



До 116-річниці
з дня народження
П.М. Василенка

ISSN 2307-9533



9 772307 1953006

10

Механізація та автоматизація
виробничих процесів

Вісник

Сумського
національного
аграрного
університету

Науковий журнал

2016

10/1 (29)

Суми-2016

Видається з 1996 року
Засновник і видавець
Сумський національний
аграрний університет
Реєстраційне свідоцтво
КВ № 8217 від 16.12.2003 р.

Редакційна рада

Ладика В.І., доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААНУ, головний редактор;
Маслак О.М., кандидат економічних наук, доцент, заступник головного редактора;
Данько Ю.І., кандидат економічних наук, доцент, відповідальний редактор;
Фотіна Т.І., доктор ветеринарних наук, професор,
Подгасцький А. А., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Соголов М.О., доктор економічних наук, професор;
Тарельник В.Б., доктор технічних наук, професор.

Редакційна колегія серії

Тарельник В.Б., доктор технічних наук, професор, редактор (СНАУ);
Шелудченко В.В., кандидат технічних наук, доцент, заступник редактора (СНАУ).
Антошевський Б., доктор технічних наук, професор, Келецький технічний університет (Польща);
Кундера Ч., доктор технічних наук, професор, Келецький технічний університет (Польща);
Саарела Йоко, доктор технічних наук, професор, Гельсінський університет навколишнього середовища (Фінляндія);
Гецович Є.М., доктор технічних наук, професор (СНАУ);
Подригало М.А., доктор технічних наук, професор (ХНАДУ);
Павлюченко А.М., доктор технічних наук, професор (СНАУ);
Кузема О.С., доктор фіз.-мат. наук, професор (СНАУ);
Резенко І.І., доктор технічних наук, професор (НУБІП України);
Топілін Г.Є., доктор технічних наук, професор (Одеський ДАУ).

Міністерство освіти і науки України

ВІСНИК
СУМСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
Виходить 12 разів на рік.

СЕРІЯ «Механізація та автоматизація виробничих процесів»
ВИПУСК 10/1 (29), 2016.

Адамчук В. В., Булгаков В. М., Войтюк Д. Г. Патріарх землеробської механіки України.....3

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ ЗЕМЛЕРОБСЬКОЇ МЕХАНІКИ

Чигарев Ю. В., Крук І. С., Снег М., Герук С. Н., Назаров Ф. И. Модели сохранения биоценоза почв в решении проблемы её уплотнения сельскохозяйственными двигателями16
Мітков В. Б., Кувачов В. П., Ігнат'єв Є. І., Мітков В. О. Альтернативний спосіб глибокого обробітку ґрунту в умовах півдня України20
Бондаренко А. І., Клец Д. М. Методологія визначення раціональної структури та конструктивних параметрів гідрооб'ємно-механічних трансмісій для колісних тракторів.....25
Крук І. С., Чигарев Ю. В., Назаров Ф. И., Герук С. Н. Обоснование геометрических и технологических параметров кольчато-шпоровых рабочих органов катковых приставок пахотных агрегатов.....30
Артьомов М. П. До методики розрахунку впливу колісного рушія на ґрунт34

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, РОБОЧІ ОРГАНИ ТА МАШИНИ ДЛЯ РОСЛИННИЦТВА

Булгаков В. М., Адамчук В. В., Калетнік Г. М., Головач І. В., Горобей В. П. Механіко-технологічне обґрунтування параметрів комбінованого сошника селекційної сівалки.....38
Надикто В. Т., Кістечок О. Д. Теоретичне та експериментальне дослідження показників роботи орного агрегату, працюючого за схемою «push-pull»43
Козаченко О. В., Каденко В. С., Шкрегаль О. М. Теоретичне обґрунтування раціональної геометричної форми леза лапи культиватора48
Войтюк Д. Г., Волянський М. С. Агрегат для сівби та внесення мінеральних добрив в умовах надмірної вологості ґрунту53
Ігнат'єв Є. І. Математична модель експлуатаційних параметрів агрегату з фронтально навішеною гичкозбиральною машиною.....58
Алієв Е. Б., Лабатюк Ю. М., Пацула О. М. Математична модель функціонування чизельного знаряддя з пошаровим обробітком ґрунту64
Котков В. І., Пустовіт С. В., Довбиш А. П. Обґрунтування параметрів площинної секції.....68
Засць М. Л. Оптимізація параметрів комбінованого розподільника насіння сошника для підґрунтового-розкидної сівби зернових культур70
Шолудько П. В. Структурно-функціональна модель технологічного процесу захисту рослин обприскуванням77
Теслюк В. В., Барановський В. М., Шведик М. С., Гунько Ю. П. Ефективність застосування комбінованого агрегату для висіву насіння зернових культур80
Надточій О. В., Тітова Л. Л. Технічні фактори і їх вплив на значення втрат зерна за молотаркою.....86
Фришев С. Г. Особливості застосування переважувальної технології для збирання зернових культур.....91

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, РОБОЧІ ОРГАНИ ТА МАШИНИ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ

Голуб Г. А., Кухарець С. М. Формалізація кутів затискання та затягування при механічному обробітку сільськогосподарських матеріалів96
Голуб Г. А., Павленко С. І. Визначення маси компосту на лопаті барабану під час розпушування буртів.....99

Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів» наукового журналу «Вісник Сумського національного аграрного університету» належить до фахових видань (наказ Міністерства освіти і науки України від 29.12.2014 р. № 1528)

СЕРІЇ наукового журналу «Вісник Сумського національного аграрного університету»
 ЕКОНОМІКА ТА МЕНЕДЖМЕНТ
 ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА
 БУДІВНИЦТВО
 ТВАРИНИЦТВО
 МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ
 АГРОНОМІЯ І БІОЛОГІЯ

Всі серії наукового журналу «Вісник Сумського національного аграрного університету» індексуються в Міжнародній наукометричній базі РІНЦ

Друкується згідно з рішенням вченої ради Сумського національного аграрного університету (Протокол № 3 від 10.10.16 р.)

