

УДК 631.3 (075.8)

© О.М. Калнагуз; Г.С. Головченко; М.В. Горовий

Сумський національний аграрний університет

В.О. Кудря

Інститут механізації та електрифікації сільського господарства

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ШНЕКА ТУКОВИСІВНОГО АПАРАТА НА НОРМУ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

Об'єктом дослідження є туковисівний апарат. У статті наведені дослідження по визначенню коефіцієнтів винесення добрив у лійку туковисівного апарату та відставання швидкості винесення добрив від осьової швидкості витків шнека.

МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА, ОБЕРТАННЯ, ОБСМНА МАСА, РОБОЧИЙ ОРГАН.

Постановка проблеми. Останніми роками на просапних сівалках, культиваторах-рослинопідживлювачах застосовують шнекові туковисівні апарати, де як шнек використовують навитий у вигляді пружини дріт. Важливим показником роботи шнекових туковисівних апаратів є забезпечення заданої норми внесення мінеральних добрив. Тому вивчення впливу факторів, що забезпечують задану норму внесення добрив є важливою задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз конструкції пристроїв для транспортування сипких матеріалів показує, що найбільш перспективним для багатьох випадків виробництва є пружинно-транспортуючі робочі органи [3, 5].

Перший патент на предмет можливості переміщення сипкого матеріалу обертовою пружиною одержано у Німеччині у 1927 році. Вперше пружину як робочий орган використали для переміщення цементу також у 1927 році.

Дослідженням пружинних транспортерів присвячені роботи Преображенського П.А., Каптура З.Ф., Резніка Є.І., Кудзієва Е.П., Артюх Н.Ф. та інших вчених [1].

Більш широкі дослідження з застосування пружинних транспортерів розпочаті з 1960 років. Пружини застосовують як робочий орган в багатьох конструкціях сільськогосподарських машин для рослинництва і тваринництва.

Основні сфери застосування пружинно-транспортуючих робочих органів сільськогосподарських машин: переміщення, дозування, розподіл і таке інше.

Пружинно-транспортуючий робочий орган володіє: гнучкістю, безпильністю робочого процесу при переміщенні сипких матеріалів, відсутністю складних передавальних механізмів до робочого органа (пружини), малою металоємністю, можливістю привода робочого органа від будь-яких джерел енергії, можливістю встановлення робочого органа на агрегати як стаціонарного, так і мобільного варіантів і т.д.

Компоновка технічних засобів з пружинно-транспортуючими робочими органами не потребує точних і складних технологій виготовлення і монтажу, що дозволяє широко використовувати існуючу матеріально-технічну базу АПК.

Мета дослідження. Дослідити вплив частоти обертання шнека туковисівного апарата пружинного типу на норму внесення різних за структурою мінеральних добрив (гранульованих, порошкоподібних та пиловидних).

Результати дослідження. Туковисівний робочий орган пружинного типу працює за принципом вигібання сипкого матеріалу (добрив) у висівне вікно витками дроту, які зсовують шар добрив, що знаходиться на дні бункера, до його краю і далі у лійку. У загальному вигляді передбачається, що часточки матеріалу здійснюють обертовий рух і переміщуються в осьовому напрямку за рахунок внутрішнього тертя між шарами, підкоряючись закономірностям динаміки сипкого матеріалу [2, 4].

Маса добрив (m), що виноситься шнеком в одну лійку, становить

$$m = F \cdot v_d \cdot \gamma_d \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

де F – площа перерізу добрив, які виносяться шнеком, мм²;
 v_d – швидкість руху добрив, мм/с; γ_d – об’ємна маса добрив, г/дм³.

Площа (рис. 1)

$$F = \frac{\pi \cdot (d_0^2 - d^2)}{4}, \quad (2)$$

де d_0 – діаметр дозуючого отвору, мм; d – діаметр вала шнека, мм.

Швидкість v_d можна виразити через залежність

$$v_d = v \cdot k_B, \quad (3)$$

де v – осьова швидкість витків шнека, мм/с; k_B – коефіцієнт виносення добрив у лійку, долі одиниці.

За час t_0 одного оберту шнека залежність (3) набуває вигляду

$$v_d \cdot t_0 = v \cdot t_0 \cdot k_B = S \cdot k_B, \quad (4)$$

де S – крок витків шнека, мм.

