

технічні засоби для підбору соломи з валків, її подрібнення та розподілення по поверхні поля.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Шкарда М.* Производство и применение органических удобрений: Пер. с чешского. — М.: Агропромиздат, 1985. — 364 с.
 2. *Верниченко Л.Ю., Мишустин Е.Н.* Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур // Использование соломы как органического удобрения. — М.: Наука, 1985. — 269 с.
-

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛОМЫ КАК УДОБРЕНИЯ

Проанализированы технологии и технические средства использования соломы для удобрения почвы.

TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL ASPECTS OF APPLICATION OF STRAW AS FERTILIZER

Technologies and hardwires of the use of straw are analyzed for the fertilizer of soil.

УДК 531.355

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ТЕОРІЇ ПАДІННЯ ТІЛ У ПОВІТРЯНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Г.А. Голуб, докт. техн. наук

ННЦ "ІМЕСГ"

О.А. Марус, асп.

НУБіП України

Приведені аналітичні закономірності, що визначають падіння тіл із урахуванням опору повітря.

Проблема. На тіло, що падає, діє сила тяжіння та сила опору повітря, яка направлена в протилежному напрямку від сили тяжіння. Загальновідомо, що повітряний потік чинить опір падінню тіла, який визначається коефіцієнтом парусності падаючого тіла. Однак, незважаючи на широке використання явища падіння матеріалів у по-

вітряному середовищі, наприклад, сепарація біологічних матеріалів у вертикальних повітряних потоках, кількісні кінематичні закономірності падіння тіл із урахуванням опору повітряного середовища залишаються не визначеними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експериментально коефіцієнт парусності прийнято визначати за швидкістю повітряного потоку, який спричиняє зависання тіла. Теоретично швидкість зависання неправильних тіл рекомендується визначати шляхом заміни їх еквівалентною кулею, маса якої дорівнює масі тіла [1]. Загальновідомо також, що величина швидкостей зависання визначається масою та габаритами тіл. Практичне визначення кінематичних параметрів падіння тіл із урахуванням опору повітряного середовища потребує встановлення відповідних кількісних закономірностей.

Метою досліджень є встановлення закономірностей, що визначають параметри падіння тіл із урахуванням опору повітря.

Результати досліджень. При визначенні закономірностей падіння тіла у повітряному середовищі замість коефіцієнта парусності скористаємося коефіцієнтом пропорційності [2], що дозволяє перейти від площі міделевого перерізу тіла до його еквівалентного діаметра та врахувати масу падаючого тіла:

$$k = \frac{3c\rho_{\text{П}}}{4\rho d_E}, \quad (1)$$

де k — коефіцієнт пропорційності, м^{-1} ; c — коефіцієнт опору кулі, який при числах Рейнольдса від $1,5 \cdot 10^3$ до $14,5 \cdot 10^3$ приблизно однакові і дорівнює $c=0,4$, відносних од.; $\rho_{\text{П}}$ — густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$; ρ — щільність матеріалу тіла, $\text{кг}/\text{м}^3$; d_E — діаметр еквівалентної кулі, м .

Підставивши значення сил, що визначають динаміку падіння тіла у диференційне рівняння руху, одержимо:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = mg - m \frac{3c\rho_{\text{П}}}{4\rho d_E} v^2, \quad (2)$$

де m — маса тіла, кг ; y — координата руху під час падіння, м ; t — час падіння, с ; g — прискорення сили тяжіння, $\text{м}/\text{с}^2$; v — швидкість падіння, $\text{м}/\text{с}$.

Запишемо диференційне рівняння руху в залежності швидкості від часу та, розділивши змінні, отримаємо:

$$\frac{dv}{g - kv^2} = dt, \quad (3)$$

Після інтегрування в межах зміни швидкості від v_0 до v та часу від 0 до t отримаємо:

$$\frac{1}{2\sqrt{gk}} \left(\ln \left| \frac{\sqrt{g} + v\sqrt{k}}{\sqrt{g} - v\sqrt{k}} \right| - \ln \left| \frac{\sqrt{g} + v_0\sqrt{k}}{\sqrt{g} - v_0\sqrt{k}} \right| \right) = t. \quad (4)$$

Після подальших перетворень отримаємо:

$$\frac{\sqrt{g} + v\sqrt{k}}{\sqrt{g} - v\sqrt{k}} = \frac{\sqrt{g} + v_0\sqrt{k}}{\sqrt{g} - v_0\sqrt{k}} \exp(2t\sqrt{gk}). \quad (5)$$

Для того, щоб спростити розрахунки уведемо постійну величину b

$$b = \frac{\sqrt{g} + v_0\sqrt{k}}{\sqrt{g} - v_0\sqrt{k}}. \quad (6)$$

У кінцевому підсумку швидкість падіння тіла із урахуванням опору повітряного потоку може бути визначена за виразом:

$$v = \sqrt{\frac{g}{k}} \frac{b \exp(2t\sqrt{gk}) - 1}{b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1}. \quad (7)$$

Із аналізу даного виразу можна зробити висновок, що на початку падіння швидкість тіла збільшується, а у подальшому набуває практично постійного значення, яке визначається співвідношенням $\sqrt{g/k}$.

