

2. Получены формулы, определяющие напряженное состояние в почве и напряжение, действующее на дождевого червя от колесных движителей сельскохозяйственной техники с учетом физических свойств почвы.

#### **Список використаної літератури:**

1. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути решения. / Русанов В.А. – М.: ВИМ, – 1998, с. 367
2. Чигарев Ю.В. Математические основы механики почв. / Чигарев Ю.В., Синкевич П.Н. – Мн: УП «Технопринт» –2004, с. 163
3. Chigarev Yu. Opracowanie modelu agroekosystemu z uwzględnieniem ożywionych i nieożywionych składników gleby. / Chigarev Yu., Jan B. Dawidowski, R. Nowowiejski. // Inżynieria Rolnicza. 3(63), Kraków, 2005, s. 111-117
4. Куллен Л., Куперс Х. Современная земледельческая механика. / Куллен Л., Куперс Х. – М.: Агропромиздат, – 1986, с.349
5. Гуськов В.В. Тракторы теория. / Гуськов В.В., Велев Н.Н., Атаманов Ю.Е., Бочаров Н.Ф., Ксеневиц И.П., Солонский А.С. – М.: Машиностроение, – 1988, с.37
6. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв. / Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. – М.: Агропромиздат, 1986. с.416
7. Цитович Н.А. Механика грунтов. / Цитович Н.А. – М.: Высшая школа, 1983,с. 288
8. Чигарев Ю.В. Определение плотности почвы между почвозацепами / Чигарев Ю.В. и др. // Агропанорама. – №6(100), 2013. – с. 37 – 41.

#### ***Yu.V.Chigarev, I.S.Kruk, M.Sneg, S.N.Geruk, F.I.Nazarov Models soil conservation ecological community in addressing its agricultural seal thrusters***

*The results of theoretical and laboratory studies of the interaction between agricultural units pochvozatsepov tires with soil. Dependences for determining stresses in the soil and the stress acting on the earthworm propulsion wheel of agricultural art in view of the physical properties of the soil.*

#### ***Ю.В.Чигарев, И.С.Крук, М.Снег, С.Н.Герук, Ф.И.Назаров Моделі збереження біоценозу почв у вирішенні проблеми її ущільнення сільськогосподарськими рушієм***

*Наведено результати теоретичних і лабораторних досліджень процесу взаємодії почвозацепов шин сільськогосподарських агрегатів з ґрунтом. Запропоновано залежності для визначення напруги в ґрунті і напруг, що діють на дощового хробака, від колісних рушіїв сільськогосподарської техніки з урахуванням фізичних властивостей ґрунту.*

Стаття надійшла в редакцію: 27.09.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Гецович Є.М.

УДК. 631.312

#### **АЛЬТЕРНАТИВНИЙ СПОСІБ ГЛИБОКОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

**В. Б. Мітков**, к.т.н., доцент

**В. П. Кувачов**, к.т.н., доцент

**Є. І. Ігнат'єв** інженер

**В. О. Мітков**, магістрант

Таврійський державний агротехнологічний університет

*При виборі оптимального способу механічної обробки ґрунту кожний землевласник переслідує одну головну мету – створення оптимального орного шару для вирощування сільськогосподарських культур. Метою досліджень є підвищення якості механічної обробки ґрунту, зниження енергетичних витрат у результаті використання плоскоріза-глибокородпушувача, що може здійснювати одночасно дві операції: розпушування поверхневого шару ґрунту й розуцільнення нижнього його горизонту. Розроблений і запатентований ґрунтообробний робочий орган, що виконує безвідвальну обробку верхнього шару ґрунту плоскорізними лапами з одночасним розуцільненням нижнього шару за допомогою глибокородпушувачів, дозволяє зберегти на поверхні обробленого поля пожнивні залишки й розпушити нижні шари ґрунту, забезпечуючи необхідний водно-повітряний режим. Механічна обробка ґрунту цим знаряддям відповідає критеріям якості обробки, така обробка найбільше відповідає агротехнічним вимогам при вирощуванні таких культур, як соняшник, кукурудза, цукровий буряк. Пропонований спосіб обробки ґрунту забезпечує економію палива до 10 кг/га за рахунок*

скорочення кількості операцій. Енергоємність технологічного процесу знижується до 50% за рахунок зменшення кількості технологічних операцій на підготовку ґрунту.