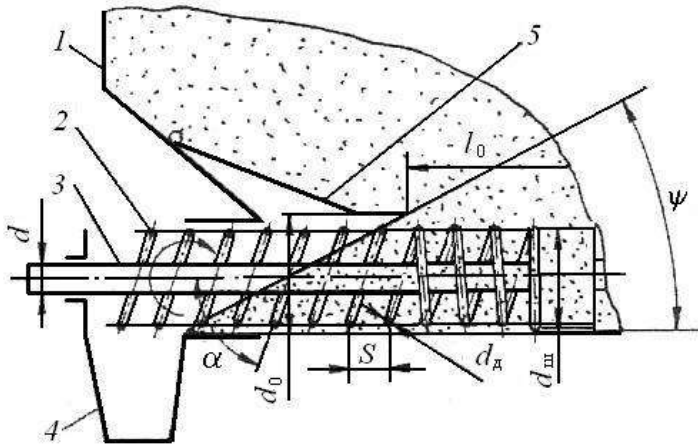


Рис. 1 – Схема визначення основних параметрів шнекового апарата: 1 – бункер; 2 – витки дроту; 3 – вал; 4 – лійка; 5 – відкидний козирок; d – діаметр вала шнека; d_0 – діаметр дозуючого отвору; d_{III} – діаметр витків шнека; S – крок витків шнека; $d_{Д}$ – діаметр дроту; α – кут нахилу витка дроту до напрямку осевого руху; ψ – кут перекриття

За один оберт шнека в одну лійку виноситься маса добрив:

$$m_o = \frac{\pi \cdot (d_o^2 - d^2)}{4} S \cdot k_B \cdot \gamma_D \cdot 10^{-6}. \quad (5)$$

За число обертів шнека n_{III} в одну лійку буде винесена маса добрив:

$$m = m_o \cdot n_{III} = \frac{\pi \cdot (d_o^2 - d^2)}{4} \cdot S \cdot n_{III} \cdot k_B \cdot \gamma_D \cdot 10^{-6}. \quad (6)$$

Між коефіцієнтами винесення добрив у лійку і відставання від осевої швидкості витків шнека існує залежність:

$$k_B = (1 - \mu_v). \quad (7)$$

Тому формула (6) набуває вигляду:

$$m = \frac{\pi \cdot (d_o^2 - d^2)}{4} \cdot S \cdot n_{III} \cdot (1 - \mu_v) \cdot \gamma_D \cdot 10^{-6}. \quad (8)$$

Коефіцієнт винесення добрив у лійку можна визначити за формулою

$$k_B = \frac{m}{m_T}, \quad (9)$$

де m_T – маса добрив, яка повинна висіятись у лійку туковисівного апарата за освої швидкості витків шнека v .

Масу добрив m визначали на лабораторній установці, представлений на рис (рис. 2).

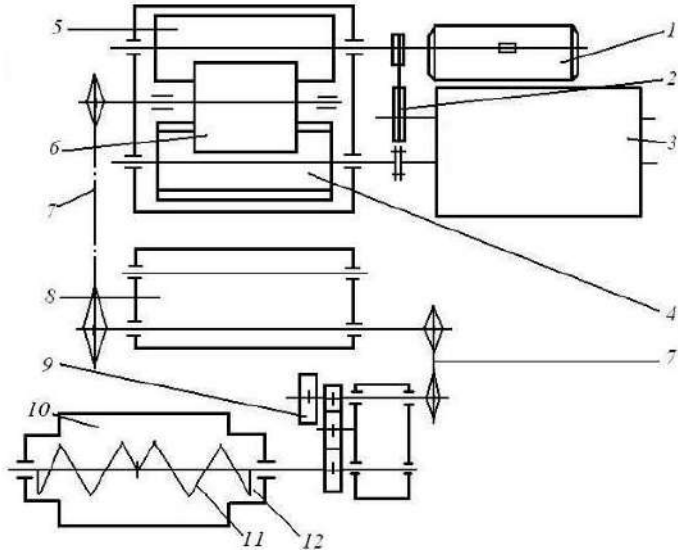


Рис. 2 – Кінематична схема лабораторної установки: 1, 2, 3, 4, 5 – приводна станція; 6 – опорно-привідне колесо; 7 – ланцюгові передачі; 8 – редуктор сівалки; 9 – шестеренна передача; 10 – туковий апарат; 11 – шнек; 12 – лійка

Лабораторна установка складається із приводної станції (1–5), ланцюгових 7 та шестеренної 9 передач, редуктора 8 сівалки, туковисівного апарата АТП – 2 10. Опорно-привідне колесо 6 установки спирається на прогумований 4 та металевий 5 ролики, приводиться в рух від двигуна 1 клинопасовою передачею 2 через редуктор 3 і прогумований ролик 4. Зміна частоти обертання шнека 11 апарата відбувалось за допомогою шестеренної передачі 9.

