

неї з іншого боку, яке розміщено на поперечній осі симетрії агрозасобу, безпосередньо посередині між колесами. При цьому колеса з іншого боку залишаються у своєму прямолінійному нерухомому стані.

Для отримання щонайменшого радіусу траєкторії повороту, значення якого наближається до величини колії агрозасобу бажано, щоб

його колісна база була як можна меншою і не перевищувала за своїм абсолютним значенням 25% від величини колії.

За вказаною умовою щонайменшим є і кут повороту керованих коліс ширококолісного агрозасобу, що є бажаним з позиції технічного виконання механізму приводу та щонайменших енерговитрат на цей процес.

Список використаної літератури:

1. Controlled Traffic Farming – CTF [Електронний ресурс] / European Ltd: [офіц. веб-сайт]. – Режим доступу до ресурсу: www.controlledtrafficfarming.com.
2. Надикто В.Т. Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / В.Т. Надикто, В.О. Улексін. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. – 270 с.
3. Пат. 92174 Україна, МПК (2014.01) А01В49/00. Універсальне самохідне шасі для сільськогосподарської техніки / Міхновський К.П., Корнейчук В.М.; заявник і патентовласник Міхновський К.П., Корнейчук В.М. - № u201314879; заявл. 19.12.2013; опубл. 11.08.2014, Бюл. № 15.
4. Улексін В.О. Автоматизація керування транспортним засобом у мостовому землеробстві / В.О. Улексін // Вісник Харківського НТУСГ ім. П.Василенко. Вип.10, т.2. – 2011. - С. 101-110.
5. Кувачов В.П. Землевикористання при облаштуванні поля для роботи енерготехнологічних засобів мостового типу / В.П. Кувачов // Науковий вісник ТДАТУ.– 2013. – Вип.1, т.3. – С.116-126.

Кувачев В.П. КИНЕМАТИКА ПОВОРОТА ШИРОКОКОЛЕЙНЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ КОЛЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В работе приведены теоретические исследования влияния конструктивных параметров ширококолейных средств механизации сельскохозяйственного производства для колесной системы земледелия на его кинематические характеристики при повороте.

Ключевые слова: *путевое и мостовое земледелие, ширококолейный агрозасиб, кинематика пово-рота, конструктивно-кинематические параметры.*

Kuvachov V. THE KINEMATICS OF THE ROTATION THE WIDE SPAN TRACTOR OF AGRICULTURAL PRODUCTION FOR THE CONTROLLED TRAFFIC FARMING

In this paper the theoretical study of effect design parameters wide span tractor for the controlled traffic farming in its kinematic characteristics at rotation are presented.

Keywords: *track and bridges agriculture, the broad ahrozasisb, kinematics Povoia company, structural and kinematic parameters.*

Стаття надійшла в редакцію: 07.10.2016

Рецензент: д.ф.-м.н., проф. Кузема О.С.

УДК 631. 313.022.2

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗНАРЯДДА ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ – ДИСКАТОРА

О. І. Гапоненко, аспірант, УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Розглянуто особливості функціонування дискових ґрунтообробних агрегатів з кріпленням робочих органів на пружних стояках, що виконують просторове коливання навколо положення динамічної рівноваги. Розрахунками встановлено – спектр коливань включає гармоніку основного тону з частотою 2,3 Гц та амплітудою 5 град, що розкриває динамічний характер процесу взаємодії робочого органу з ґрунтом. Експериментально встановлено, що процес взаємодії дискового робочого органу на пружному стояку з ґрунтом є нестационарним, основна потужність коливань припадає на спектр 2 - 6,5 Гц. Обґрунтування зведеної маси на пружному стояку, дає можливість зменшити енергоємність процесу обробітку ґрунту на 7 %, не погіршуючи при цьому якість виконання технологічного процесу.

Ключові слова: *пружний стояк; динамічні характеристики; коливання; зведена маса; частота амплітуда; тяговий опір.*

Постановка проблеми. Вибір раціональної технології обробітку ґрунту передбачає комплекс заходів, не тільки ретельного розрахунку виробничих витрат, а й забезпечення збереження

родючості, підтримання на високому рівні фізичних властивостей ґрунту, його захист від ерозії, ефективно застосування добрив.