**Ключові слова:** ґрунт, плоскоріз, глибкорозпушувач, безвідвальна обробка, гумус, родючість.

**Постановка проблеми.** Основний обробіток ґрунту є найбільш енергоємним у сучасному землеробстві, який передбачає підготовку ґрунту до нормального проростання і розвитку культурних рослин. Приділяючи увагу питанню винаходу нових, більш досконалих ґрунтообробних органів можна справити великий вплив на розвиток сільськогосподарства, покращити стан ґрунтів, зменшити енергоємність обробки ґрунту, покращити родючість.

В статті розглядається питання глибокого обробітку ґрунту, з метою розробки нових ґрунтообробних робочих органів, які забезпечують більш якісний обробіток та зменшують ерозійні процеси. Основна увага приділяється збереженню родючості ґрунту та використанню засобів у екологічному землеробстві.

Для будь-якого типу ґрунту характерні три шари [1]: орний, «плужна підшошва», що виникає від впливу лемешів плугів і лез ґрунтообробних знарядь і підорний горизонт. «Плужна підшошва», що утворюється під час роботи плугів і лез ґрунтообробних знарядь збільшує щільність ґрунту в даному шарі до  $1,7 \text{ г/см}^3$  [2], що значно більше оптимальних значень  $1,1-1,3 \text{ г/см}^3$ . Товщина шару «плужної підшошви» може досягати 17 см, в залежності від типу робочих органів, маси знаряддя, числа обробок, ступеню вологості і складу ґрунту [3]. Таке ущільнення шарів погіршує структуру ґрунту, зменшує наповнення його гумусом, скорочує кількість пор, які є основними шляхами для просування води і повітря [4,5]. Коріння культивованих рослин не в змозі подолати таке ущільнення ґрунту, проникнути глибше і досягти води з більш глибоких шарів. Все це негативно впливає на родючість ґрунту та знижує врожайність с.г. культур.

Поряд з ущільненням ґрунту від ґрунтообробних знарядь додатковий вплив на цей процес надає багаторазові проходи по полю мобільних енергетичних засобів, а також сільськогосподарських машин. Сумарна площа їх слідів на полі перевищує площу оброблюваної ділянки в 1,5-2 рази [2], що призводить до зниження врожайності зернових культур на цих ділянках до 40...65% [6].

Правильний вибір способу механічного обробітку, що враховує тип ґрунту, різновид, загальну кількість проходів агрегатів по полю та регіон України, забезпечить збереження і поліпшення фізико-хімічних властивостей та підвищення родючості ґрунту, а це є однією з найбільш важливих проблем при виробництві сільськогосподарських культур.

**Аналіз останніх досліджень.** В даний час у більшості сільськогосподарських підприємств використовується відвальна система обробітку

ґрунту. Ця система передбачає в якості основного обробітку – осінню оранку з обертом прошарку ґрунту та застосуванням передплужників та кутознімачів. Культурна оранка, таким чином, являється головною ланкою інтенсивного землеробства.

Недоліками цієї системи обробки являється деградація якості ґрунту за рахунок прискореної мінералізації гумусу в верхньому шарі ґрунту. Висока гребнистість підвищує вплив водяної та повітряної ерозії. Необхідність приводити у дію клиноподібний робочий орган з горизонтальним різанням через тягове зусилля потребує застосування важких тракторів, які ущільнюють ґрунт на глибину більшу ніж хід лемеха плуга, що сприяє утворенню плужної підшошви – переущільненого прошарку ґрунту, розташованого нижче орного шару. Плужна підшошва перешкоджає нормальному газо- і водообміну в ґрунті, заважає розвитку кореневої системи культурних рослин і, як наслідок, призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур. Щільність ґрунту в горизонті після триразового проходу плуга підвищується до  $1,7 \text{ г/см}^3$  [7], що не дозволяє кореневій системі вирощуваних культур проникати до запасів ґрунтової вологи в підорному шарі. Ущільнений таким чином ґрунт втрачає структуру, яка не відновлюється суто механічним розпушенням.