Адреса видавця та виготовлювача:
 40021, м. Суми,
 вул. Г. Кондратьєва, 160
 Телефон: (0542) 78-74-22,
 62-78-45
 E-mail: vestnik.snau@mail.ru
 Тираж 300 пр.
 Зам. №8

Відповідальність за точність наведених фактів, цитат та ін. лягає на авторів опублікованих матеріалів.
 Передрук матеріалів журналу тільки з дозволу редакції.
 Друкується в авторській редакції

© Сумський національний аграрний університет, 2016

Дмитриков В. П., Семерінов Ю. І. Модернізація технологічна лінія екструдованих продуктів для переробки агровідходів.....	103
Ольшанський В. П., Бурака В. В., Сайченко М. В., Харченко С. О. Про нелінійну модель руху зерносушіть збічної поверхності по плоскому віброрешету.....	107
Лімонт А. С. Енергетична оцінка машинних агрегатів при виробництві льонотрести.....	112
Дидур В. А., Дидур В. В. Механо-технологічні проблеми глибокої переробки рослинного сировини спеціальні в умовах малотоннажного виробництва.....	116

ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС, ДИНАМІКА, МІЦНІСТЬ ТА НАДІЙНІСТЬ МАШИН

Tarelnyk V., Martsynkovskyy V., Antoshevsky B., Karp P. Improve the wear resistance of bronze sliding bearings.....	122
Kundera Cz., Konopflanchenko Ie., Pavlov A. Applying polymer composites in the machine parts combined restoring methods.....	132
Belous A., Zhukov A., Antoshevsky K. Increase efficiency of impulse face seal use of new composite materials.....	140
Блезнюк О. В., Гуцало А. В., Івлєв В. О. Алгоритми визначення кількісних значень показників рівня технічної експлуатації тракторів.....	146
Дворух В. І., Борак К. В. Вплив абразивного зношування на атмосферну корозію робочих органів ґрунтообробних машин.....	149

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ЕНЕРГЕТИКА В АПК

Анікєєв О. І., Коротов В. С. Сучасний стан автоматизації та енергетики в АПК України.....	153
Радионон А. В. Влияние режимов работы асинхронных электродвигателей на их работоспособность.....	156
Постнікова М. В. Дослідження впливу висоти норій елеваторів на енергоємність транспортування.....	161
Жарков А. В., Попова І. О. Можливості виконання енергоекономічних пристроїв на базі аналога лямбда-діода для АПК.....	163
Халіман Л. Г., Нестерчук Д. М. Дослідження стану ізоляції обмоток асинхронних електродвигунів при асиметрії напруги та розробка пристрою комбінованого захисту.....	167
Назаренко І. П., Кушлик Р. Р., Кушлик Р. В. Ультразвукова обробка сумішевого біодизеля.....	169
Ярош Я. Д. Проблеми використання відновлювальних джерел енергії для сушіння сільськогосподарських матеріалів.....	178
Квітка С. О., Ковальов О. В. Обґрунтування системи керування електроприводом ґрунтообробного мотоблоку.....	183
Прудка О. А., Кундєнко М. П. Вплив магнітних полів на біологічні об'єкти.....	186
Квітка С. О., Вовк О. Ю., Стрєбков О. А. розробка пристрою діагностування пускових режимів приводних асинхронних електродвигунів в умовах зниженої напруги.....	189

ІТ ТА ІННОВАЦІЇ АГРАРНОЇ НАУКИ

Бондар М. М. Особистісно орієнтоване навчання як основа професійного саморозвитку майбутніх фахівців інженерної сфери агропромислового виробництва.....	196
Loboda V. V., Kravchenko V. O., Khursenko S. M. Structure and magnetoresistive properties of three-layer film systems CoNi/Ag(Cu)/FeNi.....	200
Войтюк Д. Г., Човнюк Ю. В., Гуменюк Ю. О., Сивак І. Н., Гуцол А. П. Системний аналіз впливу полів різної фізической природи на растительные (биологически-активные) объекты: резонансные взаимодействия и наноэффекты при КВЧ-обработке зерна и семян.....	203
Мироненко В. Г., Човнюк Ю. В., Броварець О. О. Математична модель оперативного управління якістю виконання технологічних процесів у рослинництві із врахуванням початкового та кінцевого стану системи.....	208
Мионов А. С., Золотовская Е. В. Определение теплофизических параметров почвы в течении дня.....	213
Пилипака С. Ф., Грищенко І. Ю., Чепіжний А. В. Відносний рух вантажу в кузові автомобіля, що рухається по дорозі з криволінійною просторовою віссю.....	217
Автори випуску.....	225

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, РОБОЧІ ОРГАНИ ТА МАШИНИ ДЛЯ РОСЛИННИЦТВА

УДК 631.331.5

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОГО СОШНИКА СЕЛЕКЦІЙНОЇ СІВАЛКИ

В. М. Булгаков, д.т.н., академік НААН, Національний університет біоресурсів і природокористування України

В. В. Адамчук, д.т.н., академік НААН, Національний науковий центр "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства"

Г. М. Калетнік, д.е.н., академік НААН, Вінницький національний аграрний університет

І. В. Головач, д.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

В. П. Горобей, к.т.н., НВО "Селга" ННЦ "ІМЕСГ"

На підставі проведеного теоретичного дослідження обґрунтовані конструктивні і кінематичні параметри нового комбінованого дводисково-анкерного сошника, що об'єднує переваги дводискових і сошників анкерного типу та може успішно використовуватись на грубо підготовлених, з рослинними залишками ґрунтах і стійко забезпечує глибину загортання насіння на підвищених швидкостях висіву при селекційних висівах. При цьому були обґрунтовані параметри комбінованого дводисково-анкерного сошника з удосконаленим механізмом регулювання глибини висіву насіння. На основі розробленої математичної моделі руху у ґрунті даного сошника теоретично обґрунтовано необхідність застосування пружин певної жорсткості для забезпечення стабільності висіву насіння на задану глибину в межах агротехнологічного допуску. Отримано залежності для розрахунку раціональної пружності пружини, що враховують геометричні параметри конструкції сошника. На підставі виконаних чисельних розрахунків на ПК встановлено, що для подолання сили опору ґрунту, яка діє на кулеподібну частину комбінованого сошника, жорсткість k пружини повинна знаходитись в діапазоні $9,04 \cdot 10^3 \dots 3,60 \cdot 10^4$ Н/м.

