мерой, которая показывает, во сколько раз дополнительное разрушающее усилие должно превышать массу материала. Это составляет основу методики для разработчиков таких машин и их рабочих органов. Приведенные результаты теоретических разработок имеют значительный практический интерес для условий развития малого скотоводства на юге Украины.

Ключевые слова: ***кормосмеситель, корма, кормовая смесь, коэффициент трения, зоотехнические требования***

УДК 631.333.6

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗКИДНОГО ПРИСТРОЮ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

О. П. Деркач, кандидат історичних наук
І. В. Харченко, студент
e-mail: oleksiy.derkach@gmail.com

Анотація. *Впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур вимагає підвищення родючості грунту за рахунок внесення добрив і хімічних меліорантів.*

Органічні добрива включають речовини тваринного чи рослинного походження. До них належать: гній, гноївка, торф, компости, рослинна маса (сидерати).

Кількість і якість органічної речовини в грунті – гумусу в основному визначає властивості грунту: рівень потенційної родючості, водний режим, ступінь аерації, ємність поглинання, буферність та інші.

Обробіток сільськогосподарських культур викликає зниження вмісту гумусу, а отже і родючості грунту. Внесення необхідних норм гною забезпечує підтримання рівня гумусу на вихідному рівні.

Важливим фактором підвищення родючості грунту є якісне внесення органічних добрив, тому удосконалення технічних засобів для їх внесення є актуальним питанням. Існуючі розкидні пристрої кузовних машин для внесення твердих органічних добрив не в повній мірі задовольняють агротехнічним вимогам по якості подрібнення та рівномірності розподілу добрив по полю. Розроблено конструкцію машини для внесення твердих органічних добрив з розкидним пристроєм, барабани якого встановлені під кутом 45° до напрямку руху і обладнані змінними зубами.

© О. П. Деркач, І. В. Харченко, 2016

Теоретично обгрунтовано параметри розкидного пристрою, що більш якісно подрібнює та розподіляє тверді органічні добрива по поверхні поля, при цьому ширина їх внесення значно збільшується, а отже зростає й продуктивність машини.

Ключові слова: ***тверді органічні добрива, розкидач, подрібнювально-розкидний барабан, зуби барабана, транспортер***

Постановка проблеми. Впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур вимагає підвищення родючості грунту за рахунок внесення добрив і хімічних меліорантів.

Органічні добрива включають речовини тваринного чи рослинного походження. До них належать: гній, гноївка, торф, компости, рослинна маса (сидерати) [1].

Кількість і якість органічної речовини в грунті – гумусу в основному визначає властивості грунту: рівень потенційної родючості, водний режим, ступінь аерації, ємність поглинання, буферність та інші [2].

Обробіток сільськогосподарських культур викликає зниження вмісту гумусу, а отже і родючості грунту. Внесення необхідних норм гною забезпечує підтримання рівня гумусу на вихідному рівні.

Довготривале застосування органічних добрив покращує фізико-механічні властивості грунту: збільшує запас поживних речовин, зменшує кислотність, підвищує буферність грунту, вологоємність і водонепроникність, збагачує грунт мікрофлорою, підсилює його біологічну активність та виділення вуглекислоти, зменшує опір ґрунту при механічному обробітку, створює оптимальні умови для мінерального живлення рослин.

Відомі розкидачі кузовного типу не задовольняють агротехнічним вимогам з рівномірності розподілу добрив по поверхні поля та їхнього подрібнення перед розкиданням.

Отже обґрунтування параметрів розкидного пристрою, що більш якісно подрібнює і розкидає органічні добрива є актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень. Значний вклад у формування наукових основ з дослідження процесів машин для внесення органічних добрив зробили вчені: М.К. Лінник, Г.А. Голуб, А.А. Гудков та інші [3, 4, 5]. Аналіз процесу поверхневого внесення твердих органічних добрив показав, що ще існує багато питань, особливо ті, що стосуються подрібнення та розподілу добрив по поверхні поля, які необхідно дослідити.

Мета досліджень. Теоретично обґрунтувати та розробити конструкцію розкидного пристрою машини для внесення твердих органічних добрив, що більш якісно подрібнює добрива та має більшу ширину їх розкидання по поверхні поля.

Результати досліджень. Аналіз досліджень та публікацій, що стосується розкидних пристроїв кузовних машин для поверхневого внесення твердих органічних добрив, дозволив запропонувати розкидний пристрій, що переважає відомі пристрої за якістю подрібнення та продуктивністю.