Плоскорізний (безвідвальний) обробіток ґрунту добре розпушує верхній шар, при цьому оброблена поверхня рівна і не потребує проведення додаткових операцій. При такій обробці на поверхні поля зберігається до 80-85% [8] стерні та пожнивних залишків, що сприяє хорошему снігозатриманню, накопиченню і збереженню вологи та зменшенню видування і змиву ґрунту. Плоскорізний обробіток ґрунту підвищує коефіцієнт гуміфікації органічної речовини порівняно з оранкою на 25...30% [8], а збільшення накопичення гумусу – це фундамент родючості ґрунту. Тому цей прийом обробітку ґрунту знаходить найбільше застосування в мало засніжених і посушливих південних регіонах України. До недоліків цього способу слід віднести, це утворення ущільненого підорного шару ґрунту від впливу лез плоскорізів (як при відвальному обробітку ґрунту) та деяке підвищення забур'яненості посівів.

Що стосується мінімального обробітку ґрунту, то ця технологія в останні роки знаходить все більш широке застосування. Тому що невтручання в ґрунтову екосистему дозволяє більш повільними темпами знижувати цінний природний ресурс – родючість ґрунту. Однак ця технологія вимагає великих грошових витрат на застосування засобів захисту від бур'янів та для забезпе-

чення життєдіяльності культивованих рослин.

Перераховані вище способи механічного обробітку ґрунту (відвальний та безвідвальний) мають один спільний недолік, який впливає із суті інтенсивного землеробства – це ущільнення підорного шару ґрунту, що вимагає проведення його розуцільнення та розпушування.

Виробники сільськогосподарських знарядь пропонують в даний час використовувати глибокорозпушувачі, які дозволяють розпушувати ґрунт на глибину від 45см до 60 см. Як самостійну операцію глибоке розпушування проводять замість оранки, як додаткову, після роботи плугів або плоскорізів, для розуцільнення нижніх шарів ґрунту, необхідних в формуванні нормальної кореневої системи рослин.

Механічний обробіток поверхневого шару ґрунту і глибоке розпушування нижнього горизонту в даний час проводяться як самостійні операції із застосуванням різних ґрунтообробних робочих органів. Це збільшує енерговитрати технологічного процесу підготовки ґрунту.

Існуючі ґрунтообробні знаряддя не забезпечують за один прохід знаряддя по полю необхідну якість оброблення ґрунту по глибині. Тому виникає необхідність у розробці такого ґрунтообробного знаряддя, яке забезпечує за один прохід агрегату по полю агротехнологічну якість обробітку ґрунту.

**Постановка задачі.** Метою наших досліджень є підвищення якості механічного обробітку ґрунту, зниження енерговитрат в результаті використання плоскоріза-глибокорозпушувача, який може здійснювати одночасно дві операції: розпушування поверхневого шару ґрунту і розуцільнення нижнього його горизонту.

**Виклад основного матеріалу.** Традиційний інтенсивний механічний обробіток ґрунту, це коли на поверхні утворюються частинки розміром

0,1...1мм. Вони здатні легко пересуватися по поверхні поля під впливом вітру. Способи обробітку ґрунту, при яких на поверхні не зберігаються поживні і рослинні залишки призводить до щорічної безповоротної втрати ґрунту 1т/га [9].

Тому механічний обробіток повинен забезпечувати мінімальне руйнування та кришення верхнього шару ґрунту. Це викликає зменшення водної та вітрової ерозії та сприяє зростанню вмісту гумусу до 3,5...4% [4], що підвищує родючість ґрунту.