Ключові слова: селекційний посів, сівалка, комбінований сошник, еквівалентна схема, математична модель, пружина, агротехнологічний допуск, розрахунок на ПК.

Постановка та обґрунтування проблеми.

Якість посіву значно впливає на отримання високого врожаю. Підбір сошникової групи може гарантувати рівномірність розподілу насіння на необхідну глибину. Для посіву зернових у виробничих умовах і в селекційно-насінницькій практиці застосовують сівалки з дводисковими сошниками, які не забезпечують стабільності висіву насіння по глибині, особливо на підвищених швидкостях сівби. Наральникові сошники більш рівномірно укладають насіння на задану глибину, на тверде насінневе ложе, але їх використовують рідше, оскільки вони, на відміну від дискових, вимагають ретельної підготовки ґрунту. Насіння, що висівається, необхідно розмістити в ґрунті на заданій глибині. Прийнята глибина загортання насіння пшениці, жита, вівса, ячменю на легких ґрунтах становить 4,5...6,0 см, на середніх вологих 2,5...4,5 см, важких 2,0...4,0 см, в зоні вітрової ерозії 6...8 см. Кількість насіння, що висіяне на задану глибину, повинна бути не менше 80% [4]. Підбір сошникової групи може гарантувати розміщення насіння на необхідну глибину.

Тому серед першочергових завдань є створення конструкції сошника для висіву зернових культур, що забезпечує підвищення стабільності глибини загортання насіння та розподілу по дну насінневої борозни шляхом виключення контакту насіння з внутрішньою поверхнею обертових при русі сошника дисків. Найбільш прийнятною кон-

струкцією з погляду авторів є конструкція комбінованого дводисково-анкерного сошника, який об'єднує переваги дводискового і анкерного сошників. Однак створення такої конструкції є неможливим без ретельного теоретичного обґрунтування конструктивних та технологічних параметрів дводисково-анкерного сошника.

Мета дослідження. Розробити теоретичні засади по механіко-технологічному обґрунтуванню конструктивних і кінематичних параметрів нового комбінованого сошника селекційної сівалки.

Методи дослідження. При проведенні дослідження використані методи математичного моделювання, математики, теоретичної механіки, а також методи складання програм та чисельних розрахунків на ПК.

Методика досліджень. Для забезпечення стабільності глибини висіву насіння, визначення параметрів комбінованого дводисково-анкерного сошника для математичного опису його руху в ґрунті проаналізовано схему сил, які діють на нього під час руху, без врахування сил інерції. Розроблено конструктивну схему та методику розрахунку жорсткості пружини для забезпечення максимального відхилення глибини висіву насіння в межах агротехнічного допуску.

Розрахунки конструкції сошника з заданими геометричними параметрами проведено згідно з розробленою програмою числових розрахунків на

ПК в середовищі MathCAD.

Результати досліджень. В основу модернізації сошника селекційної сівалки поставлено завдання поліпшення конструкції комбінованого дводискового сошника, що забезпечений кілеподібною частиною, шарнірно прикріпленою між дисками до корпусу сошника, що забезпечує підвищення рівномірності глибини закладення насіння шляхом виключення підйому нижньої частини наральника на висоту, що перевищує величину агротехнологічного допуску. Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що в конструкції сошника, що вміщує встановлені, з можливістю обертання кутом вперед по ходу руху сошника, два плоских диски і розташований між ними корпус сошника, а між дисками за допомогою шарнірної підвіски і пружини до його корпусу прикріплена кілеподібна частина, яка вміщує розтруб і наральник. Установка кілеподібної частини сошника між дисками шляхом кріплення його до корпусу за допомогою шарнірної підвіски і пружини дозволяє наральнику кілеподібної частини сошника рухатися по підготовленій борозні, попередньо відкритій дисками, ущільнюючи дно насінневої борозни, при цьому насіння не контактує з обертовими поверхнями дисків, що виключає винесення насіння з ґрунтом у верхню частину борозни, підвищуючи стабільність глибини і загортання насіння. Поєднання переваг дводискового і кілеподібного сошників реалізовано в конструкції комбінованого сошника [11-14]. Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в конструкції сошника додатково встановлені, з можливістю обертання кутом вперед по ходу руху сошника два плоских диски і розташований між ними корпус сошника, а між дисками за допомогою шарнірної підвіски і пружини до його корпусу прикріплена кілеподібна частина, яка вміщує розтруб і наральник, виконаний з виступами і заглибленнями, що розташовані почергово.

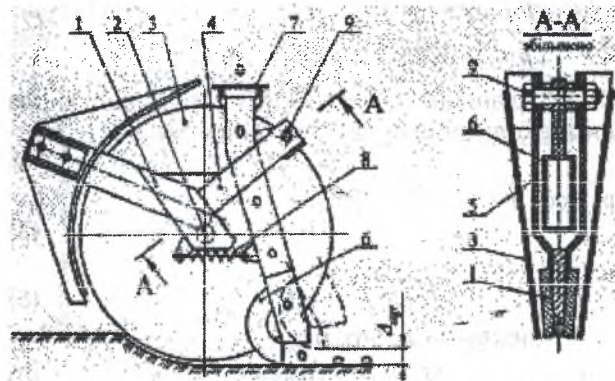


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема комбінованого сошника (вигляд збоку при знятому лівому диску): 1 – корпус; 2 – вісь; 3 – диск; 4 – тримач; 5 – щока; 6 – розтруб; 7 – наральник; 8 – пружина; 9 – шарнірна підвіска

Для забезпечення стабільності глибини висіву насіння, визначення параметрів комбіновано-

Шарнірна підвіска, відповідно до удосконаленої конструкції комбінованого дводисково-анкерного сошника, прикріплена до тримача, з'єднаного з корпусом сошника, і складається з двох щік, які створюють порожнину, в якій встановлена кілеподібна частина таким чином, що вісь шарнірної підвіски кілеподібної частини розташована ззаду неї по ходу руху сошника, а проекція осі на дно насінневої борозни співпадає з зоною контакту нижньої частини кілеподібної частини і дна насінневої борозни.

