

Providing road safety in road transport is a complex task, which requires a systematic approach, due to the creation of an effective road safety management system, the implementation of modern methods of solving problems of organization and management of traffic, as well as its safety, the introduction of domestic and foreign development experience Automated and intelligent traffic management systems, the development of effective application of regulatory, Information, technical, methodical, expert, educational tools and technologies.

Key words: accidents, road transport, traffic safety, road traffic accidents, traffic rules

УДК 631.333.5

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ТУКОВИСІВНОГО АПАРАТА СПІРАЛЬНОГО ТИПУ НА ЯКІСТЬ РОЗПОДІЛУ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

**О. П. Деркач, кандидат історичних наук
М. П. Матвієнко, студентка
e-mail: oleksiy.derkach@gmail.com**

Анотація. *Якість поверхневого внесення твердих мінеральних добрив в значній мірі залежить від рівномірності їх розподілення по ширині захвату машини. Зниження нерівномірності поверхневого внесення твердих мінеральних добрив на 1% призводить до приросту врожаю на 1% і навпаки. Для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив застосовують розкидачі з дисковими робочими органами, які становлять 90% від загальної кількості машин, та розкидачі з штанговими робочими органами, які можуть бути пневматичними або механічними. Розкидачі з відцентровими дисковими робочими органами мають суттєвий недолік – високу нерівномірність розподілення добрив по поверхні поля. Серед механічних штангових робочих органів найбільшого поширення отримали машини зі шнековими і спіральними туковисівними апаратами. Вони використовуються як для основного, так і для локального внесення твердих мінеральних добрив. Дозування добрив у спіральних туковисівних апаратах здійснюють через отвори з регульованим перетином, що розташовані в нижній частині кожуха та через отвори постійного перетину. Недоліком апаратів*

© О. П. Деркач, М. П. Матвієнко, 2017

з регульованим перетином, що розташовані в нижній частині кожуха є те, що регулювання площі висівного отвору при зміні норми внесення є складним технічним завданням, так як на продуктивність отвору впливають його форма і розмір, висота шару добрив, фізико-механічні властивості добрив та їх вологість. Для забезпечення рівномірного розподілу добрив у спіральних туковисівних апаратах використовують конструкцію, в якій верхня кромка висівних отворів розташована вище верхньої межі сипкого тіла, а площа поперечного перерізу всіх отворів забезпечує максимально необхідну продуктивність. Експериментально було виявлено вплив конструктивних параметрів і режимів роботи такого спірального туковисівного апарату та його елементів на рівномірність розподілу мінеральних добрив по ширині захвату машини. На підставі цього проведено обґрунтування досліджуваних факторів, спрямоване на забезпечення розподілу добрив з нерівномірністю, що не перевищує допустимого значення відповідно до агротехнічних вимог.

Ключові слова: мінеральні добрива, машина для внесення добрив, штанговий спіральний туковисівний апарат, рівномірність внесення

Постановка проблеми. Одним із шляхів підвищення врожайності сільськогосподарських культур є поверхневе внесення твердих мінеральних добрив. Важливою причиною їх низької ефективності є нерівномірний розподіл добрив по поверхні поля. Це пов'язано з недосконалістю технічних засобів, неправильним регулюванням туковисівних апаратів тощо.

Якість розподілу твердих мінеральних добрив по ширині захвату машини оцінюють по нерівномірності, яка не повинна перевищувати 15% [1].

Кількісно нерівномірність визначається коефіцієнтом варіації доз внесення добрив по ширині захвату машини:

$$v = \frac{100}{q} \cdot \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2},$$

де: q_i – маса добрив в i -ій пробі, g ; \bar{q} – середнє значення маси добрив в контейнерах, g ; n – кількість відібраних проб.

Відомі розкидачі твердих мінеральних добрив, особливо з дисковими робочими органами, не в повній мірі задовольняють агротехнічним вимогам з рівномірності розподілу добрив по поверхні поля. Тому визначення впливу конструкції та режимів роботи робочого органа на якість розподілу твердих мінеральних добрив по ширині захвату машини є актуальними питанням.

