

УДК 631.333

В.В. Адамчук, академік НААН, д-р техн. наук, П.О. Косик, зав. сектору автоматизації та комп'ютеризації с.-г. техніки

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Дослідження розсівання твердих мінеральних добрив в умовах вітру

Розглянуто питання розсівання твердих мінеральних добрив машиною в умовах вітру. Проведено теоретичні дослідження з метою визначення впливу вітру на частинки твердих мінеральних добрив в процесі їх розсівання.

тверді мінеральні добрива, математична модель, розсівання, вплив вітру

Проблема. Одною з основних умов здійснення інтенсифікації сільського господарства є підвищення росту урожайності всіх сільськогосподарських культур, нерозривно пов'язане з збільшенням виробництва та раціональним використанням мінеральних добрив. Вітчизняний та зарубіжний досвід засвідчує те, що не менш 50 % приросту врожаїв можна отримати за рахунок добрив, без покращення обробітку ґрунту. Тому добрива є одним з найбільш важливих факторів зниження собівартості сільськогосподарської продукції.

Внесення мінеральних добрив - особливо важливий процес для підвищення родючості ґрунтів. Справа в тому, що в ході росту рослини, їх коренева система забирає поживні речовини з ґрунту, яких поступово зменшується. Внесення мінеральних добрив сприяє відновленню балансу поживних речовин в ґрунті. Але є проблеми, щодо удобрення ґрунту, одною з яких при внесенні твердих мінеральних добрив є вплив вітру на політ частинок які знаходяться в повітряному середовищі, рухаючись перпендикулярно до напрямку руху машини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні дослідження впливу вітру на рух в повітряному середовищі частинок матеріалу взагалі, висвітлені в працях багатьох науковців, зокрема В.В. Адамчука [1], Г.Н. Абрамовича [2]. Основу теоретичних досліджень відносно впливу вітру на політ частинок твердих мінеральних добрив розглянуто в праці [3]. Задача оптимізації впливу вітру на частинки мінеральних добрив уявляється багатокритеріальною, тому вирішення цього питання здійснене шляхом моделювання внесення мінеральних добрив з урахуванням критеріїв його впливу є більш доскональним [4].

Мета досліджень. Дослідити розсівання твердих мінеральних добрив в умовах вітру теоретичним шляхом за допомогою математичного моделювання процесу польоту частинки твердих мінеральних добрив при попутному і зустрічному вітрі.

Результати досліджень. Очевидно, що з усіх можливих напрямків вітру відносно напрямку руху агрегату найбільше впливає на показники внесення добрив вітер, направлений перпендикулярно до напрямку руху машини. Розглянемо рух частинок добрив, які сходять з робочого органу (РО), до поверхні поля в умовах впливу на них вітру, в двох конкретних випадках: вплив вітру проти напрямку руху частинок добрив, вплив вітру за напрямком руху частинок добрив (рис.1).

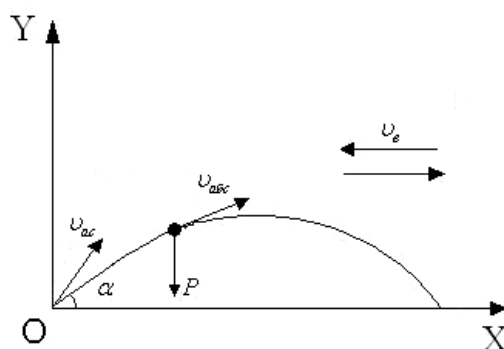


Рисунок 1 - Загальна схема до дослідження руху частинок мінеральних добрив в умовах вітру

На загальній схемі (рис. 1) зображений процес польоту частинки мінеральних добрив та вплив на неї сил, де:

P - сила тяжіння, Н;

v_{ac} - абсолютна швидкість сходу частинки добрив з РО, м/с;

v_g - швидкість вітру, який діє на частинку добрив, м/с;

v_{abs} - абсолютна швидкість руху частинки добрив, в процесі польоту, м/с;

α - кут під яким частка добрив сходить з РО, град.