Конструктивно-технологічна схема нового комбінованого сошника представлена на рис. 1. Загальний вигляд сошникового вузла з комбінованим дводисково-анкерним сошником наведено на рис. 2.

Комбінований сошник (рис. 1) складається з корпусу 1, в якому на осях 2 встановлені з можливістю обертання кутом уперед по ходу руху сошника два плоскі диски 3. Між дисками 3 з корпусом сполучений тримач 4, що складається з двох щік 5. У порожнину, утворену щоками 5, вставлена кілеподібна частина комбінованого сошника, що має розтруб 6 і наральник 7, і прикріплена до корпусу 1 пружиною 8, а до щік тримача 4 – за допомогою шарнірної підвіски 9, яка розташована відносно ходу сошника позаду кілеподібної частини.

Установка кілеподібної частини сошника між дисками шляхом кріплення його до корпусу за допомогою шарнірної підвіски і пружини дозволяє наральнику кілеподібної частини сошника рухатися по підготовленій борозні, попередньо відкритій дисками, ущільнюючи дно насінневої борозни, при цьому насіння не контактує з поверхнями дисків, що обертаються, що виключає винесення насіння з ґрунтом у верхню частину борозни, підвищуючи стабільність глибини загортання насіння.

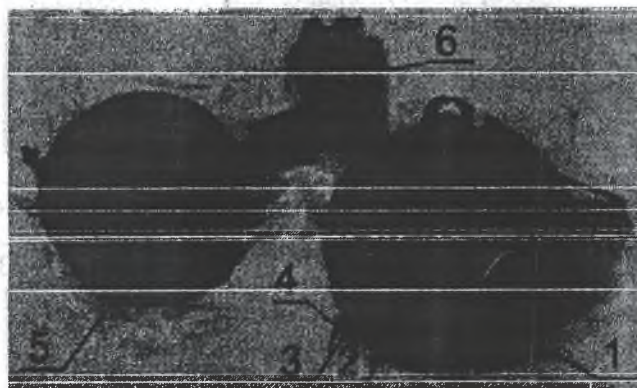


Рис. 2. Загальний вигляд сошникового вузла з комбінованим дводисково-анкерним сошником:

1 – диск; 2 – наральник; 3 – насіннепровід; 4 – загортач; 5 – прикочувальний коток; 6 – регулятор глибини загортання насіння

го дводисково-анкерного сошника для математичного опису його руху в ґрунті необхідно проана-

лізувати схему сил, які діють на нього під час руху, без врахування сил інерції. Розглянемо конструкцію нового сошника, як зрівноважену

систему, і відповідну еквівалентну схему, що наведена на рис. 3.

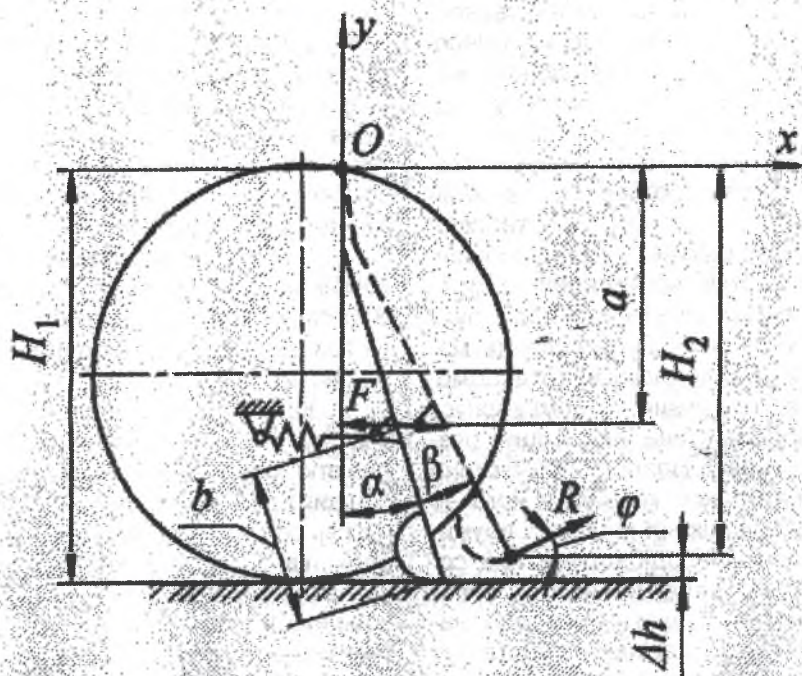


Рис. 3. Еквівалентна схема комбінованого дводисково-анкерного сошника селекційної сівалки

Покажемо на еквівалентній схемі (рис. 3) основні конструктивні розміри та силові параметри елементів комбінованого сошника, який рухається у ґрунті на певній глибині: H_1 – відстань від осі шарнірної підвіски до дна насінневої борозни; H_2 – глибина висіву при максимальному відхиленні; a , b – конструктивні параметри сошника; α – початковий кут відхилення кілеподібного сошника від вертикалі; β – кут відхилення кілеподібного сошника й відповідно руху насіння при висіві; R – сила опору ґрунту; φ – кут відхилення напрямку сили опору ґрунту від горизонталі; Δh – зміна глибини висіву насіння; F – сила пружності пружини.

