

КОНТРУКТИВНИЙ АНАЛІЗ ТУКОВИХ МАШИН ІЗ ШНЕКОВИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ І ЇХ УДОСКОНАЛЕННЯ

Курлов В.І., асп., Фесенко Г.В., к.т.н., доц., Поляков А.М., к.т.н., доц.

Луганський національний аграрний університет

Приведено результати аналізу відомих машин для внесення мінеральних добрив та інших сипучих матеріалів, шнекові робочі органи яких відрізняються простотою конструкції та саморегулюванням рівня матеріалу по його довжині під час роботи і забезпечують примусовий характер переміщення сипучих мінеральних добрив із кожуха. Запропоновано конструктивне рішення шнекової машини із робочим органом, що забезпечує стабільну подачу мінеральних добрив та інших сипучих матеріалів під час роботи.

Постановка проблеми. Підвищити врожайність сільськогосподарських культур з одночасним поліпшенням якості одержуваної продукції можливо за умови своєчасного внесення в ґрунт необхідної кількості поживних речовин, в тому числі у вигляді мінеральних добрив. При цьому важливою умовою при внесенні добрив є дотримання агротехнічних умов по нерівномірності їх розподілення в ґрунті, яка в значній мірі залежить від конструктивних особливостей робочих органів тукових машин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Недотримання туковими машинами агротехнічних умов по допустимій нерівномірності внесення мінеральних добрив, яка не повинна перевищувати 20% при поверхневому внесенні і до 15% при локальному внесенні, призводить до недобору врожаю, а також до нерівномірного дозрівання рослин, що призводить до зниження врожаю і погіршення його якості [1].

Мета дослідження. Провести аналіз відомих машин для внесення мінеральних добрив та інших сипучих матеріалів та запропонувати конструктивне рішення машини, що забезпечить стабільну подачу мінеральних добрив та інших сипучих матеріалів під час роботи.

Результати дослідження. В цілому робочі органи тукових машин можна розділити на дві групи. У першу групу входять робочі органи тукових машин, в яких дозування добрив відбувається на виході з бункера з подальшим їх транспортуванням по каналах до поверхні ґрунту. До цієї групи входять пневматичні, пневмовідцентрові та відцентрові пристрої до тукових машин [2]. Під час переміщення сипучого матеріалу в таких робочих органах, відбувається руйнування його часток, а отже і погіршення гранулометричного складу матеріалу, що знижує показники роботи тукових машин.

До другої групи відносяться робочі органи машин, в яких добрива надходять з бункера в розподільно-транспортуючі робочі органи, які розподіляють добрива по ширині захвату машини і вносять у ґрунт. У цю групу входять стрічкові, барабанні, шнекові з нерухомо установленим кожухом,

аераційні і вібраційні робочі органи [3]. До недоліків таких робочих органів слід віднести утворення в них надлишку добрив, складність дотримання заданої норми їх внесення та підвищена енергоємність їх роботи.

Особливу групу представляють шнекові робочі органи до тукових машин, започатковані вченим Кириченко В. О. і підтримані Слободюком В. Я, Фесенко Г. В. та ін., в яких під час роботи кожух обертається разом із шнеком [4]. Особливістю цих розподільників є саморегулювання розподілу сипучого матеріалу в кожусі шнека, що створює умови для рівномірного їх розподілу по ширині захвату тукової машини. При цьому Кириченко В. О. запропонував визначати показник кінематичного режиму шнекового робочого органу за наступною залежністю:

$$K = \frac{\sin \varepsilon \cdot \cos(\alpha + \phi) - \cos \varepsilon}{\sin \phi} \quad (1)$$

де: ε – кут, що визначає положення частки сипучого матеріалу в кожусі відносно вертикальної площини; α – кут нахилу шнека до горизонталі; ϕ – кут природного укосу сипучого матеріалу.