Природно-кліматичні умови півдня України, це мала кількість снігу в зимовий період, недостатня кількість опадів, наявність сильних вітрів і бурь. Тому доцільно застосовувати такий спосіб механічного обробітку ґрунту, при якому забезпечуються агрономічні вимоги до якості його обробітку. Тобто збереження на необробленій поверхні поля запасів стерні, поживних залишків та одночасне глибоке розуцільнення нижнього горизонту ґрунту для поглинання вологи і забезпечення оптимального водно-повітряного режиму.

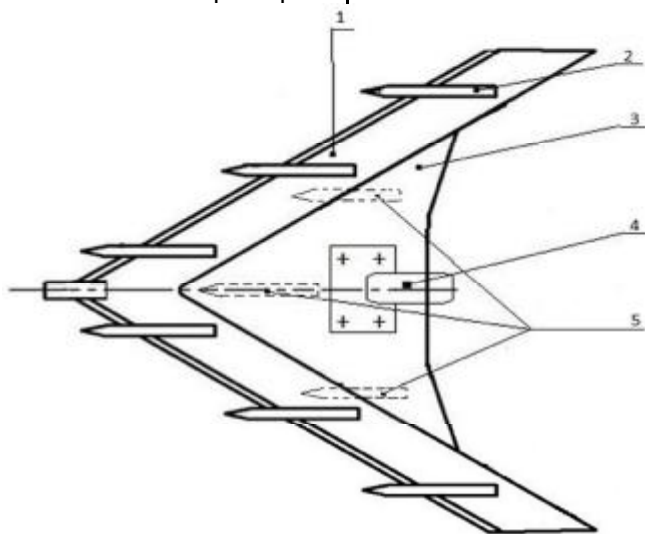
Ефективність запропонованого способу механічної обробки ґрунту оцінюється виразом [10]:

$$E = P_v - B,$$

де  $P_v$  – вироблена продукції, грн;  $B$  – витрати (праця, капітал, енергія, матеріали), грн/га.

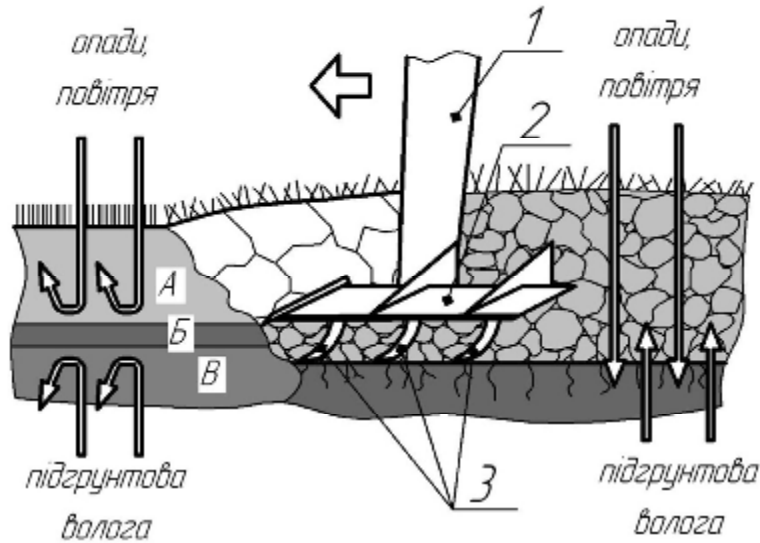
Виникає необхідність у розробці такої конструкції робочого органу, який би за один прохід виконував ці дві технологічні операції.

Науковцями ТДАТУ розроблений і запатентований ґрунтообробний робочий орган (рис.1), який виконує безвідвальний обробіток верхнього шару ґрунту плоскорізними лапами 1 з одночасним розуцільненням нижнього шару за допомогою глибокорозрихлювачів 5.



1 – плоскорізна лапа; 2 – клиновидні пластини; 3 – обійма; 4 – стійка; 5 – глибокорозрихлювачі  
Рисунок 1 – Ґрунтообробний робочий орган (плоскоріз-глибокорозпушувач).

Процес механічного обробітку ґрунту запропонованим ґрунтообробним знаряддям зображено на рис. 2.