Машина з таким пристроєм складається з кузова 1 (рис. 1,*а*,*б*), транспортера 2, розкидного пристрою, ходової частини 3 (рис. 1,*а*), рами та причіпного пристрою 12. Розкидний пристрій складається з двох верхніх 4 (рис. 1,*а*) та двох нижніх 6 подрібнювально-розкидних барабанів, що встановлені горизонтально під кутом 45° до напрямку руху машини (рис. 1,*б*). Вісь верхнього барабана зміщена вперед відносно осі нижнього барабана на величину 0,6 діаметра барабана.

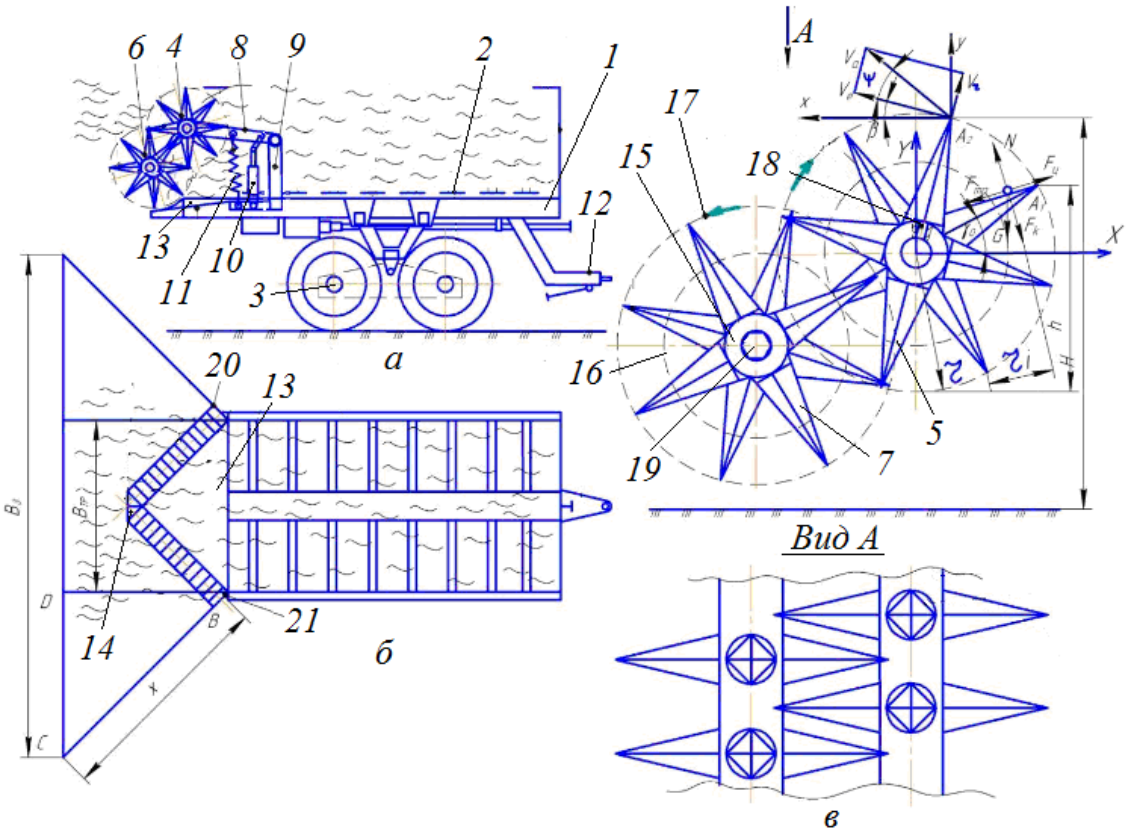

Рис. 1. Машина для внесення твердих органічних добрив: *а* і *б* – функціональна схема; *в* – схема розкидного пристрою; 1 – кузов; 2 – транспортер; 3 – ходова частина; 4 – верхні подрібнювально-розкидні барабани; 5 і 7 – змінні зуби; 6 – нижні подрібнювально-розкидні барабани; 8 – важіль; 9 – стійка; 10 – гідроциліндр; 11 – пружина; 12 – причіпний пристрій; 13 – напрямна пластина; 14 – конічні частина барабана; 15 – маточина; 16 і 17 – шестерня; 18 – різьбовий наконечник; 19 – вал барабана; 20 і 21 – гідромотор.

