

УДК 621.92

© В.В. Сацюк, к.т.н., М.М. Поліщук
 Луцький національний технічний університет
 О.В. Голій
 Волинська ДСГДС ІСГЗП НААН України

ДО ТЕОРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКОВОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ ЧАСТИНКИ ДОБРИВ НА ПОВЕРХНІ ЛОПАТІ ПОДРІБНЮЮЧОГО БІТЕРА

У статті подано результати дослідження початкової швидкості руху частинки на поверхні лопаті подрібнюючого бітера машини для локального внесення сапропелевих добрив.

САПРОПЕЛЬ, БІТЕР, ЛОПАТЬ, ВЕКТОР, ШВИДКІСТЬ, РІВНЯННЯ, ПРИСКОРЕННЯ.

Постановка проблеми. Найбільш ефективним способом внесення сапропелевих добрив під посадку сільськогосподарських культур, є локальне внесення. Розроблено конструкцію машини для локального внесення сапропелевих добрив із одночасною посадкою картоплі [1, 2]. Рівномірність внесення сапропелевих добрив запропонованою машиною істотно залежить від гранулометричного складу добрив, а відповідно, і від роботи подрібнюючого бітера.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З метою встановлення раціональних кінематичних параметрів подрібнюючого бітера отримано систему нелінійних неоднорідних диференціальних рівнянь другого порядку зі сталими коефіцієнтами [2]:

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= g \sin(y + w_e t) \sin z - w_e^2 \frac{x^2}{2} - x \frac{\ddot{z}}{\sigma} \sin^2 z - \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} (g \sin(y + w_e t) \times \\ & \times \cos z - \frac{w_e^2}{2} \frac{x^2}{\sigma} \sin 2z + 2 w_e y \cos z) + 2 w_e y \sin z; \\ \ddot{y} &= g \cos(y + w_e t) + w_e^2 y - \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} (g \sin(y + w_e t) \cos z - \\ & - \frac{w_e^2}{2} \frac{x^2}{\sigma} \sin 2z + 2 w_e y \cos z) - 2 w_e x \sin z. \end{aligned}$$

Система (1) не піддається розв'язанню аналітичними методами. Для розв'язку даної системи числовим методом необхідно визначити

початкову швидкість руху частинки на поверхні лопаті.

Мета роботи. Визначення початкової швидкості руху частинки на поверхні лопаті подрібнюючого бітера.

Результати дослідження. Для визначення початкової швидкості руху частинки M на поверхні лопаті змішувача V_0 розглянемо перерозподіл швидкостей в момент падіння частинки на лопать.

Введемо просторову декартову систему координат $O_1X_1Y_1Z_1$ (рис.), яка жорстко з'єднана із рамою засобу для приготування ОМС. Така система координат $O_1X_1Y_1Z_1$ є інерціальною. Вісь O_1X_1 цієї системи співпадає з віссю обертання лопаті $OABT$. Крім того, введемо також просторову неінерціальну систему координат $OXYZ$, яка обертається навколо осі обертання лопаті O_1X_1 у вертикальній площині з кутовою швидкістю ω_z . Осі OX та OY направлені вздовж ширини та довжини лопаті відповідно, а вісь OZ перпендикулярна площині лопаті.

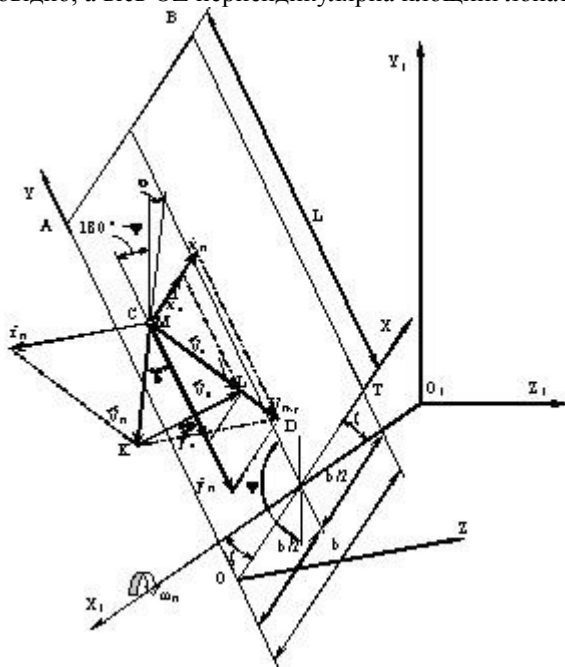


Рис. – Схема до визначення початкової швидкості частинки добрив на поверхні лопаті

Лопать встановлена під кутом Z до площини $X_1O_1Y_1$ осі обертання O_1X_1 . Компоненти суміші попадають на лопать при куті її

повороту $У$. Кут повороту $У$ відраховується від нижнього вертикального положення лопаті.