Розробивши загальну графічну схему польоту частинки добрив, тобто політ частки при впливі на неї зустрічного вітру і за напрямком руху, та розглянувши які саме сили на неї впливають, можна змоделювати процес польоту частки добрив, описавши його системою рівнянь.

Згідно з другим законом Ньютона представимо сили у векторній формі, які впливають на частинку твердих мінеральних добрив, в процесі польоту:

$$\vec{ma} = \vec{F}_{тяжс} + \vec{F}_{оп} \quad (1)$$

Знаходимо значення сил:

$$F_{тяжс} = mg, \quad (2)$$

$$F_{оп} = Kv_{abs}^2, \quad (3)$$

де K – коефіцієнт опору, який визначається за формулою:

$$K = C_x \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \frac{\pi d^2}{4} = C_x \cdot \frac{\rho \pi d^2}{8}, \quad (4)$$

де C_x - коефіцієнт тертя поверхні тіла об повітря;

ρ - щільність повітря, кг/м³;

d - розмір частки добрив, м.

Знаючи всі сили які впливають на частинку отримані математичним шляхом, проектуємо їх на осі X та Y, та отримуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} ma_x = -F_{on}x \\ ma_y = F_{on}y - mg \end{cases} \quad (5)$$

Знайдемо проекцію квадрату швидкості на осі X та Y:

$$v = \sqrt{v_y^2 + (v_x \pm v_{\epsilon})^2}, \quad (6)$$

$$v_x = (v_x + v_{\epsilon}) \sqrt{(v_x + v_{\epsilon})^2 + v_y^2}, \quad (7)$$

$$v_y = v_y \sqrt{(v_x + v_{\epsilon})^2 + v_y^2}. \quad (8)$$

Знаючи K , v_x , v_y знайдемо значення F_{on} по осям X та Y:

$$F_{on}x = \pm K(v_x \pm v_{\epsilon}) \sqrt{(v_x \pm v_{\epsilon})^2 + v_y^2}, \quad (9)$$

$$F_{on}y = K v_y \sqrt{(v_x \pm v_{\epsilon})^2 + v_y^2}. \quad (10)$$

Підставляючи значення F_{on} в рівняння, та вважаючи $a_x = \frac{dV_x}{dt}$, $a_y = \frac{dV_y}{dt}$ отримуємо систему диференціальних рівнянь в загальному вигляді:

$$\begin{cases} \frac{dV_x}{dt} = \mp K(v_x \pm v_{\epsilon}) \cdot \sqrt{(v_x \pm v_{\epsilon})^2 + v_y^2} \\ \frac{dV_y}{dt} = K v_y \cdot \sqrt{(v_x \pm v_{\epsilon})^2 + v_y^2} - mg \end{cases} \quad (11)$$

Основною задачею математичного моделювання в даному випадку є розгляд впливу вітру на частку мінеральних добрив, тому за допомогою спеціального програмного забезпечення та з використанням системи диференціальних рівнянь (11), дослідимо вплив напрямків вітру на дальність польоту частинок твердих мінеральних добрив.

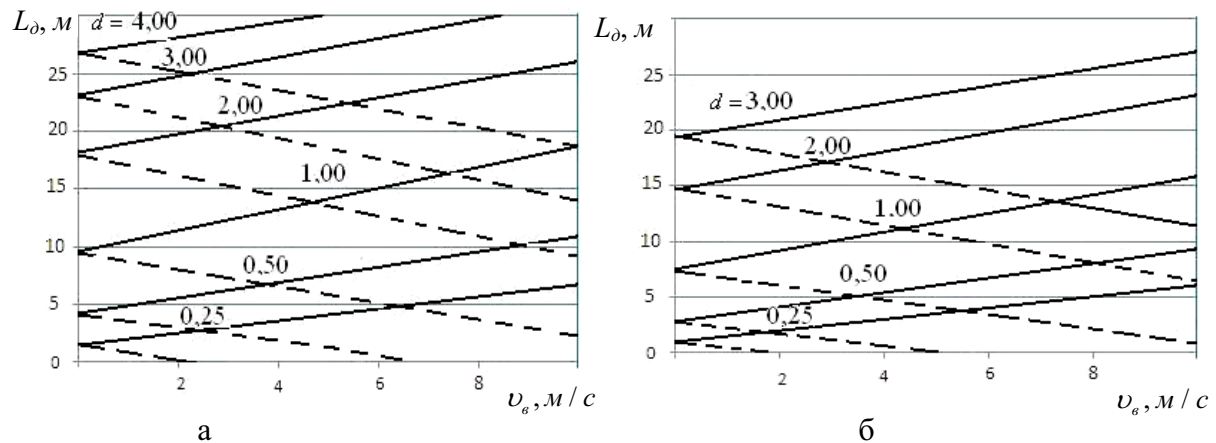
Отримані результати у вигляді графічних залежностей наведено на рис. 2, на прикладі часток суперфосфату гранульованого і калійної солі.