В сучасних тенденціях аграрного вироб-

ництва спостерігається впровадження спрощених поверхневих систем основного обробітку ґрунту. Мінімальне втручання в екосистему ґрунту проведенням технологічних операцій сприяє самовідновленню та саморегуляції стану ґрунту на що в значній мірі впливають рослинні рештки. Управління рослинними рештками на поверхні поля передбачає використання природних властивостей ґрунту повторювати свій життєвий цикл, що чинить вагомий вплив на урожайність сільськогосподарських культур (рис.1). Агротехнічна ефективність роботи на полі із значною кількістю рослинних решток оцінюється за показником адаптованості ґрунтообробних знарядь до вимог конкретних технологічних операцій.



Рис. 1. Принцип розкладання рослинних решток з одночасним збереженням вологи та запобіганням ерозії

Найпоширенішим технічним засобом для лущення стерні є дискові знаряддя (борони, дискатори), які подрібнюють та перемішують з ґрунтом рослинні рештки прискорюючи їх розкладання.

Покращені техніко-технологічні властивості мають дискові ґрунтообробні агрегати з окремим кріпленням кожного робочого органу (сферичного диска) до рами агрегату. Технічне рішення виконання конструкції кріплення з пружинної сталі (пружний стояк) дає можливість відхилятися робочому органу під дією реакції опору ґрунту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Характерними особливостями роботи більшості сільськогосподарських машин є змінні умови виконання технологічного процесу від дії ґрунтового середовища та неоднорідних властивостей матеріалів, що контактує з робочими органами. Дослідженнями процесів взаємодії ґрунтообробних робочих органів встановлених на пружних стояках з ґрунтом займались В.Е. Моргачев [1], Г.А. Рябцев [2], Є.Л. Кондратьев [3], Г.А. Моххамад [4], В.П. Базаров [5], І.А. Шевченко [6], С.А. Кушнар'єв [7], В.П. Дюжаєв [8], І. В. Ігнатенко [9], М. О. Донченко [10] та ін.

Загальним теоретичним і практичним основам роботи півсферичних дисків присвячено роботи В. П. Горячкина [11], Г. Н. Сінеокова, О.П. Панова [12], А. С. Кушнар'єва [13] та інших вчених.

Проте питанням динаміки руху півсферичних дисків на пружних стояках для отримання технологічного ефекту зниження тягового опору достатньої уваги не приділено.

Мета досліджень - особливості функціонування дискових ґрунтообробних агрегатів з кріпленням робочих органів на пружних стояках та можливості обґрунтування динамічних характеристик коливань для зниження тягового опору агрегату.

Викладення основного матеріалу. Геометрія пружних стояків обґрунтовується умовами міцності та просторово-компонувальними рішеннями агрегату [14]. Для розуміння процесу взаємодії дискового робочого органу з ґрунтом розглянуто динамічні характеристик пружного стояка виражені через амплітуду та частоту коливань.

Рух, робочого органу на пружному стояку, розглядався в системі відліку, що жорстко пов'язана з рамою агрегату і переміщується поступально разом з ним, являє собою просторове коливання навколо положення динамічної рівноваги, в теорії оцінене за узагальнюючим кутом λ (град), в енергетиці – тяговим опором (Н), в агротехніці – відхиленнями (мм). Виконано математичні розрахунки відхилень пружного стояка під час імітування технологічного процесу, від найбільш суттєвих факторів впливу: момент сил від опору ґрунту; момент сил пружності та зведеної маси системи «диск на пружному стояку — ґрунт» [15]. Стійкість коливань пружного стояка, в загальному випадку, визначається нелінійними диференціальними рівняннями з припущенням про їх не стаціонарність та те, що вони відбуваються за обмежений проміжок часу під дією безперервних збуджуючих сил.

Розрахунками встановлено – спектр коливань системи «диск на пружному стояку — ґрунт» включає гармоніку основного тону з частотою 2,3 Гц та амплітудою 5 град, що розкриває динамічний характер процесу взаємодії робочого органу з ґрунтом (рис. 2).