При цьому відстань від осі шарнірної під-

віски до дна насінневої борозни H_1 вибрана із співвідношення:

$$H_1(1 - \cos \beta_{\max}) = \Delta h < \Delta_{agr}. \quad (1)$$

де: β_{\max} – максимальний кут відхилення кілеподібної частини сошника від осі шарнірної підвіски; Δ_{agr} – величина агротехнічного допуску на величину закладки насіння у ґрунті.

Запишемо далі рівняння рівноваги при максимальному відхиленні висіву як рівності нулю моментів сил, що діють на систему, відносно точки O шарнірної підвіски (рис. 3):

$$-F a \cos \beta + R \sin \varphi [a \sin \beta + b \sin(\alpha + \beta)] + R \cos \varphi [a \cos \beta + b \cos(\alpha + \beta)] = 0. \quad (2)$$

З рівняння рівноваги (2) отримаємо вираз для знаходження сили пружності пружини:

$$F = \frac{R \{ \sin \varphi [a \sin \beta + b \sin(\alpha + \beta)] + \cos \varphi [a \cos \beta + b \cos(\alpha + \beta)] \}}{a \cos \beta} \quad (3)$$

При невеликому куті повороту β величину розтягу пружини можна прийняти рівною:

$$\Delta x = a \sin \beta. \quad (4)$$

Далі знайдемо зв'язок між величиною розтягу пружини Δx і відхиленням Δh глибини ходу у ґрунті наральника кілеподібної частини комбінованого сошника.

Якщо вважати, що:

$$\Delta h = H_1 - H_2. \quad (5)$$

і виходячи з того, що

$$H_1 = a + b \cos \alpha, \quad (6)$$

а

$$H_2 = a + b \cos(\alpha + \beta),$$

то відхилення Δh глибини ходу буде дорівнювати:

$$\Delta h = b \cos \alpha - b \cos(\alpha + \beta). \quad (8)$$

З виразу (8) знаходимо:

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha - \frac{\Delta h}{b}. \quad (9)$$

Тоді з виразу (9) отримуємо:

$$\alpha + \beta = \arccos\left(\cos \alpha - \frac{\Delta h}{b}\right). \quad (10)$$

І, нарешті, з виразу (10) знаходимо кут β відхилення руху насіння:

$$\beta = \arccos\left(\cos \alpha - \frac{\Delta h}{b}\right) - \alpha. \quad (11)$$

Підставляючи в формулу (11) значення $\Delta h = \Delta_{agr}$ допустимого відхилення глибини висіву насіння з врахуванням агротехнічного допуску, а також значення параметрів b та α , отримуємо значення максимального допустимого кута відхилення β_{max} :

$$\beta_{max} = \arccos\left(\cos \alpha - \frac{\Delta_{agr}}{b}\right) - \alpha. \quad (12)$$

Підставивши вираз (12) у вираз (4), отримаємо величину максимального розтягу пружини:

$$\Delta x_{max} = a \cdot \sin \beta_{max}, \quad (13)$$

або:

$$\Delta x_{max} = a \cdot \sin \left[\arccos\left(\cos \alpha - \frac{\Delta_{agr}}{b}\right) - \alpha \right]. \quad (14)$$

Враховуючи вирази (3) та (14) можна розрахувати жорсткість k пружини, при якій величина відхилення буде знаходитись у межах агротехнічного допуску:

$$k = \frac{F}{\Delta x_{max}} = \frac{F}{a \cdot \sin \left[\arccos\left(\cos \alpha - \frac{\Delta_{agr}}{b}\right) - \alpha \right]}. \quad (15)$$

або, враховуючи вираз (3):

$$k = \frac{\left\{ \sin \varphi [a \sin \beta + b \sin(\alpha + \beta)] + \cos \varphi [a \cos \beta + b \cos(\alpha + \beta)] \right\} R}{a^2 \cos \beta \cdot \sin \left[\arccos\left(\cos \alpha - \frac{\Delta_{agr}}{b}\right) - \alpha \right]}. \quad (16)$$

Результати розрахунків на ПК, згідно з розробленою програмою в середовищі MathCAD, за виразом (16) свідчать, що при геометричних параметрах сошника $a = 120$ мм, $b = 220$ мм, $\alpha = 15^\circ$, $\beta = 10^\circ$ максимальний розтяг пружини повинний складати $\Delta x_{max} = 14$ мм.

За даними розрахунків, проведених на ПК, також побудований графік залежності жорсткості k пружини від реакції R опору ґрунту (рис. 4). Як бачимо з даних цього графіку, вказана залежність має лінійний характер.

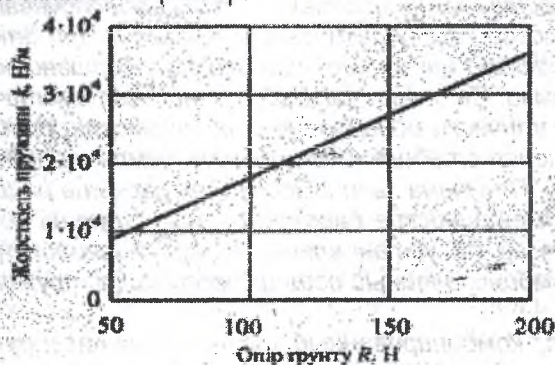


Рис. 4. Залежність жорсткості k пружини від реакції R опору ґрунту

З графіка також видно, що для подолання сили опору R ґрунту, що знаходиться в діапазоні 50...200 Н, при куті тертя $\varphi = 45^\circ$ ґрунту по напрямку кулеподібного сошника жорсткість k пружини повинна бути у межах $9,04 \cdot 10^3 \dots 3,60 \cdot 10^4$ Н/м.

Висновки:

1. Теоретично обґрунтовані параметри комбінованого дводисково-анкерного сошника, зокрема необхідність застосування пружини певної жорсткості для забезпечення стабільності руху (у повздовжньо-вертикальній площині) у ґрунті і висіву насіння на задану глибину в межах агротехнічного допуску.