Аналіз останніх досліджень. Значний вклад у формування теоретичних основ з дослідження процесів штангових машин для внесення мінеральних добрив зробили вчені: В.В. Адамчук, В.С. Шерстюк, В.П. Забродін та інші [2, 3, 4]. Аналіз процесу поверхневого внесення твердих мінеральних добрив машинами з штанговими робочими органами показав, що ще існує багато питань, особливо ті, що стосуються розподілу добрив по поверхні поля спіралью-шнековим туковисівним апаратом, які необхідно дослідити.

Мета досліджень. Дослідити експериментальним шляхом вплив параметрів і режимів роботи туковисівного апарату спірального типу на нерівномірність розподілу добрив і їх обґрунтування, спрямоване на зниження нерівномірності розподілу добрив по ширині захвату машини.

Результати досліджень. Особливістю штангових машин для суцільного поверхневого внесення твердих мінеральних добрив є наявність у них розподільно-висівної системи, яка забезпечує висівання і більш рівномірне розподілення матеріалу по ширині захвату машини, ніж у машин з дисковими робочими органами. Функціональна схема такої машини представлена на рис. 1.

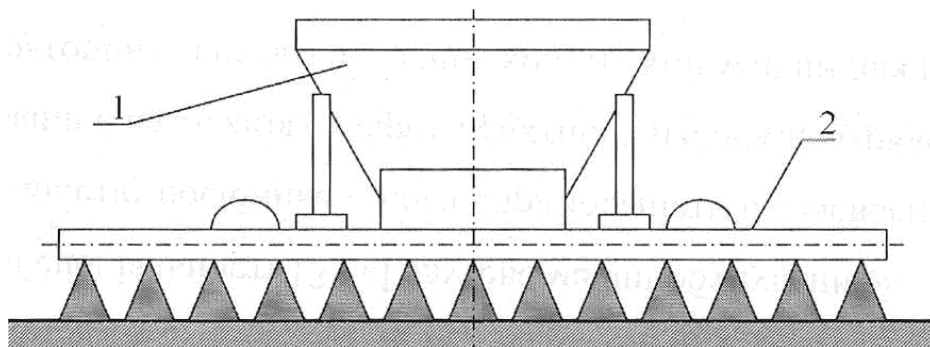


Рис. 1. Схема штангової машини для внесення мінеральних добрив: 1 – бункер; 2 – розподільно-висівна системи.

Серед штангових машин для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив найбільшого поширення отримали машини зі шнековими і спіральними туковисівними апаратами. Вони використовуються як для основного, так і для локального внесення мінеральних добрив.

Для забезпечення рівномірного розподілу добрив штанговим туковисівним апаратом необхідно, щоб продуктивність всіх його висівних отворів була однаковою. Аналіз досліджень показує, що це можна здійснити двома способами: дозуванням через отвори з регульованим перетином, що розташовані в нижній частині кожуха; та дозуванням через отвори постійного перетину [5].

Недоліком першого способу є те, що регулювання площ висівних отворів при зміні норми внесення є складним технічним завданням, так як на продуктивність отвору впливають його форма і розмір, висота шару добрив і їх фізико-механічні властивості та ін. Крім того, при висіві добрив підвищеної вологості можливе налипання частинок на стінки дозувальних отворів, що приводить до зменшення їх площі.

Тому більш перспективним є другий спосіб. Для забезпечення рівномірного розподілу добрив при такому способі дозування можна використовувати конструкцію, в якій верхня кромка висівних отворів розташована вище верхньої межі сипкого тіла (рис. 2), а площа поперечного перерізу всіх отворів забезпечує максимально необхідну продуктивність [6]. При цьому нижня кромка кожного висівного отвору повинна бути розташована таким чином, щоб норма висіяних добрив через отвір дорівнювала заданій, а сумарна продуктивність отворів дорівнювала подачі добрив в кожух.

