрив та хіммеліорантів: автореф. дис. док. техн. наук / Національний аграрний університет. Київ, 2006. 40с.
3. Адамчук В.В., Мойсеєнко В.К. Землеробство майбутнього і техніка для нього. Вісник аграрної науки. 2001. № 11. С. 55-60.
4. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С. Перспективи впровадження в Україні системи точного землеробства. Механізація сільськогосподарського виробництва : зб. наук. пр. / Національний аграрний університет. Київ, 2002. Том XIII. С. 93 - 97.
5. ГОСТ 20851.4 – 75. Удобрения минеральные. Методы определения воды. Москва: ИПК Издательство стандартов, 1975. 6с.
6. ГОСТ 20915 – 75. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. Москва: Издательство стандартов, 1975. 119с.
7. ГОСТ 21560.1 – 82. Удобрения минеральные. Метод определения гранулометрического состава. Москва: Издательство стандартов, 2003. 3с.
8. ГОСТ 28714-2007. Машины для внесения твердых минеральных удобрений. Методы испытаний. Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2008. 40с.
9. ГОСТ 53056-2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки; введ. 2008-12-17. Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2009. 20с.
10. Кормановский Л. П. Точное земледелие – новое направление фундаментальных инженерных исследований. Техника в сельском хозяйстве. 2002. № 1. С. 3 - 5.
11. Система точного землеробства : підручник / Л.В. Аніскевич [та ін.]; за

- ред. Л.В. Аніскевича. Київ, 2018. – 556с.
12. Способы внесения удобрений / под ред. В. Е. Булаева. Москва: Колос, 1976. – 224с.
13. Фіщенко Г.І., Фіщенко Ю.Г. Нова технологія внесення добрив. Київ: Знання, 1976. – 48с.
14. Положення про кваліфікаційні роботи у ЖНАЕУ. – Житомир: ЖНАЕУ, 2019.
15. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн. 2: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало; за ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – С. 364.
16. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. К.: «Агроосвіта», 2015. – 679с.
17. Погорілий Л.В. Випробування с.-г. техніки – дійовий фактор науково-технічного прогресу в АПК // Техніка АПК. – 2003. – №6 – С.4–7.
18. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – Київ.: Кондор. – 2007. – 334с.
19. Методичні вказівки щодо виконання та захисту випускних кваліфікаційних робіт для здобувачів вищої освіти зі спеціальності 208 «Агроінженерія». – Житомир: ЖНАЕУ, 2020. – 46с.
20. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544с.
21. Ільченко В.Ю. та інші. Машиновикористання в землеробстві. – К.: Урожай, 1991. – 382с.
22. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Под общ. Редакцией Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с., ил.
23. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. – М.: Агропромиздат, 1989, – 527с., ил.