Прискорення падіння тіла у повітряному середовищі визначимо на основі диференціювання виразу, що визначає швидкість падіння. При цьому отримаємо:

$$a = \frac{dv}{dt} = \sqrt{\frac{g}{k}} \frac{2b\sqrt{gk} \exp(2t\sqrt{gk}) (b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1 - b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1)}{(b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1)^2}. \quad (8)$$

Після відповідних спрощень маємо:

$$a = \sqrt{\frac{g}{k}} \frac{4b\sqrt{gk} \exp(2t\sqrt{gk})}{(b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1)^2}, \quad (9)$$

$$\text{або} \quad a = \frac{4bg \exp(2t\sqrt{gk})}{(b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1)^2}. \quad (10)$$

Із аналізу даного виразу можна зробити висновок, що на початку падіння прискорення тіла максимальне (при відсутності початкової

швидкості воно дорівнюватиме прискоренню сили тяжіння), а у подальшому, по мірі падіння, воно зменшується і набуває практично нульового значення, а тіло починає рухатися практично рівномірно.

Шлях, який пролетить тіло від початку його падіння у повітряному середовищі, визначимо на основі інтегрування виразу, що визначає швидкість падіння. При цьому отримаємо:

$$\sqrt{\frac{k}{g}} dh = \frac{b \exp(2t\sqrt{gk}) - 1}{b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1} dt. \quad (11)$$

Розкладемо праву частину рівняння на складові і, провівши інтегрування в межах зміни шляху від 0 до h та часу від 0 до t та відповідні перетворення, отримаємо:

$$h = \sqrt{\frac{g}{k}} \frac{1}{2\sqrt{gk}} \ln \frac{(b + \exp(-2t\sqrt{gk}))(1 + b \exp(2t\sqrt{gk}))}{(1+b)^2}. \quad (12)$$

Після подальших перетворень та скорочень отримаємо рівняння, яке визначає шлях, який пройде у повітряному середовищі тіло від початку падіння:

$$h = \frac{1}{2k} \ln \frac{2b + b^2 \exp(2t\sqrt{gk}) + \exp(-2t\sqrt{gk})}{(1+b)^2}. \quad (13)$$

Використання отриманих формул для розрахунку падіння тіл у повітряному середовищі проілюстровано на рисунку.

Висновок. Встановлені закономірності, що визначають параметри падіння тіл із урахуванням опору повітря дозволяють стверджувати, що на початку падіння швидкість тіла збільшується, а у подальшому, в залежності від часу та початкових умов падіння, набуває практично постійного значення, наприклад, для

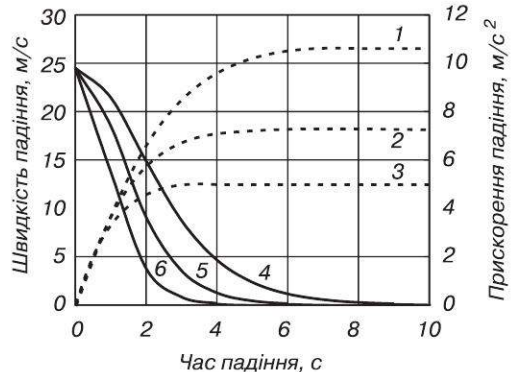


Рис. Зміна швидкості та прискорення падіння в часі: 1, 4 — швидкість і прискорення тіла об'ємом 10 см³; 2, 5 — швидкість і прискорення тіла об'ємом 1 см³; 3, 6 — швидкість і прискорення тіла об'ємом 0,1 см³

тіл об'ємом 0,1, 1 та 10 см³ (еквівалентний діаметр відповідно 0,58, 1,24 та 2,67 см), швидкість встановлюється відповідно на рівні 12,4, 18,1 та 26,5 м/с, у той же час прискорення тіла на початку падіння максимальне, а у подальшому, по мірі падіння воно зменшується і набуває практично нульового значення, наприклад, для послідовності тих же тіл, практично нульового значення прискорення досягає відповідно за час падіння 5, 6 і 8,5 с.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Кукибный А.А.* Метательные машины. — М.: Машиностроение, 1964. — 196 с.
2. *Голуб Г.А.* Агропромислове виробництво істівних грибів. — К.: Аграрна наука, 2007. — 330 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕОРИИ ПАДЕНИЯ ТЕЛ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

Приведены аналитические закономерности, которые определяют падение тел с учетом сопротивления воздуха.

SOME ASPECTS OF THEORY OF FALLING OF BODIES IN AIR ENVIRONMENT

Analytical conformities to the law, which determine the falling of bodies with the account of resistance of air, are conducted.

УДК 631.365.2

ЗМІСТОВНА ГЕОМЕТРИЧНА ТЕОРІЯ РОЗГОРТНИХ ҐРУНТОДЕФОРМУЮЧИХ ПОВЕРХОНЬ: ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ І ВИЗНАЧЕННЯ

А.С. Павлоцький, канд. техн. наук

НТУ України "КПІ";

В.А. Вознюк, інж.-методист

Комплекс НТУ України "КПІ" МУФ;

І.Ф. Савченко, канд. техн. наук

ННЦ "ІМЕСГ"

Висвітлено питання геометрії розгортки раціональних лінійчастих поверхонь на основі дослідження степеня їхньої розгортності, встановлення повного ряду розгортності таких поверхонь і розробки на цій основі інженерного способу конструювання ґрунтодеформуючих поверхонь заданого степеня

© А.С. Павлоцький, В.А. Вознюк, І.Ф. Савченко.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 94. 2010.