Теоретичними дослідженнями встановлено [6], що для забезпечення рівномірного розподілу добрив туковисівний апарат повинен мати можливість зміни положення нижніх крамок висівних отворів. Це може бути досягнуто в конструкції з поворотним кожухом [4]. Однак теоретичними дослідженнями не вдалося виявити вплив кінематичних, геометричних і конструкційних параметрів туковисівного апарату на рівномірність розподілу мінеральних добрив. Тому були проведені експериментальні дослідження, метою яких було виявлення впливу параметрів і режиму роботи спірального туковисівного апарату на нерівномірність розподілу добрив і їх обґрунтування, спрямоване на зниження нерівномірності розподілу добрив.

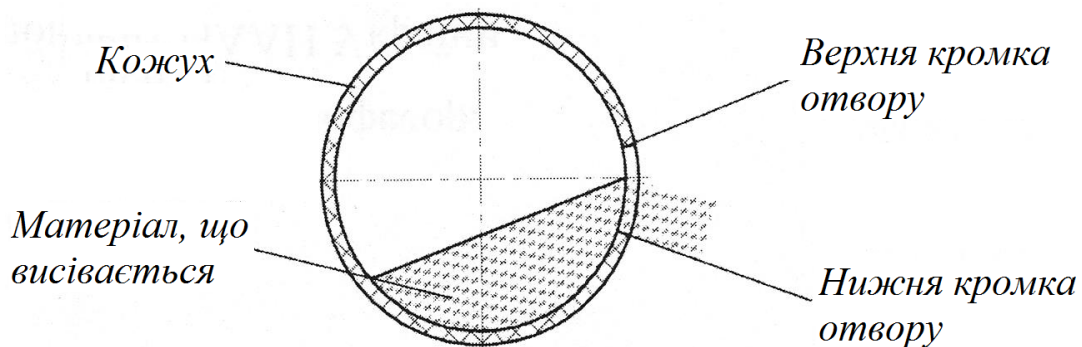


Рис. 2. Поперечний переріз кожуха спірального туковисівного апарата.

Аналіз результатів експериментальних досліджень показує, що значний вплив на нерівномірність розподілу добрив має частота обертання спіралі ν (рис. 3). При проведенні дослідження

висівних отворів вибиралося виходячи із забезпечення мінімальної нерівномірності при частоті обертання спіралі 200 хв^{-1} ; при інших частотах обертання положення висівних отворів не змінювалося.

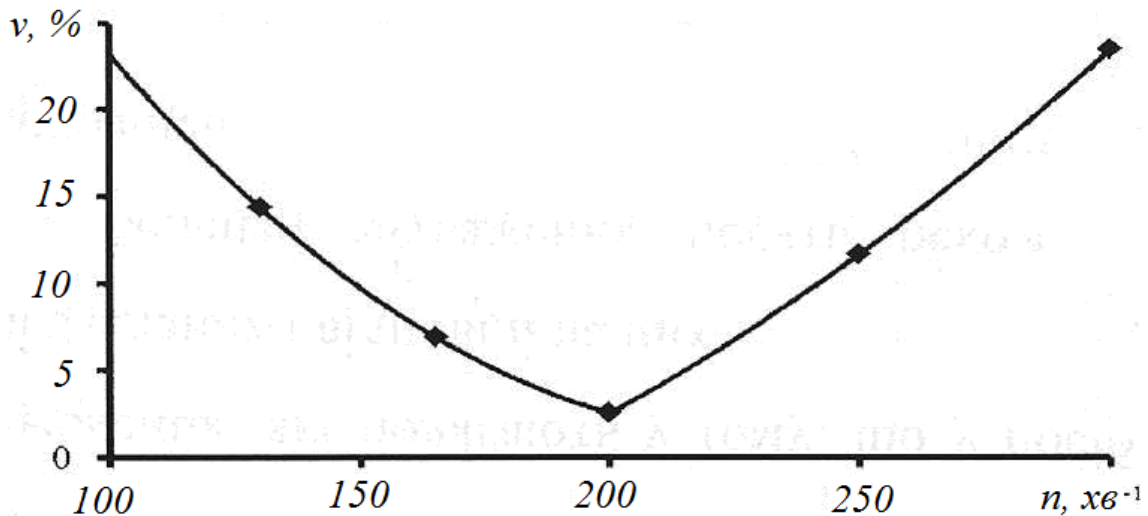


Рис. 3. Вплив частоти обертання спіралі на рівномірність розподілу добрив.