Основними елементами в конструкції цих робочих органів є бункер і розподільний пристрій, виконаний у вигляді шнека з секційним кожухом, закріпленим на витках шнека [5]. Крім того, шнековий робочий орган включає обійми з виступами у формі півкілець, встановлені в зоні зазорів кожуха, причому на кромках півкілець виконані скоси в напрямку виходу матеріалу назовні. Разом з цим, під час роботи машини із таким робочим органом має місце пошкодження часток матеріалу внаслідок защемлення їх між кожухом і витками шнека. В результаті технічного розвитку, знайдено більш досконалу машину для внесення сипких мінеральних добрив із шнековим робочим органом, яка забезпечує внесення мінеральних добрив з підвищеною рівномірністю [6, 7]. Під час роботи цієї машини мінеральні добрива на виході із кожуха спрямовуються відбірником назовні з поворотом в бокову сторону, що частково впливає на стабільність їх руху. Більш досконалою є машина для внесення твердих мінеральних добрив, в якій за рахунок кільцевих дисків створюються кращі умови для виходу добрив із робочого органу, а перегородки між секціями кожуха підвищують надійність робочого органу [8]. Разом з цим сили тертя, що діють на добриво в зоні вихідних вікон стримують їх переміщення із кожуха.

Особливою конструкцією відрізняється шнекова машина для внесення твердих мінеральних добрив з розташуванням тягового елемента зі сторони зовнішніх кромek кільцевих дисків і установкою в ній храпової муфти для зупинки кожуха [9]. Під час роботи такої машини відбувається примусове переміщення обмеженого шару добрив до вихідних вікон, що забезпечує підвищену рівномірність їх внесення. До недоліку можна віднести

наштовхування часток добрив на дозуючу кромку верхньої частини обойми у вихідному вікні, яка чинить їм опір, стримуючи тим самим їх вихід назовні.

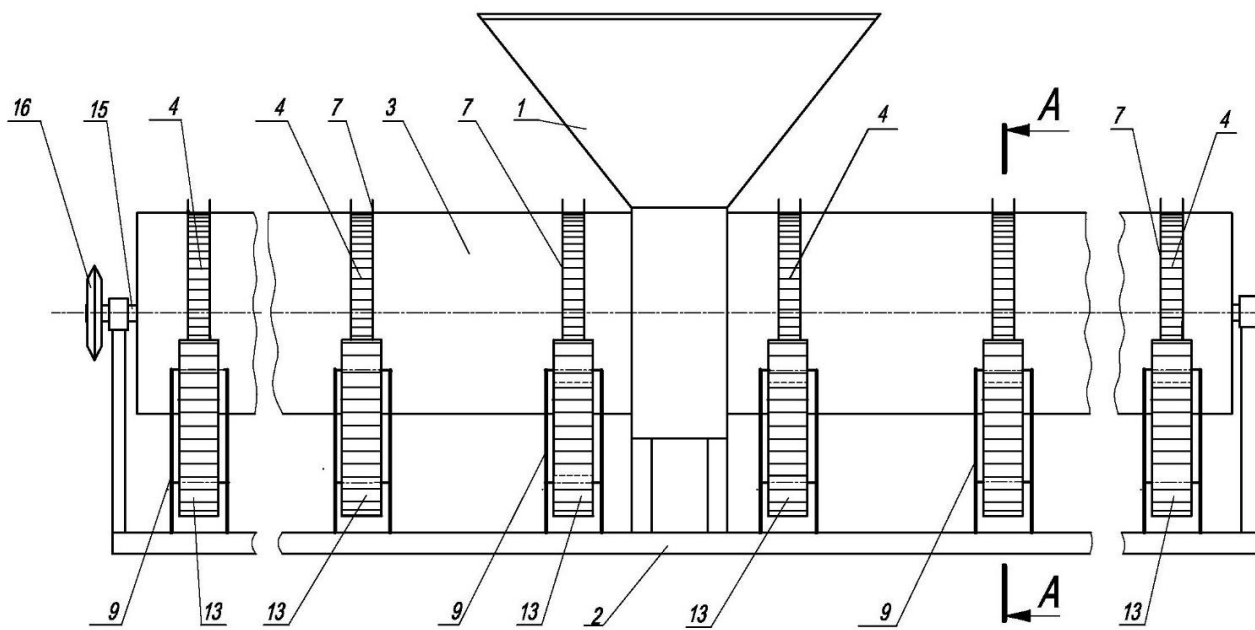
Підвищеною стабільністю переміщення мінеральних добрив у вихідних вікнах наділена шнекова машина, в якій верхня частина кожної обойми охоплена гнучким елементом зі сторони перегородок, що з'єднують секції кожуха [10, 11]. В результаті такого виконання верхніх частин обойм розподільчого механізму, покращуються умови переміщення добрив у вихідних вікнах, що підвищує рівномірність їх внесення. Разом з цим, під час роботи такої машини, стрічки верхніх частин обойм, рухаючись зворотним напрямком у вихідних вікнах, стримують їх вихід назовні.