2. Отримана нова математична модель для розрахунку раціональної пружності пружини для подолання сил опору ґрунту, що діє на кілеподібну частину комбінованого сошника, яка встановлена верхньою частиною у шарнірі.

3. Проведені згідно розробленої програми, на ПК чисельні розрахунки в середовищі MathCAD, отриманої математичної моделі, показали, що жорсткість k пружини повинна знаходитись в діапазоні $9,04 \cdot 10^3 \dots 3,60 \cdot 10^4$ Н/м.

Список використаної літератури:

1. Машины и лабораторное оборудование для селекционных работ в растениеводстве / Справочное пособие. // Под общ. ред. В.М. Дринчи. – Воронеж: НПО «МОДЭК», 2010. – 432с.

Вісник Сумського національного аграрного університету

2. Механизация полеводства. Под ред. А.Н. Карпенко. – М.: Гос. изд. с.-х. литературы. – 1958. – 533 с.

3. Сисолін П.В. Забезпечення оптимальних норм висіву зернових культур за рахунок підвищення якості загортання насіння / П.В. Сисолін // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. праць УкрНДІПВТ. – Дослідницьке, 2003, Вип. 6(20). Кн. 1. – С. 68-72.

4. Васильченко В. Фактори, які визначають якість сівби / В. Васильченко, В. Опалко // Агрон. – 2011, №1. – С. 186-189.

5. Сакстон К.Е. Главный элемент сеялки / К.Е. Сакстон // Зерно. – 2007, № 3. – С. 97-105.

6. А.с. СССР №1688796, SU, A01C7/20. Сошник / А.П. Коломиец; заявка: №472443415; заявл. 27.07.91; опубл. 07.11.91, Бюл. №41.

7. А.с. СССР № 1273006, SU, A01C7/20/ Сошник / В.А. Насонов; В.А. Зырянов; И.И. Зайцев; М.С. Хоменко; заявка № 3911802/ SU; заявл. 19.05.85; опубл. 26.12.95, Бюл. №4.

8. Шмат С.І., Резніченко В.А. Можливості підвищення якісних показників дводискових сошників / Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Випуск 17. КНТУ. 2006. – С. 79-81.

9. Горобей В.П. Определение жесткости пружины комбинированного двухдискового анкерного сошника / В.П. Горобей // Москва. «Журнал: Механизация и электрификация сельского хозяйства». – 2015, №1. – С. 7-9.

10. Патент України №93837, UA A01C2/00. Дводисковий комбінований сошник / В.П. Горобей; В.А. Лузін; О.Л. Красніченко – заявка № а201006315; заявл. 25.05.10; опубл. 10.03.11; Бюл. № 5.

11. Булгаков В.М. Вдосконалення конструкції комбінованого дводисково-анкерного сошника / В.М. Булгаков, В.П. Горобей // Вісник аграрної науки. – Київ, 2016, №4. – С.57-64.

12. V. Bulgakov. Theory of the oscillations of a toothed disc opener during its movement across irregularities of the soil surface // V. Bulgakov, V. Adamchuk, V. Gorobey, J. Olt // Agronomy Research. – 2016, Volume 14. No 3. – p.p. 711-724.

13. V. Adamchuk. Theory of two-disc anchor opener of grain drills / V. Adamchuk, V. Bulgakov, V. Gorobey, Ya. Ihnatiev // Mechanization in agriculture. International scientific, scientific applied and informational journal. Year LXII, ISSN 0861-9638, issue 5/2016, Sofia, Bulgaria. Scientific technical union of mechanical engineering Bulgarian association of mechanization in agriculture. – p.p. 6-8.

14. Адамчук В.В. Теоретичне та експериментальне обґрунтування комбінованого дводисково-анкерного сошника // В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, І.В. Головач, В.П. Горобей // Механізація та електрифікація сільського господарства: Загальнодержавний збірник – Національного наукового центру «ІМЕСГ» НААН України. – Глеваха, 2016. – Випуск №3 (102). – С. 11-19.

Булгаков В. М., Адамчук В. В., Калетник Г. Н., Головач И. В., Горобей В. П. Механико-технологическое обоснование параметров комбинированного сошника селекционной сеялки

На основании проведенного теоретического исследования обоснованы конструктивные и кинематические параметры нового комбинированного двухдисково-анкерного сошника, который объединяет преимущества двухдисковых и сошников анкерного типа и может успешно использоваться на грубо подготовленных, с растительными остатками грунтах и стойко обеспечивать глубину заделки семян на повышенных скоростях высева при селекционных посевах. При этом были обоснованы параметры комбинированного двухдисково-анкерного сошника с усовершенствованным механизмом регулирования глубины высева семян. На основе разработанной математической модели движения в почве данного сошника теоретически обоснована необходимость применения пружины определенной жесткости для обеспечения стабильности высева семян на заданную глубину в пределах агротехнологического допуска. Получена зависимость для расчета рациональной упругости пружины, которая учитывает геометрические параметры конструкции сошника. На основании выполненных численных расчетов на ПК установлено, что для преодоления силы сопротивления почвы, которая действует на комбинированный сошник, жесткость пружины должна находиться в диапазоне $9,04 \cdot 10^3 \dots 3,60 \cdot 10^4$ Н/м.

Ключевые слова: селекционный посев, сеялка, комбинированный сошник, эквивалентная схема, математическая модель, пружина, агротехнологический допуск, расчет на ПК.

