

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

ДИПЛОМНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

**«ВИКОРИСТАННЯ ДВОМАШИННОГО ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ
З ОБГРУНТУВАННЯМ ЙОГО СХЕМИ ТА КОНСТРУКТИВНО-
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ»**

Виконав:

здобувач освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності
208 «Агроінженерія»
денної форми навчання

ШКОЛЬНИК Анатолій Олександрович

Керівник:

к.т.н., доцент

ДУГАНЕЦЬ Василь Іванович

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____

Шкала ECTS _____

«_____» _____ 2024р.

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2024р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія», к.т.н., доцент

_____ **ДУГАНЕЦЬ Василь Іванович**

м. Кам'янець-Подільський, 2024

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ	4
АНОТАЦІЯ.....	5
РЕФЕРАТ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	10
1.1. Шляхи підвищення продуктивності посівних МТА.....	10
1.2. Аналіз конструкцій зчіпок сільськогосподарського призначення.....	12
1.3. Аналіз повороткості машинно-тракторних агрегатів.....	20
1.4. Висновки до розділу і постановка задач дослідження.....	23
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОВОРОТКОСТІ ДВОМАШИННОГО МТА.....	25
2.1. Загальні положення та припущення, прийняті при складанні рівнянь повороту двомашинного МТА.....	25
2.2. Обґрунтування довжини подовжувача двомашинної зчіпки.....	27
2.3. Визначення точки приєднання правої сівалки.....	32
2.4. Аналіз динамічної повороткості двомашинного посівного агрегату.....	33
2.5. Визначення показника режиму повороткості МТА.....	37
Висновки до розділу.....	40
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	43
3.1. Об'єкт, програма та методика експериментальних досліджень....	43
3.2. Вимірні параметри, застосовані прилади та обладнання.....	44
3.3. Методика обробки експериментальних даних.....	54
3.4. Методика перевірки математичної моделі повороту посівного машинно-тракторного агрегату на адекватність.....	56

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
ПОСІВНОГО МТА.....	58
4.1. Перевірка математичної моделі двомашинного посівного	
машинно-тракторного агрегату на адекватність.....	58
4.2. Оцінка трудоемкості агрегування посівного МТА.....	60
4.3. Визначення дійсної значини показника режиму повороту	
дослідного МТА.....	64
4.4. Експлуатаційно-технологічна оцінка роботи двомашинного	
агрегату.....	69
4.5. Практичні рекомендації з вибору схеми і параметрів	
двомашинного посівного МТА на основі напівнавісної зчіпки.....	74
Висновки до розділу.....	75
РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	
ВИКОРИСТАННЯ ДВОМАШИННОГО ПОСІВНОГО МТА	77
5.1. Вихідні дані для порівняльного техніко–економічного аналізу	
нового та базових агрегатів... ..	77
5.2. Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження	
нового посівного агрегату.....	82
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ	
СИТУАЦІЯХ.....	83
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	89

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

У дипломній роботі наведене нове вирішення наукового завдання, суть якого полягає у підвищенні техніко-економічних показників роботи двомашинного посівного МТА на базі трактора тягового класу 1,4 шляхом обґрунтування його схеми та конструктивно-технологічних параметрів. На основі проведених досліджень зроблено такі основні висновки.