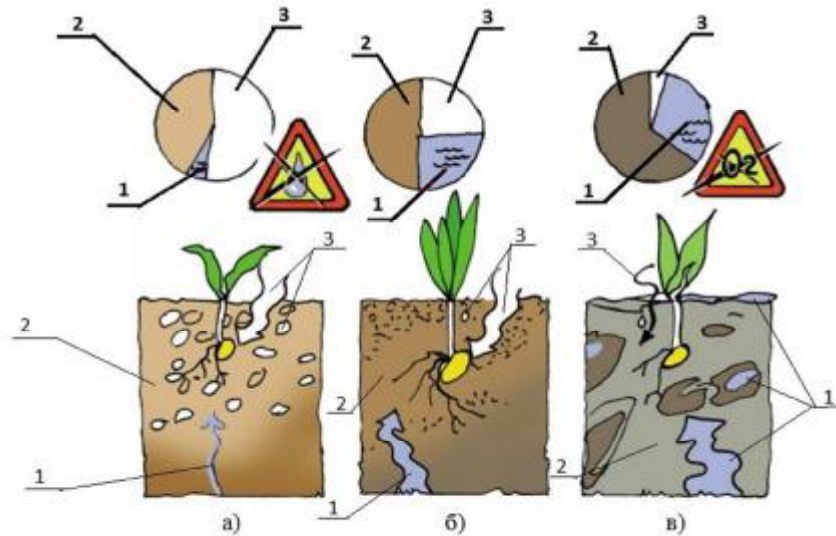


А – шар ґрунту, який обробляється традиційним ґрунтообробним знаряддям,  
Б – плужна підшва, В – нижні шари ґрунту

Рисунок 2 – Схема обробітку ґрунту плоскорізом-глибокорозпушувачем.

Запропонований спосіб механічного обробітку ґрунту за один прохід знаряддя по полю дозволяє отримати необхідну щільність ґрунту по всій глибині оброблюваного шару, що забезпечує

необхідний водно-повітряний режим у ґрунті, добрий розвиток кореневої системи культивованих рослин (рис. 3).



1 – вода; 2 – ґрунт; 3 – повітря

Рисунок 3 - Вплив структури і щільності ґрунту на ріст кореневої системи рослин:

а) недостатній доступ води; б) оптимальна щільність по глибині, достатня кількість води і повітря;  
в) підвищена щільність ґрунту, верхні шари перенасичені водою, обмежений доступ кисню.

З рисунку 3 бачимо, що ущільнення ґрунту призводить до зменшення кількості пор, у результаті чого ускладнюється доступ води і повітря до кореневої системи рослин, що гальмує їх нормальний ріст та, відповідно, знижує врожайність с.г. культур.

**Висновки 1.** Запропонований плоскорізо-глибокорозпушувач, що виконує одночасно дві технологічні операції, за рахунок розпушування верхнього шару ґрунту і розуцільнення його нижнього горизонту, дозволяє зберегти на поверхні

обробленого шару ґрунту поживні залишки та розуцільнити нижні шари ґрунту забезпечуючи необхідний водно-повітряний режим. Це призводить до поліпшення родючості ґрунту.

2. Механічний обробіток ґрунту плоскорізо-глибокорозпушувачем відповідає критеріям якості обробітку: ступінь подрібнення знаходиться в межах необхідних значень, розміри структурних агрегатів ґрунту складають 8-10мм.

3. Формування необхідного рівноважного стану ґрунту по глибині обробітку сприяє доброму

проростання кореневої системи і збільшенню врожайності культивованих рослин.

4. Такий технологічний прийом механічного обробітку ґрунту найбільш відповідає агротехнічним вимогам при вирощуванні таких культур, як соняшник, кукурудза, цукрові буряки.

5. Пропонований спосіб обробітку ґрунту забезпечує економію палива до 10кг/га за рахунок скорочення операцій.

6. Енергоємність технологічного процесу знижується до 50% за рахунок зменшення кількості технологічних операцій на підготовку ґрунту.