Bulgakov V., Adamchuk V., Kaletnik H., Golovach I., Gorobey V. Mechanical and technological substantiation of parameters of combined openers for breeding seeder

On the basis of the theoretical research substantiated constructive and kinematic parameters of a new combined two-disk anchor opener, which integrates in itself constructive elements of two-disk openers and anchor type openers and can works on roughly prepared soil with plant residues and provides the stable

eds sowing depth at the increased seeding speeds. Parameters of the combined two-disk opener with the modernized mechanism of sowing depth regulation are substantiated. On the basis of the scheme of a opener design it is proved need of using certain rigidity spring for stability seeding to a predetermined depth within the agrotechnology limit. Dependences for calculation of rational spring elasticity which take into account geometrical parameters of opener design are obtained. On the basis of numerical calculations carried out on a PC found that for overcoming the soil resistance force which acts on the combined opener, spring stiffness should be in the range of $9,04 \cdot 10^3 \dots 3,60 \cdot 10^4$ N/m.

Keywords: crop breeding, seeding machine, combined opener, equivalent scheme, mathematical model, spring, agrotechnological limit, calculation on the PC.

Стаття надійшла в редакцію: 30.09.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Гецович Є.М.

УДК 631.372+629.3.017

ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ОРНОГО АГРЕГАТУ, ПРАЦЮЮЧОГО ЗА СХЕМОЮ «PUSH-PULL»

В. Т. Надикто, доктор технічних наук, чл.-кор. НААН,

О. Д. Кістечок, інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Наведені результати теоретичних та експериментальних досліджень двох орних машинно-тракторних агрегатів (МТА). Один з них складався із трактора ХТЗ-16131, фронтального двохкорпусного й задньонавішеного чотирьохкорпусного плугів (схема «push-pull» «2+4»), а другий (із цього ж трактора й п'ятикорпусного задньонавішеного плуга (схема «0+5»). Згідно отриманим експериментальним даним робоча ширина захвата агрегату за схемою «2+4» була на 20,9% більше, ніж агрегату за схемою «0+5». І хоча робоча швидкість руху першого МТА виявилася на 1,5% нижче, через перевагу в ширині захвату продуктивність його роботи була вище на 19,5%. У силу цього питомою витрата палива агрегатом за схемою «2+4» виявилася нижчою. В умовах польового експерименту економія палива склала 11,5%. Середньо квадратичне відхилення глибини оранки для обох порівнюваних агрегатів не перевищувало агротехнічних вимог (± 2 см) і окремо становило: для МТА за схемою «0 + 5» - (1,98 см, а для агрегату за схемою «2+4» - (1,52 см. У той же час, зазначена різниця між цими статистичними характеристиками ($\pm 1,98$ см і $\pm 1,52$ см) є не випадковою. Із цієї причини можна вважати, що застосування орного агрегату за схемою «push-pull» «2+4» забезпечує обробку ґрунту із кращою рівномірністю ходу плугів по глибині.

Ключові слова: оранка, агрегат, «push-pull», фронтальний плуг, схема агрегату, продуктивність, витрата палива.

Постановка проблеми. Однією з найбільш важливих задач сільськогосподарського виробництва є зменшення енергетичних витрат на оранці. Першим кроком у рішенні цієї проблеми є підвищення тягово-зчіпних властивостей трактора шляхом збільшення його зчіпної ваги.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У складі орного машинно-тракторного агрегату (МТА) домогтися цього можна шляхом застосування плугів, приєднаних за схемою «push-pull». Як показують теоретичні дослідження, за рахунок вертикальної складової тягового опору фронтального плуга збільшується довантаження передніх коліс, а значить і зчіпна вага трактора. У результаті це приводить як до певного зменшення його буксування, так і зниженню питомої витрати палива орним агрегатом у цілому [1-3].

Однак, при неправильному приєднанні фронтального плуга до енергетичного засобу може мати місце не довантаження, а навпаки – розвантаження передніх коліс трактора й неминуча при цьому втрата керованості й стійкості руху всього орного МТА. Теоретичними дослі-

дженнями встановлено, що щоб уникнути цього при використанні трактора з номінальним тяговим зусиллям 30...32 кН фронтальний плуг повинен мати два корпуси, а задній – 4 (схема «2+4») [4]. Трактор при цьому рухається правими колесами в борозні, фронтальний плуг приєднаний до нього в горизонтальній площині жорстко, а опорне колесо цього знаряддя розміщене поза борозною.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою цієї статті є виклад і аналіз результатів експериментальної оцінки тракторних, тягово-енергетичних і агротехнічних показників роботи орного агрегату за схемою «push-pull» із числом корпусів «2+4».

Виклад основного матеріалу досліджень

Методи та матеріали. Орний агрегат за схемою «2+4» складався із трактора ХТЗ-16131, фронтального двохкорпусного й задньонавішеного чотирьохкорпусного плугів (рис. 1 а).

Для порівняння з ним випробовували орний агрегат за схемою «0+5», що складається із цього ж трактора й задньонавішеного