1. Підвищення продуктивності праці посівного МТА на основі трактора тягового класу 1,4 доцільно здійснювати за рахунок збільшення його ширини захвату шляхом використання двох причіпних сівалок замість однієї. Для практичної реалізації цього напрямку потрібна напівнавісна зчіпка, конструкція якої унеможлиблювала б зіткнення причіпних машин і забезпечувала підвищення техніко-економічних показників роботи посівного машинно-тракторного агрегату.
2. Задля запобігання зіткнення причіпних сівалок у двомашинному посівному агрегаті довжина подовжувача напівнавісної зчіпки має бути не меншою за 2,5 м. Встановлення цього параметра більшим за вказану величину хоча і не приводить до суттєвого збільшення радіусу повороту МТА, однак сприяє небажаному зростанню довжини його виїзду на поворотній смузі.
3. Процес повороту двомашинного агрегату не висуває особливих обмежень щодо вибору значин коефіцієнтів опору уводу шин коліс трактора. Теоретично встановлено, що при зміні цих величин в межах $60 \dots 80$ кН/рад – для передніх – і $180 \dots 210$ кН/рад – для задніх рушіїв енергетичного засобу значина радіусу повороту МТА збільшується, а поздовжня координата зміщення центру повороту – зменшується. Однак практично ці зміни є незначними, що обумовлено малою (до 4°) зміною кутів уводу шин обох мостів енергетичного засобу.
4. Не дивлячись на те, що збільшення відстані між рамою напівнавісної зчіпки і віссю задніх коліс трактора до 1,95 м обумовлює зменшення радіусу повороту МТА, практичної потреби у здійсненні такого конструктивного рішення немає. Крім ускладнення конструкції машинно-тракторного агрегату, це призводить до зростання довжини його виїзду на поворотній смузі, що є небажаним.
5. Для покращення повороткості двомашинного агрегату бажано застосовувати баластування коліс переданого мосту трактора. Так, установлення на ньому додаткового вантажу масою 180 кг обумовлює зменшення радіусу повороту агрегату. Найбільш відчутним воно є при куті повороту керованих коліс трактора більшим за $0,32$ рад (18°). За максимального значення керуючого впливу ($\alpha = 0,5$ рад) зменшення радіусу повороту МТА від баластування передшого мосту трактора становить 0,8 м (тобто 15%).

6. Швидкість руху двомашинного посівного МТА на поворотній смузі має бути максимально можливою. Теоретично встановлено, що зі збільшенням цього параметру з 1,0 до 3,0 м/с радіус повороту агрегату має тенденцію до зменшення, яка більш яскраво виражена при швидкості, більшій за 2,0 м/с. Такий результат обумовлений випередженням зростання кута уводу шин задніх коліс трактора по відношенню до кута уводу шин його передніх рушіїв.
7. При виконанні досліджуваним агрегатом безпетльових поворотів дійсне значення показника режиму їх здійснення ($K_n = 11,45$ м/рад) практично відповідає оптимальній (11,40 м/рад). Натомість, безпетльові повороти МТА будуть здійснюватися з показником режиму 5,7 м/рад, що хоча і входить в допустимий діапазон його зміни (4,5...25,0 м/рад), проте є меншим за оптимальний рівень.
8. На поворотній смузі мінімальної ширини новий машинно-тракторний агрегат може здійснювати петльові повороти з показником режиму, близьким до оптимального, а безпетльові – з показником майже вдвічі більшим за нього. Реалізація обох видів повороту МТА в оптимальному режимі має місце на поворотній смузі, дійсна ширина якої більша за мінімально розрахункову і кратна ширині захвату агрегату.
9. Застосування нового двомашинного агрегату на основі напівнавісної зчіпки у порівнянні з одномашинним МТА збільшує питомі витрати часу на поворотній смузі не більше, ніж на 5%. Водночас, за рахунок більшої в два рази ширини захвату дослідного агрегату у порівнянні з серійним змінна та експлуатаційна продуктивність його роботи є майже вдвічі вищою, а питомі витрати палива щонайменше на 20% меншими.