Підвищеною простотою конструкції відрізняється машина для внесення сипучих мінеральних добрив, особливість якої полягає в закріпленні до перегородок козирків дахоподібної форми, спрямованих в середину кожуха з відхиленням в бік, протилежний напрямку обертання робочого органу на кут, більший кута тертя добрив по їх поверхні [12, 13]. Під час роботи такої машини добрива обмеженого простору нижніх обойм переміщуються у верхньому напрямку до вихідних вікон за рахунок дії на них сил тертя кільцевих дисків разом із притиснутими до їх зовнішніх кромок стрічок. При переміщенні добрив у вихідних вікнах товщина їх шару обмежується козирками, зберігаючи тим самим вільний їх вихід назовні. В цей час руху стрічок протидіє сила тертя зовнішніх кромок кільцевих дисків і сипучого матеріалу, що з ним взаємодіє. В результаті цього відбувається проковзування стрічок відносно кожуха, що спричинює зміну заданого характеру руху стрічок, а отже і виходу добрив назовні, що погіршує показники роботи тукової машини.

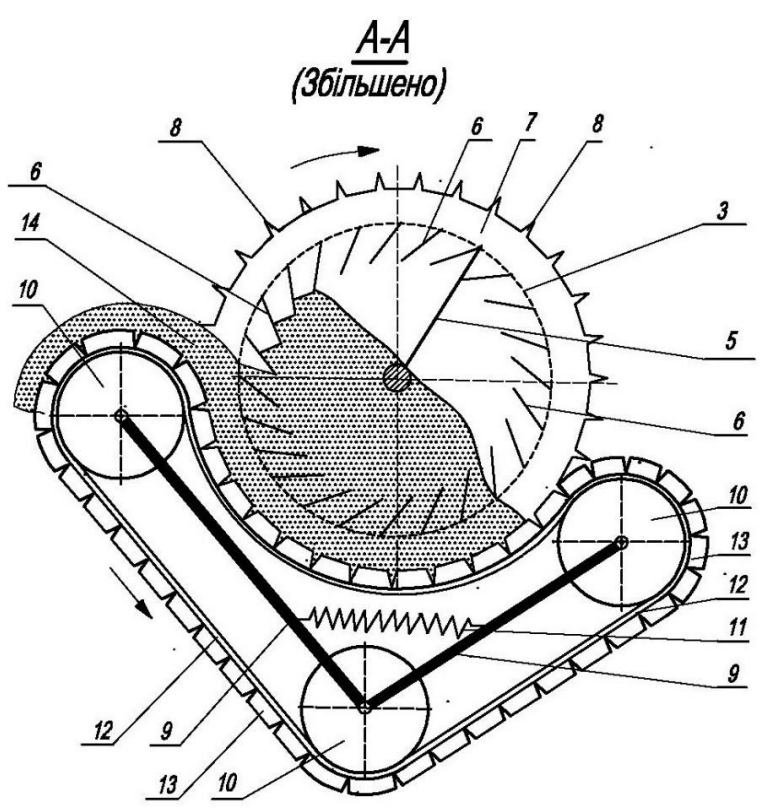
Підвищити рівномірність внесення мінеральних добрив та інших сипучих матеріалів шнековою машиною можливо за рахунок стабілізації їх переміщення стрічками до виходу із кожуха. Для цього в шнековій машині для внесення мінеральних добрив, в якій секції установлені із зазором і з'єднані перегородками з козирками, зовнішні кромки кільцевих дисків треба виконати у вигляді радіальних стрижнів, спрямованими до стрічки з проникненням в проміжки її виступів. При цьому стрижні і виступи слід розташувати в одній площині з однаковим шагом.