АВТОРИ ВИПУСКУ

- A. Belous**, Phd, Associate Professor Sumy National Agrarian University, Ukraine
A. Pavlov Sumy National Agrarian University, Ukraine
A. Zhukov, Sumy Scientific Production Association, Ukraine
B. Antoshevsky, dr. of sc., professor, Kielce University of Technology, Poland
Cz. Kundera, Dr. of Sc., Professor, Kielce University of Technology, Poland
Ie. Konoplianchenko¹, Phd, Assoc. Professor Sumy National Agrarian University, Ukraine
K. Antoshevsky, Mgr. Ing. Kielce University Of Technology, Poland
S.M. Khursenko, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Assoc. Prof. Sumy National Agrarian University
V.O. Kravchenko, Cand. Sci. (Phys.-Math.) Sumy National Agrarian University
V.B. Loboda, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Prof. Sumy National Agrarian University
P. Karp Kielce University of Technology, Poland
V. Martynkovskyy, phd, associate professor, Sumy National Agrarian University, Ukraine
V. Tarelnyk, dr. of sc., professor, Sumy National Agrarian University, Ukraine
Адамчук В.В., д.т.н., професор, академік НААН, Національний науковий центр "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства"
Адамчук В.В., д.т.н., академік НААН, Національний науковий центр "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства"
Алієв Е.Б., к.т.н., завідувач відділу техніко-технологічного забезпечення насінництва Інститут олійних культур НААН
Анікєєв О.І., к.т.н., доцент, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка
Артёмов М.П., д.т.н., професор, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка
Барановський В.М., доктор технічних наук, професор, Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя
Блезнюк О.В. к.т.н., доцент, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка
Бондар М.М. к.пед.н., доц. Національний університет біоресурсів і природокористування України
Бондаренко А. І., к.т.н., доцент Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут"
Борак К.В. к.т.н. Житомирський агротехнічний коледж
Броварець О.О., к.т.н., доцент Національний університет біоресурсів і природокористування України
Булгаков В.М., д.т.н., академік НААН, Національний університет біоресурсів і природокористування України
Бурлака В.В. Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
Вовк О.Ю. Таврійський державний агротехнологічний університет
Войтюк Д.Г., к.т.н. проф., чл-кор. НААН України Національний університет біоресурсів і природокористування України
Волянський М.С., доцент Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
Герук С.Н., к.т.н., доцент, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України, п. Глеваха
Головач І.В., д.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України
Голуб Г.А., д.т.н., проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України
Горобей В.П., к.т.н., НВО "Селта" ННЦ "ІМЕСГ"
Гуменюк Ю.О., к.т.н., доцент Національний університет біоресурсів і природокористування України
Гулько Ю.Л., кандидат технічних наук, доцент, Луцький національний технічний університет
Гуцело А.В., Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка
Гуцол А.П., к.т.н., доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України
Дворук В.І. проф., д.т.н., Національний авіаційний університет м. Київ
Дидур В.В., к.т.н., докторант, Таврический государственный агротехнологический университет
Дидур В.А., д.т.н., проф., Таврический государственный агротехнологический университет
Дмитриков В.П., д.т.н., професор, Полтавська державна аграрна академія
Довбиш А. П., здобувач, Житомирського національного агроєкологічного університету
Жарков А.В., інженер, Таврійський державний агротехнологічний університет
Заєць М. Л., к.т.н., доцент Житомирський національний агроєкологічний університет
Золотовская Е.В., к.т.н., Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет
Івлєв В.О., Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка
Ігнат'єв Є. І., інженер, Таврійський державний агротехнологічний університет
Ігнат'єв Є. І. інж., Таврійський державний агротехнологічний університет
Каденко В.С., аспірант, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Україна
Калетнік Г.М., д.е.н., академік НААН, Вінницький національний аграрний університет
Квітка С.О., к.т.н., доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет
Кістечок О.Д., інженер, Таврійський державний агротехнологічний університет
Клец Д. М., д.т.н., доцент, Національного аерокосмічного університету імені М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"
Ковальов О.В., магістр, ст. викладач Таврійський державний агротехнологічний університет

Козаченко О.В., д.т.н., професор, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Україна
Коротов В.С. Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка
Котков В. І., к.т.н., доцент, Житомирського національного агроєко-логічного університету
Крук І.С., к.т.н., доцент Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск
Кувачов В. П., к.т.н., доцент Таврійський державний агротехнологічний університет
Кунденко М.П., д.т.н., професор Харківський національний університет сільського господарства імені Петра Василенка
Кухарець С.М., д.т.н., доц., Житомирський національний агроєкологічний університет
Кушлик Р.В. Таврійський державний агротехнологічний університет
Кушлик Р.Р. Таврійський державний агротехнологічний університет
Лабатюк Ю.М., к.т.н., молодший науковий співробітник Інститут олійних культур НААН
Лімонт А. С. Житомирський агротехнічний коледж
М.Снег, к.т.н. Західнопоморський технологічний університет, г. Щетин
Мироненко В.Г., д.т.н., професор ННЦ «ІМСЕГ» Національний університет біоресурсів і природокористування
Миронов А.С., к.т.н., доцент Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет
Мітков В. Б., к.т.н., доцент Таврійський державний агротехнологічний університет
Мітков В. О., магістрант Таврійський державний агротехнологічний університет
Надикто В.Т., доктор технічних наук, чл.-кор. НААН,
Надточій О.В., к.т.н., доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України
Назаренко І.П. Таврійський державний агротехнологічний університет
Назаров Ф.И., аспірант Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск
Нестерчук Д.М., к.т.н. Таврійський державний агротехнологічний університет
Ольшанський В.П., Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
Павленко С.І., к.т.н., доц., с.н.с. Національний університет біоресурсів і природокористування України
Пацула О.М., старший науковий співробітник Інститут олійних культур НААН
Попова І.О., к.т.н., доцент Таврійський державний агротехнологічний університет
Постнікова М.В., к.т.н., доцент Таврійський державний агротехнологічний університет
Прудка О.А., аспірантка Харківський національний університет сільського господарства імені Петра Василенка
Пустовіт С. В., к.т.н., старший викладач Житомирського національного агроєко-логічного університету
Радионов А.В., ООО «НПВП «Феррогидродинамика» (г. Николаев)
Семірненко Ю.І., к.т.н., доцент, Сумський національний аграрний університет
Сивак І.Н., к.т.н., доцент Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Сліпченко М.В. Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
Стребков О. А. Таврійський державний агротехнологічний університет
Теслюк В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України
Тітова Л.Л., к.т.н. Національний університет біоресурсів і природокористування України
Фришев С.Г., д-р техн. наук, проф. НУБіП України
Халіман Л.Г., студент Таврійський державний агротехнологічний університет
Харченко С.О. Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
Чигарев Ю.В., д.ф.-м.н., професор Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск
Човнюк Ю.В., к.т.н., проф., МКА Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Шведик М.С., кандидат технічних наук, доцент, Луцький національний технічний університет
Шкрегалі О.М., к.т.н., доцент Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Україна
Шолудько П.В., к.т.н., доцент Львівський національний аграрний університет
Ярош Я.Д., к.т.н., доц. Житомирський національний агроєкологічний університет