З урахуванням сукупних витрат впровадження нового посівного двомашинного агрегату, налаштованого у відповідності до розроблених практичних рекомендацій, дозволяє зменшити витрати праці – на 20,0 – 50,0%, прямі витрати – на 2,7 – 7,8%, питомі інвестиційні вкладення – на 21,0 – 46,9%, сукупні витрати – на 3,4 – 9,9%. Виробнича експлуатація нового двомашинного посівного агрегату дозволяє на кожному гектарі оброблюваної площі заощадити не менше 119 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
2. Надикто В. Продуктивність машинно-тракторних агрегатів на основі МЕЗ / В. Надикто // Техніка АПК, 2000, №2.
3. О классификации энергонасыщенных с.-х. тракторов и расширении их тяговых возможностей / А.П. Амельченко, И.Н. Жуковский, А.Г. Стасилевич, А.И. Жуковский // Тракторы и сельхозмашины, 2011, №7.
4. Чаплинський А.П. До питання про тяговий коефіцієнт корисної дії модульного енергетичного засобу / А.П. Чаплинський, В.Т. Надикто // Збірник наукових праць ТДАТА. – Мелітополь: ТДАТА. – 2006. – Вип. 35.
5. Надикто В.Т. До питання про тяговий коефіцієнт корисної дії модульного енергетичного засобу / В.Т. Надикто, А.П. Чаплинський // Техніка АПК, 2007, №1–2.
6. Надикто В.Т. Агрегатирование модульных энергетических средств / В.Т. Надикто. – Мелітополь: КП «ММД», 2003. – 240 с.
7. Надикто В.Т. К анализу поворотливости прицепного жатвенного агрегата / В.Т. Надикто // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – К.: Урожай, 1988. – Вып. 67.
8. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві / Надикто В.Т., Крижачківський М.Л., Кюрчев В.М., Абдула С.Л. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2005. – 337 с.
9. Надикто В.Т. Колійна та мостова системи землеробства / Надикто В.Т., Улексін В.О. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. – 270 с.
10. Патент України № 59836 А, А01В 59/04. Спосіб агрегування причіпних машин/ Надикто В.Т., Баєв І.В.; заявник і патентовласник Таврійська державна агротехнологічна академія; заявл. 15.09.2003.
11. Надикто В.Т. Поворотливість МТА на основі трактора ХТЗ-120 / В.Т. Надикто, С.И. Лисицкий // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2002, №11.
12. Надикто В.Т. До питання поворотності МТА на основі МЕЗ / В.Т. Надикто, В.М. Кюрчев // Праці Таврійського ДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2005. – Вип. 27.
13. Експлуатація машин і обладнання: навчально-методичний комплекс / І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін.; за ред. І.М. Бендери, В.П. Грубого, П.І. Роздорожнюка. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. – 576 с.

14. Кувачов В.П. Удосконалення методики реєстрації вертикальних коливань мобільних енергетичних засобів / В.П. Кувачов, А.М. Аюбов, О.Г. Котов // Праці Таврійської ДАТА. – Мелітополь: ТДАТА. – 2007. – Вип.7, том 1.

15. Пат. 50421 Україна, МПК⁷ B60 D 1/00. Двомашинна зчіпка / Масалабов В.М., Надикто В.Т., Кюрчев В.М.; заявник та патентовласник ТДАТУ. – опубл. 10.06.2010.

16. Булгаков В.М. Аналітичне дослідження руху машинного агрегату / В.М. Булгаков, М.Г. Березовий, О.О. Сіпливець // Збірник наукових праць НАУ «Механізація сільськогосподарського виробництва». – К.: НАУ. – 1999. – т. V.

17. Булгаков В.М. Дослідження стійкості руху механічних систем / В.М. Булгаков, О.І. Литвинов //Збірник наукових статей Луцького НТУ. – Луцьк: ЛНТУ, 2006. – Вип. 14.

18. Кюрчев В.М. Повороткість МТА на основі орнопросапного трактора / В.М. Кюрчев // Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвідомчий тематичний науковий збірник / ННЦ «ІМЕСГ». – Випуск 99. Том 2. – Глеваха, 2014. – С. 177–185.

19. Масалабов В.М. Дослідження динамічної повороткості двомашинного МТА / В.М. Масалабов, В.Т. Надикто //Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 2, Т. 3.

20. Масалабов В.М. Визначення показника режиму повороткості двомашинного посівного МТА / В.М. Масалабов // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 2, Т. 5.

21. Масалабов В. Двомашинна зчіпка / В. Масалабов, Л. Маргарян, А. Аюбов // The Ukrainian Farmer, 2011. – №7. – С.84.

22. Методичні рекомендації до виконання та оформлення дипломних робіт для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» / Ю.І. Панцир, А.В. Рудь, В.І. Дуганець, В.І. Дуганець, С.П. Комарніцький. За ред. В.І. Дуганця. – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ, 2023. - 51с.