Амплітуда основного коливання змінюється на 1 град за еквівалентом 280 Н зведеної маси системи відповідно 32 кН/м жорсткості пружного стояка. Зміна частоти основного коливання на 1 Гц за еквівалентом 150 Н зведеної маси системи відповідно 27 кН/м жорсткості пружного стояка. Отримані закономірності (рис. 2) дають можливість підбирати конструкційні рішення для підвищення ефективності функціонування знарядь для поверхневого обробітку ґрунту обґрунтуванням параметрів стояка з врахуванням його динамічних характеристик.

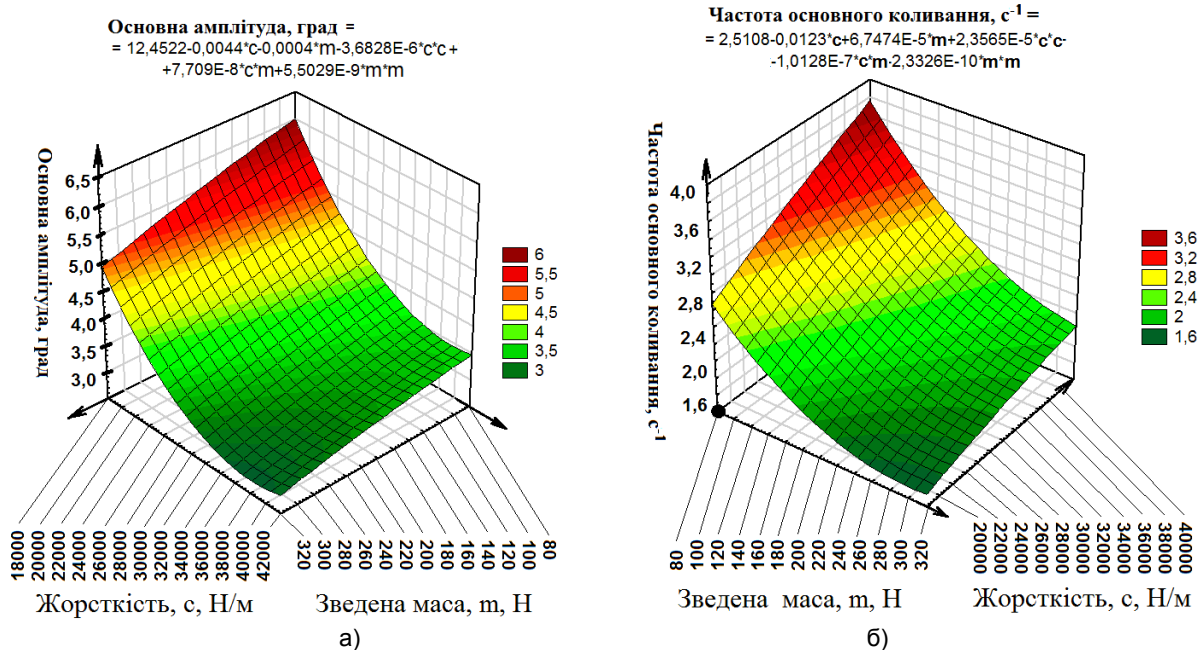


Рис. 2. Закономірності змін (просторові квадратичні апроксимації) амплітуди (а) і частоти б) коливань пружного стояка ($\bar{F}_{\text{лонору}} = 1200 \text{ Н}$)

В польових дослідженнях, моделювання зміни конструкційних параметрів пружних стояків проводилося додаванням баластного довантаження ($\approx 30 \text{ Н}$) до кріплення робочого органу з підшипниковим вузлом на дискаторі, що агрегувався з трактором тягового класу 1,4. Інтенсивність зовнішньої дії змінювалася поступальною швидкістю агрегата, фіксація процесу коливань стояка виконувалася за показниками тензодатчиків розміщених на поверхні пружного стояка.

За результатами експериментальних досліджень проведено аналіз процесу коливань пружного стояка з використанням швидкого перетворення Фур'є для виявлення прихованих періодичностей. Спектральний аналіз коливань пружного стояка виявляє, що втручання випадкового шуму (неоднорідностей ґрунту) переважає над енергією власних коливань (рис. 3).