В табл. 1 наведені основні параметри туковисівного апарата.

Таблиця 1 – Параметри туковисівного апарата

Показники	Величина показника
1. Діаметр дозуючого отвору d_0 , мм	60
2. Діаметр вала шнека d , мм	20
3. Крок витків шнека S , мм	21
4. Діаметр дроту d_d , мм	5

Об'ємна маса добрив γ_d визначалась за формулою

$$\gamma_d = \frac{m_d}{V}, \quad (10)$$

де m_d – маса добрив, г; V – об'єм ємкості (1 дм³).

Об'ємна маса гранульованого добрива (азофоска) $\gamma_{дг}$ складала 1080 г/дм³, порошкоподібного добрива (монофосфат калію) $\gamma_{дпор}$ – 1245 г/дм³, пиловидного добрива (сульфат калію) $\gamma_{дпил}$ – 1270 г/дм³.

На кожній з передач приводної станції визначали час 20 обертів опорно-привідного колеса.

Кількість обертів вала туковисівного апарата $n_{ш}$ визначали за формулою:

$$n_{ш} = n_k \cdot i, \quad (11)$$

де n_k – кількість обертів опорно-привідного колеса; i – передаточне відношення від опорно-привідного колеса до вала туковисівного апарата.

Передаточне відношення i дорівнює:

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3, \quad (12)$$

де i_1 – передаточне відношення від опорно-привідного колеса до вала редуктора 8; i_2 – передаточне відношення від вала редуктора 8 до вала ведучої шестерні шестеренної передачі; i_3 – передаточне відношення шестеренної передачі 9.

Масу добрив, висіяних через одну лійку за $n_{ш}$ обертів шнека, можна визначити а формулою:

$$m = \frac{m_1 + m_2}{2},$$

де m_1 і m_2 – маса добрив, висіяних через першу і другу лійки, г.

Коефіцієнт виносення добрив у лійку визначали за формулою:

$$k_B = \frac{m}{10^{-6} \cdot \pi \cdot \frac{(d_o^2 - d^2)}{4} \cdot S \cdot n_{ш} \cdot \gamma_d}. \quad (13)$$

Частоту обертів вала шнека ($xв^{-1}$) туковисівного апарата визначали за формулою

$$n = \frac{n_{ш}}{t} \cdot 60, \quad (14)$$

де $n_{ш}$ – кількість обертів шнека; t – час обертання приводного колеса, с.
Досліди проводили в трикратній повторності.

В табл. 2 наведені результати дослідних і розрахункових показників.

Таблиця 2 – Результати дослідних і розрахункових показників

Варіант досліджу	Час досліджу t , с	Маса добрив, висіяних за $n_{ш}$ обертів шнека, г	Коефіцієнт		Частота обертання шнека n , $xв^{-1}$	Фактична норма внесення мінеральних добрив Q_{ϕ} , кг/га
			$k_{в}$	μ_{ϕ}		
1	23,5	346	0,80	0,20	19,5	233
2	23,3	856	0,74	0,26	52,5	576
3	23,4	1005	0,72	0,28	63,1	696
4	23,5	1160	0,70	0,30	74,3	780

Фактичну норму внесення мінеральних добрив визначали за формулою:

$$Q_{\phi} = \frac{10^4 \cdot (m_1 + m_2) \cdot (1 - k_{\text{КОВЗ}})}{2 \cdot b \cdot l}, \quad (15)$$

де $m_1 + m_2$ – маса добрив, зібраних від двох лійок одного туковисівного апарата, г; $k_{\text{КОВЗ}}$ – коефіцієнт ковзання (для лабораторних умов $k_{\text{КОВЗ}} = 0,05 - 0,1$); b – ширина міжрядь (для цукрового буряка $b = 0,45$ м); l – довжина шляху, яку проходить сівалка за 20 обертів опорно-привідного колеса, м.