Залежно від особливостей поведінки матеріалу в кожусі шнека залежність була розділена на дві частини – менше частоти обертання 200 хв^{-1} , і більше за неї. Величина граничного значення частоти обертання була обумовлена встановленням положення висівних отворів саме на це значення.

З аналізу отриманої залежності випливає, що виконання агротехнічних вимог (нерівномірність розподілу добрив менше 15%) забезпечується в інтервалі частот обертання $125 \dots 260 \text{ хв}^{-1}$.

Збільшення нерівномірності розподілу добрив при частотах обертання спіралі, відмінних від 200 хв^{-1} пов'язано з відхиленням від необхідного розташування висівних отворів. Це обумовлено тим, що зміна частоти обертання спіралі призводить до зміни співвідношення радіальної і осьової швидкостей руху матеріалу в кожусі, тим самим змінюється характер розподілу матеріалу по довжині кожуха, що і призводить до зниження рівномірності розподілу. Отже, при зміні частоти обертання необхідно змінювати розташування висівних отворів, тобто необхідно регулювати положення висівних отворів на мінімальну нерівномірність для кожної частоти обертання. Це може бути здійснено шляхом застосування конструкції з поворотним кожухом [4]. Як показують результати експериментальних досліджень, це значно знизило нерівномірність розподілу добрив (рис. 4). При цьому в порівнянні з конструкцією туковисівного апарату з нерухомим кожухом зниження нерівномірності може скласти до 60% в залежності від частоти обертання спіралі, а

виконання агротехнічних вимог по нерівномірності розподілу добрив виконується в усьому досліджуваному діапазоні частот обертання.

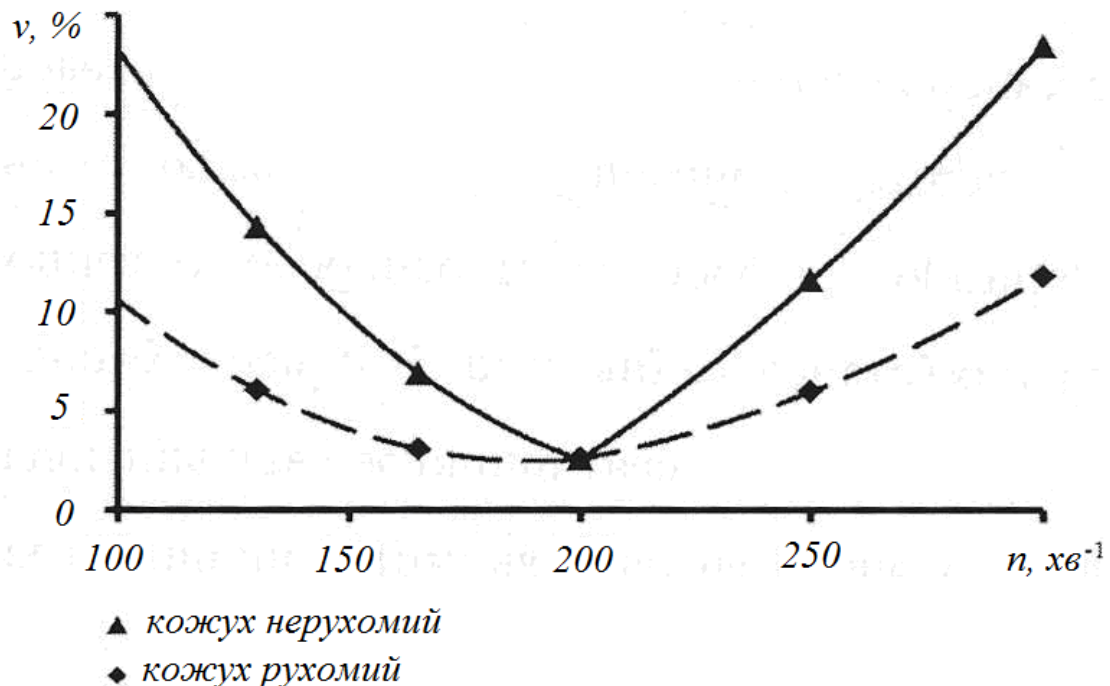


Рис. 4. Вплив конструкції кожуха спірального апарату на рівномірність розподілу добрив.