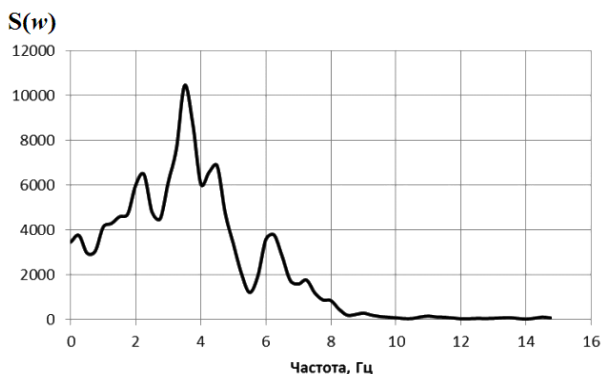


Рис. 3. Спектральний аналіз коливань пружного стояка під час польових досліджень ($\approx 2,3 \text{ Гц}$ – гармоніка основного коливання стояка; $\approx 3,5$ та $6,2 \text{ Гц}$ – гармоніки від неоднорідностей ґрунту; $\approx 4,4 \text{ Гц}$ – власні коливання пружного стояка та частота другорядного коливання)

Встановлено, що процес взаємодії дискового робочого органу на пружному стояку з ґрунтом є нестационарним, а його статистичні властивості змінюються в часі, основна потужність коливань припадає на спектр 2 - 6,5 Гц. Нестационарність процесу є наслідком швидкозмінних умов роботи в ґрунтового середовищі та впливу мезо- та мікрорельєфу поверхні поля. Коливання стояка — змішаний випадковий процес з полігармонічною детермінованою складовою, охарактеризувати який прийнято показниками середнього значення та середньоквадратичного відхилення для встановлення залежностей від експлуатаційних режимів роботи дискового знаряддя.

Теоретично неможливо визначити динамічну реакцію ґрунтового середовища на прикладену дію через робочий орган з причин неголономності та нестационарності зв'язку диску з ґрунтом. Тому, встановити будь-які залежності між конструкційними параметрами пружного стояка та величиною зниження тягового опору, при заданих якісних обмеженнях, можливо лише експериментальним шляхом, а процес взаємодії пружного стояка сферичного диска з ґрунтовым середовищем, з урахуванням випадкового характеру реакції ґрунту – обґрунтуванням динамічних характеристик стояків.

Отримані експериментальні залежності свідчать про зміну коливань пружного стояка на взаємодію з ґрунтовым середовищем у разі довантаження на робочому органі. Без довантаження (зведена маса 197 Н) зростання тягового опору від швидкості склало 17 %, а з довантаженням (плюс 29, 4 Н до зведеної маси) – 11 %, що вказує на вагомість впливу довантаження на перебіг процесу та викликано зростанням се-

редньоквадратичного відхилення (рис. 4). За поступальної швидкості агрегата 4 м/с різниця між варіантами довантаження становить 10 %.

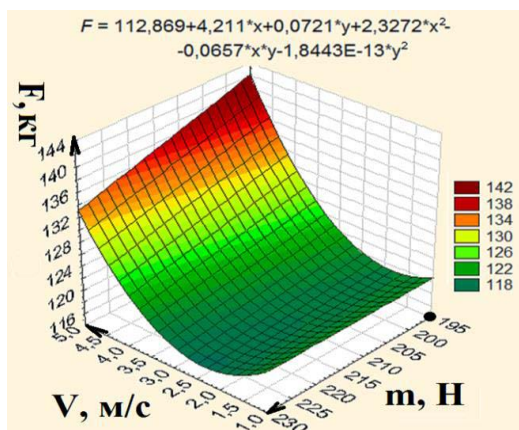


Рис. 4. Залежність середнього значення тягового опору від поступальної швидкості агрегата та зведеної маси (x – поступальна швидкість V; y – зведена маса m)

В розгляді впливу тягового опору на віброактивність пружного стояка (рис. 5) відмінність між варіантами 197 Н зведеної маси (без довантаження) та 227 Н (з довантаженням) становить від 3 до 20 %, що відповідає зростанню поступальної швидкості агрегата в 2 рази. Збільшення віброактивності пружного стояка обмежується вимогою дотримання стабільної глибини обробітку дисковим робочим органом в допустимих межах 1,5 см середньоквадратичного відхилення, під час досліджень порушення агровигоди спостерігалось на режимах більше 14,5 км/год.