Такою є машина для внесення мінеральних добрив та інших сипучих матеріалів (рис. 1), яка включає бункер 1, установлений на рамі 2, розподільчий пристрій у вигляді секційного кожуха 3, секції якого установлені між собою із зазором, з'єднані перегородками 4 і жорстко зі шнеком 5. До перегородок 4 закріплені козирки 6, спрямовані всередину кожуха 3 з відхиленням в бік, протилежний напрямку обертання розподільчого пристрою на кут, більший кута тертя добрив по поверхні козирків 6. При цьому козирки 6 розташовані ступінчасто в напрямку обертання розподільчого пристрою з перевищенням їх проекції на поверхню кожуха 3 зони зазорів. Крім того, на кожусі 3 в зоні зазорів між його секціями жорстко закріплені кільцеві диски 7, зовнішня кромка яких виконана у вигляді стрижнів 8, з нижньої сторони суміжних дисків 7 установлена обойма 9 у вигляді натяжних роликів 10 з пружиною 11, охоплених безкінечною стрічкою 12 з виступами 13. Разом з цим, стрічка 12 кожної обойми 9 разом із

суміжними дисками 7 утворюють дозуючі вікна 14 для виходу шару мінеральних добрив із кожуха 3 машини. Для приводу шнека 5 із кожухом 3 на осі 15 установлена зірочка 16.



а



б

а – загальний вигляд; б – вид перерізу шнекового робочого органу

Рис. 1 – Схема шнекової машини для внесення мінеральних добрив

Під час роботи такої машини мінеральні добрива із бункера 1 самовільно поступають в кожух 3 до шнека 5, які приводяться в обертовий рух від зірочки 16 на осі 15. При цьому добрива захоплюються витками шнека 5 і переміщуються ними до козирків 6, які спрямовують їх у зону зазорів між секціями кожуха 3. Добрива, просипаючись через зазори між секціями кожуха 3, поступають на стрічки 12, притиснуті роликами 10 під дією пружин 11 до суміжних дисків 7 з проникненням їх стрижнів 8 в проміжки між виступами 13, і заповнюють простір, обмежений з нижньої сторони обоймою 9 і суміжними кільцевими дисками 7. При цьому стрижні 8, взаємодіючи із виступами 13, передають свій обертальний рух від дисків 7 на стрічки 12 без зміни передавального відношення, що унеможливує їх проковзування. Подальше переміщення кожного шару добрив відбувається примусово в напрямку дозуючих вікон 14 за рахунок дії на них сил тертя стрічки 12, бокових сторін кільцевих дисків 7 і перегородок 4 зі сторони кожуха 3. При цьому стрижні 8, взаємодіючи із виступами 13, передають свій обертальний рух від дисків 7 на стрічки 12 без зміни передавального відношення, що не уможливує їх проковзування. В цей час добрива, які знаходяться над дозуючими вікнами 14, переміщуються по козиркам 6 всередину кожуха 3, створюючи умови безперешкодного виходу шару добрив із вікон 14.

Внаслідок цього забезпечується стабільний рух добрив в напрямку до вікон 14 і їх вільний вихід назовні, а отже і рівномірне їх внесення. Після виходу із дозуючих вікон 14 мінеральні добрива розсіюються по поверхні ґрунту або спрямовуються у тукопроводи (на рис. 1 не показано) для локального їх внесення в ґрунт. Норма внесення мінеральних добрив встановлюється відповідною частотою обертів шнека 5 із кожухом 3 зміною передавального відношення в приводі зірочки 16.

Висновки. В результаті аналізу відомих конструктивних рішень тукових машин, встановлено, що тукові машини із шнековим робочим органом, кожух якого нерозривно зв'язаний зі шнеком під час роботи, забезпечують примусове переміщення сипучого матеріалу із кожуха у вигляді нерозривного шару, що є однією із головних умов рівномірного їх розподілу в ґрунті. На основі пошукових досліджень запропонована шнекова машина для внесення мінеральних добрив та інших сипучих матеріалів з можливістю забезпечити їх стабільну подачу із робочого органу, а отже і підвищену рівномірність їх внесення при застосуванні в технологічних процесах вирощування сільськогосподарських культур.