Збільшення нерівномірності розподілу добрив при регулюванні положення кожуха обумовлено тим, що для забезпечення рівномірного розподілу добрив при зміні частоти обертання необхідно змінювати не тільки кут повороту всього кожуха, а й кожного отвору окремо, що є складним технічним завданням.

Оскільки частота обертання спіралі вибирається виходячи із забезпечення необхідної продуктивності (норми внесення) і при залежному приводі спіралі залежить від швидкості руху агрегату, то налагодження кута повороту кожуха повинно здійснюватися виходячи із забезпечення мінімальної нерівномірності розподілу в режимі робочого ходу.

Апарати спірального типу за конструктивними ознаками поділяються на апарати з валом та без нього. Як показують результати експериментальних досліджень, конструкція апарату також впливає на нерівномірність розподілу добрив по ширині захвату (рис. 5).

Так, застосування конструкції апарату без вала дозволяє досягти зниження нерівномірності до 21%. Це пов'язано зі збільшенням заповнюваності простору між витками, і, як наслідок, зміною характеру його руху.

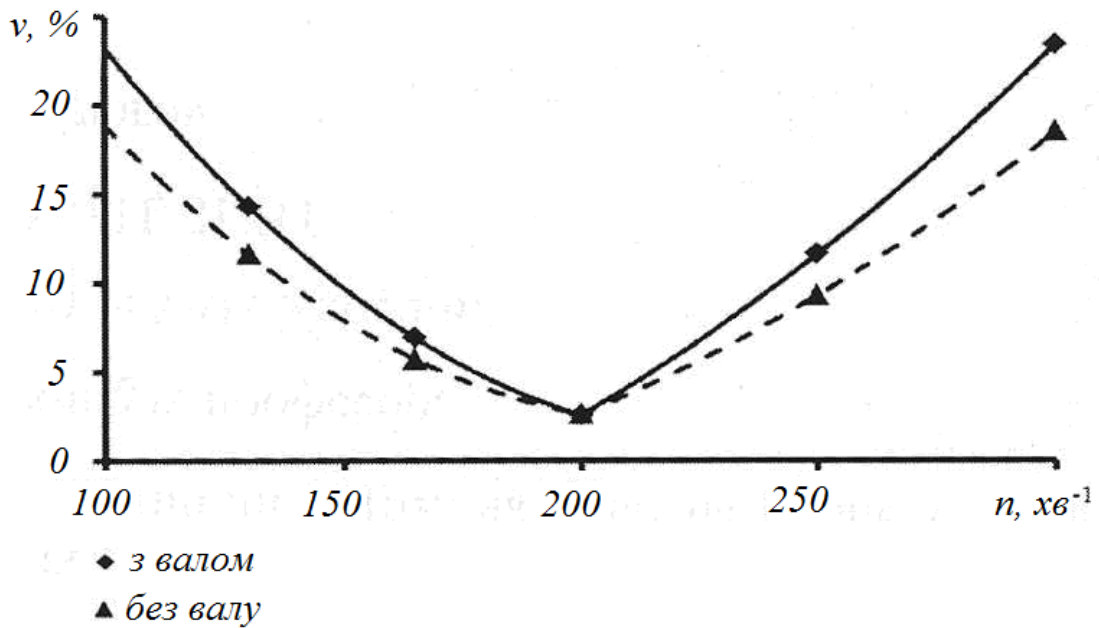


Рис. 5. Вплив конструкції туковисівного апарата на рівномірність розподілу добрив.