Порівнюючи невизначеності вимірювань, можна зробити висновок, що з баластним довантаженням (невизначеність тягового опору 2,4 Н проти 4,6 Н без довантаження) вплив випадкових складових на процес взаємодії сферичного диска на пружному стояку з ґрунтом, щонайменше в півтора рази, менший. Тобто, збільшення віброактивності робочого органу, отримане в результатах досліджень, відбувається саме за рахунок коливань пружного стояка.

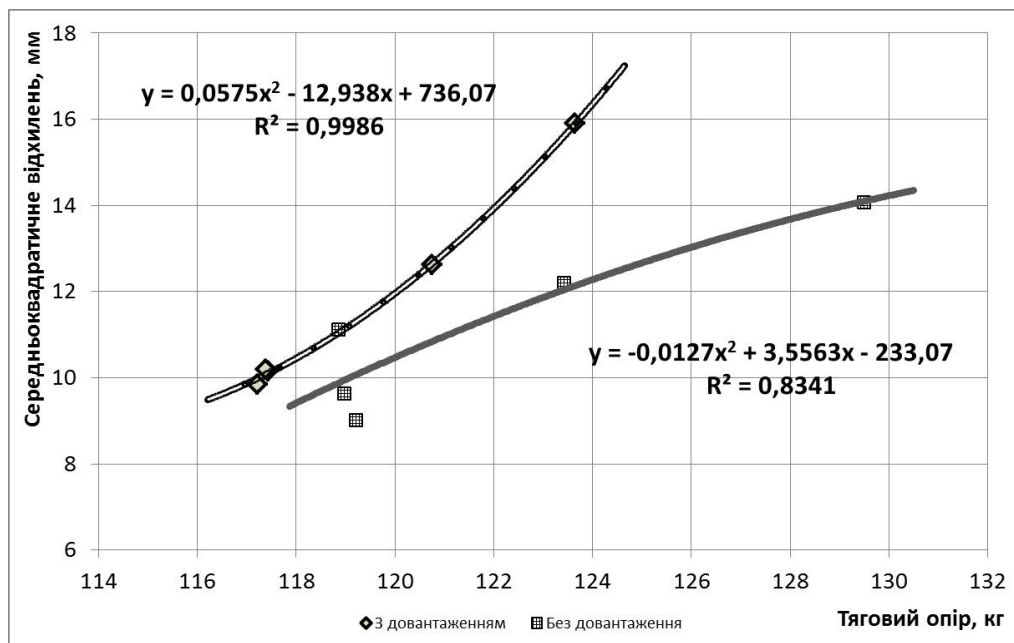


Рис. 5. Залежність рівня віброактивності пружного стояка від тягового опору

Оцінювання відповідності теоретичних розрахунків виконане на основі концепції невизначеності. Показник розширеної невизначеності визначає інтервал з рівнем довіри який приблизно дорівнює 95 % за допустимого нормального розподілу. З амплітуди основного коливання (рис. 2, а), що охоплює три середньоквадратичних відхилення в імовірнісному законі розподілу миттєвих значень показника, стандартна (експериментальна) невизначеність становить 0,7 – 1,87 град, а за теоретичними розрахунками 0,82 – 1,53 град і слугує підтвердженням адекватності теоретичних розрахунків.

Висновки. Встановлено, що застосування пружних стояків з визначеними в процесі до-

сліджень динамічними характеристиками та конструкційними параметрами: жорсткістю (20 – 40 кН/м), зведеною масою (100 – 300 Н), частотою (1,6 – 4 Гц та 3,5 – 7 Гц) та амплітудою (1 – 5 град та 2,5 град) коливань, у порівнянні з пружним стояком, параметри якого обґрунтовано функціональною необхідністю захисту робочого органу від перевантаження, дає можливість зменшити енергоємність процесу обробітку ґрунту дисковим робочим органом на 7 %, не погіршуючи при цьому якість виконання технологічного процесу.