Верхні подрібнювально-розкидні барабани встановлені на важелях 8 (рис. 1,*а*), які шарнірно закріплені на стійках 9 і можуть

змінювати своє положення з допомогою гідроциліндрів 10. Для забезпечення постійного положення верхнього подрібнювально-розкидного барабана 4 його фіксують пружинами 11. Транспортер зв'язаний з подрібнювально-розкидними барабанами напрямною пластиною 13, встановленою під кутом до горизонту, значно більшим за кут тертя ковзання органічних добрив об матеріал напрямної пластини. Подрібнювально-розкидні барабани у місці з'єднання між собою мають конічне закінчення 14 (рис. 1, *б*). Зуби барабанів 5, 7 (рис. 1, *в*) встановлені на маточинах 15. Для передачі крутного моменту від верхнього подрібнювально-розкидного барабана 4 до нижнього 6 служать шестерні 16 і 17. Зуби 5, 7 подрібнювально-розкидних барабанів змінні і закріплені до маточин 15 за допомогою різьбових наконечників 18. Маточини 15 змонтовані на шестигранних приводних валах 19, які забезпечують фіксацію зубів в заданому положенні, а отже необхідне подрібнення добрив. Привод верхніх подрібнювально-розкидних барабанів здійснюється від гідромоторів 20 і 21.

Процес роботи машини для внесення твердих органічних добрив із запропонованим розкидним пристроєм відбувається наступним чином. Під час руху агрегату по полю планки транспортера 2 (рис. 1,*а*,*б*), що приводиться в дію від ВВП трактора, подають добрива до напрямної пластини 13, по якій вони переміщуються до розкидного пристрою, подрібнювально-розкидні барабани 4 і 6 якого обертаючись, зубами 5 і 7 (рис. 1,*в*) захоплюють, подрібнюють і розкидають по поверхні полю тверді органічно добрива. Конічна частина 14 (рис. 1,*б*) барабанів 4, 6 забезпечує розкидання добрив в центральній частині агрегату.

Робочий процес машини кузовного типу для внесення твердих органічних добрив складається із трьох фаз: подача добрив транспортером до подрібнювально-розкидних барабанів; відносне переміщення частинок добрив по зубах барабанів; вільний політ частинок під дією кінетичної енергії і сили тяжіння. Відносне переміщення частинок добрив розпочинається з моменту виходу зубів 5, 7 (рис. 1,*в*) з маси добрив. Це відбувається при повороті зубів 5 верхнього барабана на кут γ_0 і характеризується рухом частинок вздовж зубів. У цьому випадку на частинку масою *m* діє сила тяжіння $G = mg$ (рис. 1,*в*), відцентрова сила $F_ц = m\omega^2 r_i$, Коріолісова сила $F_k = 2m\omega r_i$ та сила тертя по зубах $F_{mp} = f\left(mg\cos\omega t + 2m\omega r_i\right)$.

Можливість руху частинки по зубах в першому квадранті $\gamma \le \frac{\pi}{2}$ γ:

$$m\omega^2 r_i = mg\sin\gamma \ge F_{mp} = f\left(mg\cos\gamma + 2m\omega v_r\right). \qquad (1)$$

Звідси відносна швидкість частинки вздовж зубів $V_r = r_i$, а кінцеве значення $r_i = r$. Дальність розкидання добрив визначається абсолютною швидкістю частинок в момент їх сходу із зубів. Абсолютна швидкість їх V_a дорівнює геометричній сумі швидкості, що переміщує $V_e = \omega r$ і відносній швидкості V_r вздовж лопаті.

$$V_a = \overline{\omega r} + \overline{Vr}. \quad (2)$$

$$\gamma_0 + \omega r \langle 90^\circ. \quad (3)$$

Експериментально встановлено, що V_r значно менше V_e і не завдає суттєвого впливу на швидкість V_a, тому для спрощення розрахунків можна прийняти, що $V_a \approx V_e$. Для збільшення дальності польоту частинки добрив повинні злітати з зубів в першому квадраті;