Таким чином, для підвищення якості розподілу добрив по ширині захвату спірального туковисівного апарату необхідно використовувати конструкцію без валу.

Важливим конструктивним параметром спіралі, що суттєво впливає на продуктивність апарату, є відношення кроку спіралі до її діаметру [6]. Зміна цього параметра значно впливає і на рівномірність розподілу добрив (рис. 6).

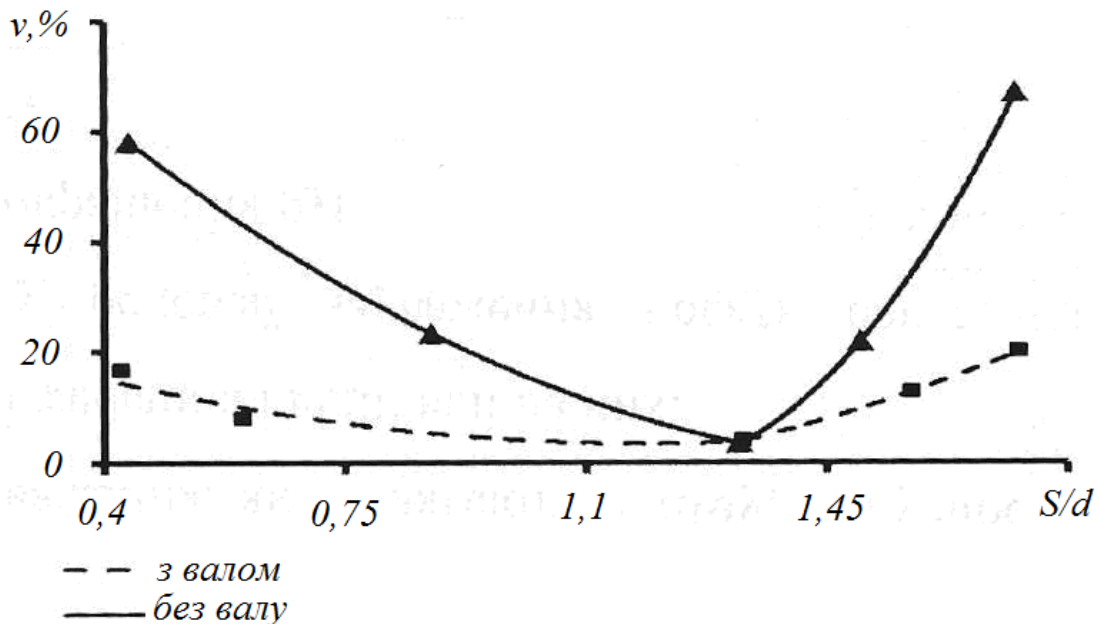


Рис. 6. Вплив відношення кроку спіралі до її діаметру на рівномірність розподілу добрив.

З рис. 6 випливає, що найменша нерівномірність розподілу досягається при відношенні кроку спіралі до її діаметра $S/d = 1,18$. Це пов'язано з тим, що розташування висівних отворів визначалося саме для цього значення.

Встановлення спіралей з іншими відношенням S/d призводить до зростання нерівномірності, що пов'язано зі зміною заповнюваності простору між витками спіралі і, як наслідок, зміні характеру розподілу матеріалу по довжині штанги. При цьому наявність вала призводить до більш плавного збільшення нерівномірності, що пов'язано з меншою, в порівнянні з конструкцією апарату без вала, заповнюваністю кожуха матеріалом і, як наслідок, більш плавної зміни по довжині штанги висоти шару матеріалу.

Таким чином, розташування висівних отворів на кожусі на етапі проектування туковисівного апарату повинно вибиратися виходячи з забезпечення мінімальної нерівномірності для спіралі, що використовується. Якщо ж планується використання різних спіралей (наприклад, для зміни норми внесення), то розташування висівних отворів має визначатися для спіралі із середнім значенням відношення S/d .