Довжину l визначали за формулою:

$$l = \pi \cdot D \cdot N, \quad (16)$$

де D – діаметр опорно-привідного колеса, $D = 0,5$ м; N – число обертів опорно-привідного колеса, $N = 20$ обертів.

За даними дослідних і розрахункових показників побудовані залежності $k_{в}$, μ_{ϕ} , Q_{ϕ} від частоти обертання шнека n для гранульованого мінерального добрива (рис. 3).

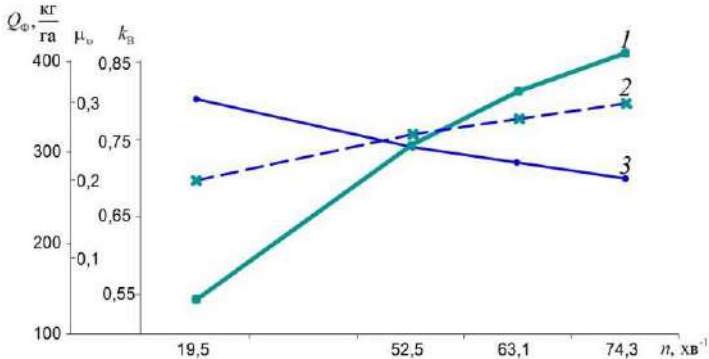


Рис. 3. – Залежності фактичної норми внесення мінеральних добрив Q_f (крива 1), коефіцієнта відставання швидкості добрив від осьової швидкості витків шнека μ_v (крива 2), коефіцієнта винесення добрив k_v (крива 3) від частоти обертання шнека туковисівного апарата n (для гранульованого мінерального добрива)

Аналіз побудованих залежностей показує, що із збільшенням частоти обертання шнека туковисівного апарата коефіцієнт винесення добрив у лійку зменшується, коефіцієнт відставання швидкості добрив від осьової швидкості витків шнека зростає, норма внесення мінеральних добрив збільшується.

Висновки. Для гранульованих добрив із збільшенням частоти обертання шнека з 19,5 до 74,3 (тобто в 3,8 раза) коефіцієнт винесення добрив у лійку k_v – зменшується в 1,14 раз; коефіцієнт відставання швидкості винесення добрив у лійку від осьової швидкості витків шнека μ_v – збільшується в 1,5 рази; фактична норма внесення Q_f – збільшується в 3,4 рази.

Література

1. Артемьев В.Г. Пружинно-транспортирующие рабочие органы сельскохозяйственных машин: Учебное пособие / В.Г. Артемьев. – Ульяновск, СХИ, 1995. – 200 с.
2. Бендера І.М. Проектування сільськогосподарських машин: Навч. посібник / І.М. Бендера, А.В. Рудь, Я.В. Козій та ін. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2010. – 640 с.
3. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.

4. Войтюк Д.Г. Теорія сільськогосподарських машин: Практикум: Навч. посібник / Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, М.Я. Довжик. За ред. С.С. Яцуна. – Суми ВТД «Університетська книга», 2008. –201 с.

5. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний. За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.

Рецензент д.т.н., проф. В.Б. Тарельник

УДК 631.365:633.34

© Р.В. Кірчук, к.т.н.; К.С. Цизь
Луцький національний технічний університет

ОБГРУНТУВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НАСІННЯ СОЇ В ОБРУШУВАЛЬНОМУ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ

В статті наведено теоретичні та експериментальні дослідження процесу обрушування насіння сої, як способу інтенсифікації процесу сушіння, обґрунтовано швидкість насіння, що необхідна для руйнування поверхні насінини при ударі в пристрої підготовки до сушіння.

НАСІННЯ СОЇ, ОБГРУНТУВАННЯ, СУШІННЯ, ШВИДКІСТЬ

Постановка проблеми. Соя – унікальна продовольча, кормова і лікарська рослина, яка багато років належить до найважливіших стратегічних культур світового землеробства. Серед білкових культур – соя найбільш цінна, в її насінні міститься 35-45% протеїну, 18-25% олії, вуглеводи, мікроелементи та цілий набір біологічно активних фітопоживних речовин. Соя є головним джерелом протеїну в комбікормах для тварин [1, 2].

Зібраний врожай сої слід негайно очистити від небомолочених бобів, і, в разі потреби, висушити до вологості 12-14%. Для сушки зерна і насіння сої з підвищеною вологістю до кондиції використовуються універсальні зерносушарки шахтного та інших типів