В проектуванні регулюючих пристроїв та при налаштуванні глибини обробітку ґрунту агрегатом необхідно враховувати деформації пружного стояка від зовнішньої дії, а всі параметри ро-

бочого органу слід розглядати з врахуванням робочого положення стояка. При конструванні конструкції дискових агрегатів оптимальна зведена маса досягається способами у варіантах збільшених розмірів підшипникового вузла, дискового робочого органу, елементів кріплення чи баластним довантаженням.

Очікуваний економічний ефект від впровадження пружних стояків з дослідженими параметрами, досягається завдяки зменшенню тягового опору (витрат на паливно-мастильні матеріали на 7 %) і становить 3,82 грн/га/м ширини захвату агрегата.

Список використаної літератури:

1. Моргачев В. Е. Исследование и обоснование основных параметров культиватора с упругими стойками для работы на скоростях 9 – 15 км/час: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства» / Виктор Егорович Моргачев — Казань, 1973. – 28 с.
2. Рябцев Г.А. Технологические основы применения почвообрабатывающих машин с упругой подвеской рабочих органов: автореф. дис. на соискание уч. степени доктора техн. наук: спец. 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства» / Григорий Алексеевич Рябцев — Воронеж, 1973. – 58 с.
3. Кондратьев Е. Л. Исследование устойчивости движения рабочих органов культиватора на упругой подвеске на повышенных скоростях: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.06.01 «Сельскохозяйственные машины» / Евгений Леонидович Кондратьев — Ростов-на-Дону, 1974. – 25 с.
4. Моххамад Г. А. Изыскание и обоснование параметров культиваторных рабочих органов на упругой стойке: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства» / Моххамад Гиас Ахмед Вафа Заин Аль-Абидин — Москва, 1979. – 16 с.
5. Базаров В. П. Обоснование параметров нелинейных упругих навесок рабочих органов культиваторов: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства» / Валерий Павлович Базаров — Москва, 1985. – 18 с.
6. Шевченко И. А. Экспериментально-теоретическое обоснование параметров рабочих органов с упругими стойками культиваторов для предпосевной обработки почвы: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства» / Ирина Артуровна Шевченко — Москва, 1988. – 19 с.
7. Кушнарьев С.А. Обґрунтування енергозберігаючого технологічного процесу обробітку ґрунту та параметрів пружинних робочих органів для умов південної степової зони України: дис. канд. техн. наук.: спец. 05.20.01 «Механізація сільського господарства» / Кушнарьев Сергій Артурович — Глеваха, 1999. – 189 с.
8. Дюжаев В. П. Обґрунтування технологічних та конструктивних параметрів пружної підвіски корпуса плуга: автореф. дис. на здобуття вченого звання канд. техн. наук.: спец. 05.05.11 «Машины і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Володимир Петрович Дюжаев — Мелітополь, 2007. — 18 с.
9. Игнатенко И. В. Методы снижения энергозатрат почвообрабатывающих машин с упругозакрепленными рабочими органами: автореф. дис. на соискание уч. степени доктора техн. наук: спец. 05.20.01 «Технология и средства механизации сельского хозяйства» / Иван Васильевич Игнатенко — Ростов-на-Дону, 2003. – 38 с.
10. Донченко М. А. Влияние автоколебаний и релаксационных колебаний на эффективность применения упругих стоек при культивации почвы: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 «Технология и средства механизации сельского хозяйства» / Михаил Александрович Донченко — Санкт-Петербург-Павловск, 2004. – 18 с.
11. Горячкин В. П. Собрание сочинений. Том первый / В. П. Горячкин. – М. : Колос, 1965. – 714 с.
12. Синеоков Г. Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Синеоков Г. Н., Панов И. М. – М. : Машиностроение, 1977. – 328 с.
13. Кушнарьев А. С. Механико-технологические основы обработки почвы / А. С. Кушнарьев, В. И. Кочев. – К. : Урожай, 1989. – 138 с.
14. Гапоненко О.І. Програмування рівномірності обробітку дисковими робочими органами на пружних стійках / Олександр Іванович Гапоненко. // Зб. наук. пр. Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. — Вінниця, 2012. — Вип. 11 (66), Т. 2— С. 135 – 141.
15. Гапоненко О. І. Теоретичне обґрунтування параметрів пружних стійок для сферичних дисків / Олександр Іванович Гапоненко. // Механізація та електрифікація сільського господарства. — 2013. — Вип. 97, Т. 1 — С. 187 – 194.