Висновок. На підставі проведених експериментальних досліджень можна зробити висновок, що підвищити якість розподілу мінеральних добрив туковисівним апаратом спірального типу можна шляхом використання конструкції без вала з рухомим кожухом. При цьому розташування висівних отворів має визначатися для значень частоти обертання спіралі і відношення її кроку до діаметру, вибраних раніше виходячи із забезпечення необхідної норми внесення добрив.

Список літератури

1. ДСТУ ISO 5690-1:2012. Устаткування для внесення добрив. Методи випробування. Частина 1. Розподільники для суцільного внесення добрив (ISO 5690-1:1985, IDT).
2. Адамчук В. В. Параметри живильників-конвеєрів машин для внесення мінеральних добрив. Вісник аграрної науки. 2003. № 1. С. 62—64.
3. Шерстюк В. С. Движение сыпучего материала через дозатор. Вісник ХДТУСГ. Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні. Харків. 2004. Вип. 26. С. 190—200.
4. Спирально-шнековий смеситель-разбрасыватель минеральных удобрений С12244395RU7A01G15/08. В.П. Забродин, И.Г. Пономаренко, С.Б. Панёв (АЧГАА). №2003138208. Заявл. 31.12.03. Изобретения. 2005. № 2. С. 380.
5. Догановский М. Г., Козловский Е. В. Машины для внесения удобрений. Москва. Машиностроение. 1972. 272 с.
6. Забродин В. П., Пономаренко И. Г. Внесение смесей минеральных удобрений спирально-шнековыми аппаратами: монография. Зерноград. ФГБОУ ВПО АЧГАА. 2012. 107 с.

References

1. State Standard ISO 5690-1. (2012). Ustatkovannya to make good. Metodi viprobuvannya. Chastina 1. Rozpodilniki for sutsilnogo Making good (ISO 5690-1: 1985, IDT).
2. Adamchuck V. V. (2003). Parameters zhivilnikiv-konveeriv Fertilizer mineralnih Welcome. News of Agrarian Sciences. № 1. 62-64.
3. Sherstuk V. S. (2004). The movement of the bulk material through the dispenser. News HDTUSG: Tehnichnyy SERVIS APK, tehnika that tehnologii in silskogospodarskomu mashinobuduvanni. Kharkiv. HDTUSG. Vip. 26. 190-200.
4. S12244395RU7A01G15/08. (2005). Spiral auger mixing mineral spreaders. V. P. Zabrodin, I. G. Ponomarenko, S. B. Panyov (ACHGAA). №2003138208. Stated. 31.12.03. Inventions. № 2. 380.
5. Doganovsky M. G., Kozlovsky E. V. (1972). Machinery Fertilizer. Moscow. Engineering. 272.
6. Zabrodin V. P., Ponomarenko I. G. (2012). Adding fertilizer mixtures spiral screw machines: monograph. Zernograd. 107.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТУКОВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА СПИРАЛЬНОГО ТИПА НА КАЧЕСТВО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

А. П. Деркач, М. П. Матвиенко

Аннотация. *Качество поверхностного внесения твердых минеральных удобрений в значительной степени зависит от равномерности их распределения по ширине захвата машины. Снижение неравномерности поверхностного внесения твердых минеральных удобрений на 1% приводит к приросту урожая на 1% и наоборот. Для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений применяют разбрасыватели с дисковыми рабочими органами, составляющие 90% от общего количества машин, и разбрасыватели со штанговыми рабочими органами, которые могут быть пневматическими или механическими. Разбрасыватели с центробежными дисковыми рабочими органами имеют существенный недостаток – высокую неравномерность распределения удобрений по поверхности поля. Среди механических штанговых рабочих органов наибольшее распространение получили машины со шнековыми и спиральными тукovskyсевающими аппаратами. Они используются как для основного, так и для локального внесения твердых минеральных удобрений. Дозировка удобрений в спиральных тукovskyсевающих аппаратах осуществляется через отверстия с регулируемым сечением, расположенные в нижней части кожуха и через отверстия постоянного сечения. Недостатком аппаратов с регулируемым сечением, которые расположены в нижней части кожуха является то, что регулирование площади высевного*