Вектор швидкості частинки при її падінні на поверхню лопаті \vec{V}_I відхилений від осі OY на кут d . Кут d рівний: $d = 180^\circ - y + u$, де u – кут між вектором швидкості падіння \vec{V}_I та вертикаллю.

Початкова швидкість частинки при її ковзанні на поверхні \vec{V}_0 визначається як векторна сума:

$$\vec{V}_0 = \vec{V}_I + \vec{V}_R, \quad (2)$$

де \vec{V}_R – швидкість, втрачена частинкою за рахунок реакції поверхні лопаті \vec{R} .

Застосувавши теорему синусів до трикутника швидкостей CKL , отримаємо:

$$\frac{V_0}{\sin CKL} = \frac{V_I}{\sin CLK} = \frac{V_R}{\sin LCK}, \quad (3)$$

звідки:

$$V_0 = V_I \frac{\sin(CKL)}{\sin(CLK)}. \quad (4)$$

Із побудови рис. видно, що $\angle CLK = 180^\circ - \angle KLD$ (тут L точка перетину вектора швидкості \vec{V}_R та проєкції вектора \vec{V}_I на площину поверхні лопаті $OABT$). Кут KLD у прямокутному трикутнику LDE ($\angle LDK = 90^\circ$) рівний $90^\circ - j$. Тоді $\angle CLK = 90^\circ + j$.

Використовуючи рис., запишемо рівність для визначення кута CKL :

$$\angle CKL = \angle CKD - \angle LKD. \quad (5)$$

Кут CKD визначаємо із прямокутного трикутника CDE ($\angle CDK = 90^\circ$):

$$\cos CKD = \frac{\mathfrak{Z}}{V_I}, \quad (6)$$

де \mathfrak{Z} – проєкція вектора \vec{V}_I на вісь OZ :

$$\mathfrak{Z} = V_I \sin d \cos z. \quad (7)$$

Із (6), враховуючи (7), отримаємо: $\cos CKD = \sin d \cos z$.

Підставивши значення $\angle CKD$ та $\angle LKD$ у (5), запишемо:

$$\angle CKL = \arccos(\sin d \cos z) - j. \quad (8)$$

Отже,

$$V_0 = V_I \frac{\sin(\arccos(\sin d \cos z) - j)}{\cos j} \quad (9)$$

Проекції вектора швидкості \vec{V}_0 осі OX та OY (відповідно, \mathcal{V}_x та \mathcal{V}_y) Декартової неінерціальної системи координат OXYZ рівні:

$$\mathcal{V}_x = V_I \frac{\sin(\arccos(\sin d \cos z) - j)}{\cos j} \sin d \sin z \quad (10)$$

$$\mathcal{V}_y = V_I \frac{\sin(\arccos(\sin d \cos z) - j)}{\cos j} \cos d \quad (11)$$

Висновки. Використання отриманих залежностей для визначення початкової швидкості руху дозволить розв'язати систему (1) та встановити раціональні кінематичні параметри подрібнюючого бітера машини для локального внесення сапропелєвих добрив.

Література

1. Патент на корисну модель №77004 Україна. МПК А01С 3/0. Машини для внесення твердих органічних добрив / Дідух В.Ф., Поліщук М.М., Бабарика С.Ф., Суховерхий А.С. - № u 2012 08197; Заявл. 04.07.2012; Опубл. 25.01.2013. Бюл. №2. - 4 с.
2. Дідух В.Ф. Дослідження умов локального внесення проморожених сапропелєв / В.Ф. Дідух, М.М. Поліщук // Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 97 Т.1. – Глеваха, 2013. – С. 97 – 105.
3. Сацюк В.В. До теорії обґрунтування кутової швидкості подрібнюючого бітера / В.В. Сацюк, М.М. Толстущко // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст., вип. 24. – Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2013. – С.326–330

Рецензент д.т.н., проф. В.Ф. Дідух.