Це залежить від товщини *h* шару добрив. Зі збільшенням *h* , збільшується кут γ_0, при якому добрива починають сходити з зубів в процесі повороту їх на кут ≈ωt, якому відповідає дуга A_1A_2. Вільний політ частинок добрив, кинутих з швидкістю $V_a \approx V_e = \omega r$ під кутом β до горизонту, де $\beta = 90^\circ - \gamma_0 - \omega t$ без врахування опору повітря, описується рівнянням:

$$X = V_a \cdot t\cos\beta; \quad Y = V_a t\sin\beta - gt^2/2. \quad (4)$$

Оскільки початок координат розміщено в точці A_2 на висоті *H* над поверхнею поля, то в момент падіння частинки на її поверхню, координата частинки *Y=-H*, значить час польоту $t_п$ визначиться із умови:

$$-H = V_a t_n \sin\beta - gt_n^2/2 \text{ або } t_n = \frac{V_a\sin\beta + \sqrt{V_a\sin^2\beta + 2gH}}{g}. \quad (5)$$

У виразі (5) приймають значення кореня зі знаком «+», оскільки час не може бути негативним. При підстановці значень $t_п$ в рівняння 5 отримуємо відстань польоту частинки:

$$x = \frac{V_a^2\sin 2\beta}{2g} + \frac{V_a\cos\beta\sqrt{V_a^2\sin^2\beta + 2gH}}{g}. \quad (6)$$

Ширина захвату агрегату залежить від відстані польоту частинок добрив *x*. З прямокутного трикутника *BCD* (рис. 1,*б*), гіпотенуза *CD* якого *x* є величиною дальності польоту, а катет *CB* величина збільшення ширини захвату.

За теоремою Піфагора: $BC^2=CD^2+BD^2$. Ширина захвату $B_з$ у цьому випадку буде дорівнювати: $B_з=2CD+B_{тр}$, де: $B_{тр}$ – ширина транспортера.

У цьому випадку:

$$B_з = \sqrt{\frac{V_a^2\sin 2\beta}{2g}} + \frac{V_a\cos\beta\sqrt{V_a^2\sin^2\beta + 2gH}}{g} + B_{тр}. \quad (7)$$

Висновок. В результаті проведених досліджень встановлено, що розміщення подрібнювально-розкидних барабанів під кутом 45° до напрямку руху збільшує ширину захвату машини в три рази, а отже й продуктивність машини в цілому. Застосування змінних зубів на подрібнювально-розкидних барабанах дозволило більш якісно подрібнювати та розподіляти по поверхні поля добрива, що призвело до підвищення урожайності.

Список літератури

1. *Сільськогосподарські* машини / [*Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, В. В. Іщенко* та ін. ; за ред. *Д. Г. Войтюка*]. – К: Агроосвіта, 2015. – 679 с.
2. *Органические* удобрения / [*П. Д. Попов, В. И. Хохлов, А. А. Егоров* и др.]. – М.: Агропромиздат, 1988. – 207 с.
3. *Линник Н. К.* Машины и оборудование для производства и внесения органических удобрений / [*Н. К. Линник, В. А. Ермоленко, И. И. Шкодкин* и др. ; под ред. *Л. В. Погорелого*]. – К.: Техника, 1992. – 103 с.
4. *Голуб Г. А.* Обґрунтування основних параметрів радіально скошеного лопатевого ротора розкидача органічних добрив / *Г. А. Голуб, В. В. Висовень, М. Є. Шаблій* // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха, 2004. – Вип. 88. – С. 200–207.
5. *Гудков А. Н.* Обоснование выбора робочих органов навозоразбрасывателя / *А. Н. Гудков, С. Н. Никулин* // Тракторы и сельхозмашины. – 1995. – №9. – С. 29–31.

References

1. *Voytyuk, D. H., Aniskevych, L. V., Ishchenko, V. V.* (2015). Sil's'kohospodars'ki mashyny [Agricultural machines]. K: Ahroosvita, 679.
2. *Popov, P. D., Khokhlov, V. Y., Ehorov A. A.* (1988). Orhanycheskye udobrenyya [Organic fertilizer]. M.: Ahropromyzdat, 207.
3. *Lynnyk, N. K., Ermolenko, V. A., Shkodkyn, Y. Y.* (1992). Mashyni y oborudovanye dlya proyzvodstva y vnesenyya orhanycheskykh udobrenyy [Machinery and equipment for production and application of organic fertilizers]. K.: Tekhnyka, 103.
4. *Holub, H. A., Vysoven', V. V., Shabliy, M. Ye.* (2004). Obgruntuvannya osnovnykh parametriv radial'no skoshenoho lopatevoho rotora rozkydacha orhanichnykh dobryv [Substantiation of basic parameters of radial beveled vane rotor spreader of organic fertilizers]. Mechanization and electrification of agriculture. Hlevakha, Vyp. 88, 200–207.
5. *Hudkov, A. N., Nykulyn, S. N.* (1995). Obosnovanye vibora robochykh orhanov navozorazbrasi-vatelya [The rationale for the selection of the working bodies of the manure spreader]. Tractors and agricultural machinery, 9, 29–31.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЗБРОСНОЙ УСТРОЙСТВА МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