Гапоненко А.И. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРУДИЯ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ - ДИСКАТОРА

Рассмотрены особенности функционирования дисковых почвообрабатывающих орудий с креплением рабочих органов на упругих стойках выполняющих пространственные колебания относительно положения динамического равновесия. Расчетно установлено – спектр колебаний содержит гармонику основного тона с частотой 2,3 Гц и амплитудой 5 град, раскрывая динамический характер взаимодействия рабочего органа с почвой. Экспериментально установлено, что процесс взаимодействия дискового рабочего органа на упругой стойке с почвой является нестационарным, основная мощность колебаний содержится в спектре 2 - 6,5 Гц. Обоснования приведенной массы на упругой стойке позволяет снизить энергоемкость процесса обработки почвы на 7%, при этом не нарушая качественных требований к технологическому процессу.

Ключевые слова: упругая стойка; динамические характеристики; колебания; приведенная масса; частота; амплитуда; тяговое сопротивление.

Gaponenko O.I. IMPROVED TOOLS FOR SURFACE PROCESSING OF SOIL – DISC HARROW

Considered the features of the functioning disk tillers with fastening on the working bodies of the elastic shank perform spatial fluctuations relative to the dynamic equilibrium position. Calculation found – oscillation spectrum contains harmonic pitch with a frequency of 2.3 Hz and amplitude of 5 degrees, revealing the dynamic nature of the working body of the interaction with the soil. It was established experimentally – the interaction of the working disk body on the elastic shank with soil is non-stationary, the main power fluctuations is contained in the range of 2 - 6.5 Hz. Rationale reduced mass on an elastic shank helps reduce the draft force of the soil processing by 7%, without disturbing the quality process requirements.

Keywords: elastic shank; dynamic properties; fluctuations; reduced mass; frequency; amplitude; draft force.

Стаття надійшла в редакцію: 06.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Топілін Г.Є.

УДК 631.12/631.55

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБАХ ЧЕРЕЗ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ПОСЛУГ НА ВИКОНАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ

О. В. Таценко, ст. викладач, Сумський національний аграрний університет

Пропонована стаття розглядає методичні підходи до обґрунтування потреби в технічних засобах (збиральних машинах) через прогнозування попиту послуг на виконання механізованих збиральних робіт.

Ключові слова: методика, технічні засоби, потреба в технічних засобах, збирання, збиральні машини, попит послуг, прогнозування.

Постановка проблеми. В теперішній час господарства будь-якої форми власності мають велику потребу в сучасних високопродуктивних машинних агрегатах. Готовність їх власного парку тракторів і сільськогосподарських машин на період напруженої кампанії сільськогосподарських робіт, завжди складає біля 40...50% від загальної готовності всього парку тракторів і сільськогосподарських машин. Беручи до уваги, неплатежоспроможність власників машин різних форм власності, і неможливість більшості підприємств виконати весь об'єм механізованих робіт в заданий агротехнічний термін, створюються умови для функціонування приватних підприємств, машинних парків по виконанню різноманітних сільськогосподарських робіт.

Успішне функціонування підприємств даного виду, в першу чергу, залежить від потреб в даних послугах самих власників сільськогосподарської техніки і господарів земельних ресурсів. Також відомо, що можливості машинних парків обумов-

люються продуктивністю машинних агрегатів, що обмежує їх економічні, технічні і технологічні показники, тому діяльність даних підприємств та машинних парків повинна включати:

- процес визначення співвідношення між числом машин визначеної марки і об'ємом виконуваних механізованих робіт, номенклатурою і кількістю необхідних механізованих робіт на протязі року, а також їх вартістю;

- виявлення причин неефективного використання машинних агрегатів, розробку міроприємств по їх усуненню;

- дослідження закономірностей зміни попиту послуг з метою оптимізації річних об'ємів виконуваних механізованих робіт машинними парками;

- розробку методики прогнозування попиту послуг і критеріїв, які будуть характеризувати його в зв'язку зі зміною кількості і якості машинно-тракторного парку.

Також успішне функціонування підприємств по виконанню механізованих сільськогосподарсь-