отверстия при изменении нормы внесения является сложной технической задачей, так как на производительность отверстия влияют его форма и размер, высота слоя удобрений, физико-механические свойства удобрений и их влажность. Для обеспечения равномерного распределения удобрений в спиральных туковысевающих аппаратах используют конструкцию, в которой верхняя кромка высевающих отверстий расположена выше верхней границы сыпучего тела, а площадь поперечного сечения всех отверстий обеспечивает максимально необходимую производительность. Экспериментально было выявлено влияние конструктивных параметров и режимов работы такого спирального туковысевающего аппарата и его элементов на равномерность распределения минеральных удобрений по ширине захвата машины. На основании этого проведено обоснование исследуемых факторов, направленное на обеспечение распределения удобрений с неравномерностью, что не превышает допустимого значения в соответствии с агротехническими требованиями.

Ключевые слова: минеральные удобрения, машина для внесения удобрений, штанговый спиральный туковысевающий аппарат, равномерность внесения

DETERMINATION OF INFLUENCE OF CONSTRUCTION AND OPERATION MODE FERTILIZER DISTRIBUTING MACHINE SPIRAL TYPE ON QUALITY DISTRIBUTION OF SOLID MINERAL FERTILIZERS

O. P. Derkach, M. P. Matvienko

Abstract. *The quality of surface application of solid mineral fertilizers is largely dependent on the uniformity of their distribution over the working width of the machine. Reducing the uneven surface of mineral fertilizers by 1% leads to an increase in yield of 1%, and vice versa. For surface application of solid fertilizer spreaders used with disk working organs that make up 90% of the total number of machines and spreaders with sucker rod working bodies, which can be pneumatic or mechanical. Spreaders with centrifugal disc working bodies have a significant disadvantage - high non-uniformity of distribution of fertilizer on the surface of the field. Among the mechanical rod working bodies of the most widely used machines with screw and scroll fertilizer distributing machines. They are used for both the primary and for the local application of solid fertilizers. Dosage fertilizer distributing fertilizers spiral apparatuses through holes with an adjustable cross-section at the bottom of the casing and through the apertures of constant cross section. The disadvantage of devices with an adjustable section, which are*

arranged in the lower part of the casing is that the management area of seed holes in the modification of the application is a technical challenge, because the opening performance affect its shape and size, bed height fertilizers, physical and mechanical properties of fertilizers and their moisture content. To ensure uniform distribution of fertilizer in a fertilizer distributing apparatus uses the helical structure in which the upper edge of the sowing openings located above the upper boundary of the body of bulk, and cross-sectional area of all holes provides the necessary maximum capacity. It was experimentally discovered the effect of the design parameters and operating modes of the spiral fertilizer distributing machine and its components on the uniform distribution of fertilizers for working widths of the machine. On the basis of the conducted study investigated factors, aimed at ensuring the distribution of fertilizers with non-uniformity, which does not exceed the permissible values in accordance with the agronomic requirements.

Key words: *mineral fertilizers, fertilizing machines, spiral rod fertilizer distributing machine, uniformity of application*

УДК 621.01: 621.87

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РУХОМ ВАНТАЖОПІДЙОМНОГО КРАНА

***В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, доктори технічних наук
Національний університет біоресурсів і
природокористування України***

***А. С. Хорошун, кандидат фізико-математичних наук
Інститут механіки ім. С. П. Тимошенка
e-mail: romasevichyuriy@ukr.net***

Анотація. *На основі динамічної моделі руху мостового крана із вантажем на гнучкому підвісі побудовано його математичну модель, яка представляється у вигляді системи звичайних неоднорідних лінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Обґрунтовано вибір критерію для проведення оптимізації та режиму руху крана. Наведено постановку та аналіз задачі оптимального за інтегральним комплексним критерієм керування рухом вантажопідйомного крана із вантажем на гнучкому підвісі. Із використанням умови Лежандра встановлено, що обраний оптимізаційний критерій може бути мінімізований. Встановлено, що поставлену задачу неможливо розв'язати методом*

© В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, А. С. Хорошун, 2017