Список використаних джерел

1. Сендряков И. Ф. Влияние качества внесения минеральных удобрений на урожай зерновых культур / И. Ф. Сендряков, Н. Г. Овчинникова., Б. А. Главацкий // Химия в сельском хозяйстве. - 1980. - №7. С. 4-7.
2. Боженко В. О. Сільськогосподарські машини та їх використання / В. О. Боженко. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 420 с.
3. Войтюк Д. Г., Сільськогосподарські машини / Д. Г. Войтюк, Г. Р. Гаврилюк. – К.: Урожай, 1994. – 448 с.
4. Кириченко В. А. К определению режима работы винтовой транспортирующей трубы / В. А. Кириченко // Сб. научн. трудов МИИСП, том XI, вып. 1 ч. II, М.: 1974. - С. 58-62.
5. А. с. 712062 СССР, МПК А 01 G 15/00. Разбрасыватель сыпучих материалов / В. Я. Слободюк, В. Я. Кириченко, Г. В. Фесенко. № 2489348/30-15 ; заявл. 27.05.77 ; опубл. 30.01.80, Бюл. 4.
6. А. с. 1237107 СССР, МПК А 01 С 15/00. Машина для внесения сыпучих минеральных удобрений / В. Я. Слободюк, Н. Д. Зуев, В. А. Шмонин, В. С. Шерстюк, Г. В. Фесенко и др. № 3830367/30-15 ; заявл. 20.11.84 ; опубл. 23.05.86, Бюл. № 19.
7. Слободюк В. Я. Разработка распределяющего устройства к машинам для локального внесения основной дозы сыпучих минеральных удобрений / В. Я. Слободюк, Г. В. Фесенко, Романюк Г. С., Шерстюк В. С. // Сб. научн. трудов Республ. науч.-т. конф. К.: 1984. – С. 85.
8. А. с. 1296030 СССР, МПК А 01 С 15/00. Машина для внесения твердых минеральных удобрений / Т. П. Евсюков, Г. В. Фесенко, Г. С. Романюк, И. С. Романюк и др. № 3970037/30-15 ; заявл. 29.10.85 ; опубл. 15.03.87, Бюл. № 10.
9. А. с. 1604200 СССР, МПК А 01 С 15/00. Машина для внесения твердых минеральных удобрений / Г. В. Фесенко, Ю. В. Иванов, Б. А. Нефедов, А. Г. Чигрин. № 4390217/30-15 ; заявл. 10.03.88 ; опубл. 07.11.90, Бюл. № 41.
10. Машина для внесення сипучих мінеральних добрив: пат. 91794 Україна : МПК А01С 15/00. № а 2009 04885 ; заявл. 18.05.2009 ; опубл. 25.08.2010, Бюл. № 16.
11. Фесенко Г. В. До обґрунтування дозуючого пристрою робочого органу для внесення сипучих мінеральних добрив / Г. В. Фесенко, О. В. Сівцов // зб. наук. праць ХДТУСГ, вип. 103, Х.: 2010. – С. 148-150.
12. Машина для внесення сипучих мінеральних добрив : пат. 94881 Україна : МПК А01С 15/00, А01С 15/06. № а 2010 11659 ; заявл. 30.09.2010 ; опубл.

10.06.2011, Бюл. № 11.

13. Пастухов В. І. Обґрунтування конструкції шнекового робочого органу тукової машини для локального внесення сипучих мінеральних добрив: / В. І. Пастухов, Г. В. Фесенко, В. С. Шерстюк, Ю. В. Сівцов // зб. наук. праць ХДТУСГ, вип. 103, Х.: 2010. – С. 156-159.

Аннотация

КОНТРУКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ТУКОВЫХ МАШИН С ШНЕКОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ И ИХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

Курлов В.И., Фесенко Г.В., Поляков А.М.

Приведены результаты анализа известных машин для внесения минеральных удобрений и других сыпучих материалов, шнековые рабочие органы которых отличаются простотой конструкции и саморегулированием уровня материала по его длине во время работы и обеспечивают принудительный характер перемещения сыпучих минеральных удобрений из кожуха. Предложено конструктивное решение шнековой машины с рабочим органом, что обеспечивает стабильную подачу минеральных удобрений и других сыпучих материалов во время работы.

Abstract

DESIGN ANALYSIS FERTILIZER MACHINES WITH A SCREW WORKING BODY AND THEIR IMPROVEMENT

V. Kurlov, H. Fesenko, A. Polyakov

The results of the analysis of known machines for the application of mineral fertilizers and other bulk materials, screw working bodies which are characterized by simplicity of design and self-regulation of the level of the material along its length during operation and ensure the forced movement of bulk mineral fertilizers from the casing. A constructive solution of the screw machine with a working body is proposed, which ensures a stable supply of mineral fertilizers and other bulk materials during operation.