#### **Список використаної літератури:**

1. Панченко А. Н. Теория изменения почвы / А. Н. Панченко. Днепропетровский государственный аграрный университет, – Днепропетровск, 1999. – 140с.
2. Русанов В. А. Изменения затрат энергии на обработку почвы при её уплотнении различными ходовыми системами / В. А. Русанов, И. С. Небочин, Н. Н. Фиронов // Тр. ВИМ, 1981. – т.91. с. 48-64.
3. Сыроева Р. Ю. Снижение уплотнения почвы разработкой и применением рыхлителя подповерхностно-демпфирующего слоя перед движителем трактора // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Пенза, 2013.
4. Кушнарьев А. С. Новые научные подходы к выбору способа обработки почвы / А. С. Кушнарьев, В. І. Кравчук // Техніка і технології АПК, 2010. – №5, – с. 6-10.
5. Кушнарьев А. С. Уменьшение вредного воздействия на почву рабочих органов и ходовых систем машинных агрегатов при внедрении промышленных технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А. С. Кушнарьев, В. М. Мацепуро. – М.: ВСХИЗО, 1986. – 56 с.
6. Карапетян М. А. Повышение эффективности технологических процессов путём уменьшения уплотнений почвы ходовыми системами сельскохозяйственных тракторов // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук. – Москва, 2010.
7. Калинин А. Б. Система обработки почвы в энергосберегающих технологиях / А. Б. Калинин, Ю. Н. Сидыганов // Аграрна наука. – М., 2004. с. 15-19.
8. Интернет ресурс: <http://fermerland.com>.
9. Бегей С. В. Екологічне землеробство: Підручник / С. В. Бегей, А. І. Шувар. – Львів. «Новий світ-2000», 2007. – 429с.
10. Бледных В. В. Проблема обработки почвы / В. В. Бледных // Достижения науки и техники АПК, 2010. – №10. – с. 53-54.

#### ***В. Б. Митков, В. П. Кувачов, Е. И. Игнатъев, В. О. Митков Альтернативный способ глубокой обработки почвы в условиях юга Украины***

*При выборе оптимального способа механической обработки грунта каждый землевладелец преследует одну главную цель - создание оптимального пахотного пласта для выращивания сельскохозяйственных культур. Целью исследований является повышение качества механического возделывания грунта, снижение энергетических затрат в результате использования плоскореза-глубокорыхлителя, который может осуществлять одновременно две операции: рыхление поверхностного пласта грунта и разуплотнение нижнего его горизонта. Разработанный и запатентованный почвообрабатывающий рабочий орган, который выполняет безотвальное возделывание верхнего пласта почвы плоскорезными лапами с одновременным разуплотнением нижнего пласта с помощью глубокорыхлителей, позволяет сохранить на поверхности обработанного поля пожнивные остатки и разрыхлить нижние пласты грунта и обеспечить необходимый водно-воздушный режим. Механическое возделывание почвы этим орудием отвечает критериям качества возделывания, такая обработка наиболее отвечает агротехническим требованиям при выращивании таких культур, как подсолнечник, кукуруза, сахарная свекла. Предлагаемый способ возделывания грунта обеспечивает экономию топлива до 10 кг/га за счет сокращения количества операций. Энергоёмкость технологического процесса снижается до 50% за счет уменьшения количества технологических операций на подготовку почвы.*

**Ключевые слова:** почва, плоскорез, глубокорыхлитель, безотвальная обработка, гумус, плодородие.

#### ***V.B. Mitkov, V.P. Kuvachov, Ye. I. Ihnatiev, V.O. Mitkov Alternative way of deep soil cultivation in the conditions of the south of Ukraine***

*At a choice of an optimum way of machining of soil each land owner pursues one main aim - creation an optimum arable layer for cultivation of crops. The purpose of researches is improvement of quality of mechanical cultivation of soil, decrease in power expenses as a result of use of the boardless-subsoiler implement which can carry out at the same time two operations: loosening of surface layer of soil and decompaction of its lower layer. Scientists of university developed and patented soil-cultivating working body which carries out the moldboardless tillage of upper layer with a simultaneous decompaction of the lower layer by*

means of subsoiler, allows to keep crop residues on a surface of a tilled field and to loosen the lower layers of soil, providing the necessary water-air regime. Mechanical cultivation of the soil this boardless-subsoiler implement respond to criteria of quality of soil cultivation and this type of soil processing most meets to the agrotechnical requirements at growing crops such as sunflower, corn, sugar beet. The offered way of soil cultivation provides fuel savings of up to 10 kg per hectare due to reduction of number of operations. The energy intensity of technology process decreases to 50% due to reduction of number of technology operations for the preparation of the soil.