А. П. Деркач, И. В. Харченко

Аннотация. *Внедрение интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур требует повышения плодородия почвы за счет внесения удобрений и химических мелиорантов.*

Органические удобрения включают вещества животного или растительного происхождения. К ним относятся: навоз, перегной, торф, компосты, растительная масса (сидераты).

Количество и качество органического вещества в почве – гумуса в основном определяет свойства почвы: уровень потенциального плодородия, водный режим, степень аэрации, емкость поглощения, буферность и другие.

Возделывание сельскохозяйственных культур вызывает снижение содержания гумуса, а следовательно, и плодородия почвы. Внесение необходимых норм навоза обеспечивает поддержания уровня гумуса на исходном уровне.

Важным фактором повышения плодородия почвы является качественное внесение органических удобрений, поэтому совершенствование технических средств для их внесения является актуальным вопросом. Существующие розкидні устройства кузовных машин для внесения твердых органических удобрений не в полной мере удовлетворяют агротехническим требованиям по качеству измельчения и равномерности распределения удобрений по полю. Разработана конструкция машины для внесения твердых органических удобрений с разбрасывающим устройством, барабаны которого установлены под углом 45° к направлению движения и оборудованы сменными зубами. Теоретически обоснованы параметры разбросной устройства, что более качественно измельчает и распределяет твердые органические удобрения по поверхности поля, при этом ширина их внесения значительно увеличивается, а следовательно растет и производительность машины.

Ключевые слова: ***твердые органические удобрения, разбрасыватель, измельчающе-разбросной барабан, зубья барабана, транспортер***

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF BROADCAST DEVICE OF MACHINE FOR MAKING SOLID ORGANIC FERTILIZERS

O. P. Derkach, I. V. Kharchenko

Abstract. *Introduction of intensive technologies of cultivation of agricultural crops requires improving the soil fertility due to application of fertilizers and chemical ameliorants.*

Organic fertilizers include substances of animal or vegetable origin. These include: manure, gnosca, peat, compost, plant weight (green manure).

The quantity and quality of organic matter in soil – humus is mainly determined by the properties of the soil: the level of potential fertility, water regime, degree of aeration, absorption capacity, buffering and others.

The cultivation of crops causes a decrease of the humus content, and hence soil fertility. The introduction of the relevant norms of manure ensures the maintenance of humus at the initial level.

An important factor in increasing the fertility of the soil is quality organic fertilizers, thus improving the technical means for their introduction is important. Existing Roskin the device body machines for applying solid organic fertilizers does not fully satisfy the agricultural requirements of the quality of grinding and the uniformity of fertilizer distribution across the field. Designed machines for applying solid organic fertilizers with a spreader device, the reels which are mounted at an angle of 45° to the direction of movement and equipped with a replaceable teeth. Theoretically justified parameters broadcast device that more efficiently pulverizes and distributes solid organic fertilizer on the field surface, with the width of their inclusion increases significantly, and therefore increases the productivity of the machine.

Keywords: ***solid organic fertilizer, spreader, grinding-broadcast drum, teeth of drum, conveyor***

УДК 624.042.4

ВИЗНАЧЕННЯ ВІТРОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Є. А. Бакулін, кандидат технічних наук
В. М. Бакуліна
Національний університет біоресурсів і природокористування України
e-mail:bakulin959@ukr.net
Н. О. Костира, кандидат технічних наук
Національний авіаційний університет
e-mail:iakos62@ ukr.net

Анотація. *При будівництві висотних будівель в умовах щільної міської забудови змінюються лінії вітрового потоку. Зміна вітрового потоку приводить до утворення підвітряних хвиль і їх генерації, це створює додаткові навантаження, збільшуючи тиск на бічні поверхні оточуючих будівель. Із-за неоднорідності вітрового потоку розподіл тиску на бічні стіни будівлі нерівномірний. В результаті, на бічній поверхні утворюються моменти кручення, що може привести до значних напружень у вузлових з'єднаннях, особливо в конструкціях фасадних систем.*

© Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Н. О. Костира, 2016