**Key words:** soil, boardless plough, deep-ripper, moldboardless tillage, humus, fertility.

Стаття надійшла в редакцію: 01.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Гецович Є.М.

УДК 621.83.062.1

## МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ ДЛЯ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ

**А. І. Бондаренко**, к.т.н., доцент Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут",

**Д. М. Клець**, д.т.н., доцент Національного аерокосмічного університету імені М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

В роботі наведено методологію визначення раціональної структури та конструктивних параметрів гідрооб'ємно-механічних трансмісій для колісних тракторів, яка базується на орієнтуванні не тільки на кінематичні, силові та енергетичні параметри трансмісії при виконанні трактором технологічної операції «оранка», а й враховує особливості гальмування різноманітними способами та кількісні показники ергономічності трактора.

**Ключові слова:** колісний трактор, гідрооб'ємна трансмісія, кінематичні та силові характеристики робочого процесу, динаміка гальмування.

Постановка проблеми. Агропромисловий комплекс є одним із найважливіших секторів економіки України, від рівня розвитку і стабільності функціонування якого залежить продовольча безпека країни. Постійне збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, різкі коливання в потребі транспорту протягом року є передумовами зростання використання колісних тракторів в сільському господарстві.

Прагнення до безступінчастого регулювання швидкості та тягового зусилля, підвищення ергономічних властивостей при виконанні різноманітних технологічних операцій стало головною причиною збільшення обсягу виробництва колісних сільськогосподарських тракторів з гідрооб'ємно-механічними трансмісіями (ГОМТ) у світі.

Незважаючи на достатню розповсюдженість ГОМТ в тракторобудуванні, сучасні конструкції трансмісій даного типу потребують подальшого удосконалення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено, що двопотокові ГОМТ представляють зараз єдиний вид безступінчастих передач, якими серійно обладнуються сільськогосподарські трактори. При цьому конструкції ГОМТ розвиваються у бік збільшення частини потужності, що передається механічним шляхом і зменшення числа фрикційних багатодискових муфт, відповідно зменшення кількості діапазонів (піддіапазонів) і складних механічних частин [1].

У переважній більшості розглянутих робіт автори пропонують структуру, основні конструк-

тивні параметри двопотокових ГОМТ та формулюють рекомендації стосовно вибору способу реалізації службового та екстреного гальмування колісних тракторів з безступінчастими трансмісіями, орієнтуючись лише на особистий конструкторський досвід та керуючись евристичним методом. Наявність кількісних та якісних закономірностей зміни кінематичних, силових та енергетичних параметрів ГОМТ дозволила б не тільки знизити час на розробку ГОМТ, а й суттєво підвищити ефективність трансмісій ще на стадії проектування колісних тракторів.

Перспективним з точки зору підвищення не тільки рівня безпеки дорожнього руху, а й технічного рівня колісних тракторів з ГОМТ є:

- × відмова від використання перемикачів з піддіапазона на піддіапазон, оскільки перемикач може супроводжуватися стрибкоподібною зміною тиску робочої рідини, що призводить до ударних режимів в ГОП і зниженню її ресурсу, крім того, покриття всього діапазону швидкості за рахунок зміни лише відносного параметру регулювання ГОП призводить до суттєвого спрощення конструкції трансмісії [1];
- × запобігання циркуляції потужності у замкнутому контурі ГОМТ при виконанні основних технологічних операцій [2];
- × підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) трансмісії [3];
- × зниження навантаження як на гідравлічну (гідромашини), так і елементи механічної (планетарний ряд (ПР) та зчеплення) частини ГОМТ в процесі