Аналогічно можна змоделювати залежність дальності розсівання в умовах вітру і для інших видів мінеральних добрив, маючи початкові дані.

Ріст швидкості та зміна напрямку вітру в усіх досліджуваних варіантах приводить до зміни дальності розсівання відносно агрегату. При цьому попутний вітер відносно напрямку сходження добрив с РО збільшує дальність їх розсівання, а зустрічний вітер – зменшує. Графічні залежності мають практично лінійний характер. Аналізуючи значення кута між графічними залежностями та віссю абсцис, не складно прийти до висновку: зі збільшенням кута α збільшується вплив вітру на дальність

розсівання добрив; при $\alpha = 0$ більш чутливими до дії вітру будуть фракції часток добрив, які мають відносно менший розмір.

Вплив вітру приводить до зміни робочої ширини захвату агрегату в порівнянні з його роботою при у безвітряну погоду. Тому при визначенні робочої ширини захвату (B_a) необхідно вводити її поправку, враховуючу вплив вітру як ΔB_a . Найбільш доцільним є шлях, передбачаючий корегування робочої ширини захвату з урахуванням дальності розсівання добрив, які сходять з РО проти напрямку вітру і, які сходять за напрямком вітру. Однак при такому підході буде мати місце асиметричне розподілення добрив по ширині захвату агрегату відносно напрямку руху його повздовжньої осі. В результаті цього виникає необхідність створювати спеціальні автоматизовані системи управління процесом розкидання твердих мінеральних добрив в умовах вітру.



————— — напрямок вітру збігається з напрямком проекції вектора абсолютної швидкості сходження частинки з РО на горизонтальну площину;
 - - - - - — вітер має протилежний напрямок відносно проекції вектора абсолютної швидкості сходження частинки на горизонтальну площину;

Рисунок 2 - Залежність дальності розсівання частинок L_d суперфосфату гранульованого (а) і калійної солі (б) від швидкості бокового вітру v_e та їх діаметру d , з кутом $\alpha = 30^\circ$

Висновки. Результати теоретичних досліджень підтверджують, що по можливості, напрямок руху агрегату відносно напрямку вітру необхідно вибирати таким чином, щоб кут між ними був мінімальним. Це дозволить суттєво зменшити ΔB_a . Система диференційних рівнянь (11) є адекватною розсіванню тільки окремих гранул кожної фракції мінеральних добрив в умовах вітру. Тобто з її використанням не можна визначити в цілому дальність розсівання добрив. Однак її використання дозволяє досліджувати та оцінювати характер і значимість впливу вітру на дальність розсівання частинок окремих фракцій мінеральних добрив як за вітром, так і проти напрямку вітру руху частинки, що в свою чергу створює передумови розробки автоматизованої системи управління процесом розкидання твердих мінеральних добрив в умовах вітру.

Список літератури

1. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй / Г.Н. Абрамович. – М.: Наука, 1984. – 716с.
2. Адамчук В.В. Дослідження руху частинки технологічного матеріалу в повітряному середовищі в умовах вітру і супроводжуючого повітряного струменя / В.В. Адамчук // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб. – Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ”, 2005. – Вип. 89. – С. 27 – 49 (укр.).
3. Адамчук В.В. Теоретичне дослідження руху частинки технологічного матеріалу в повітряному середовищі в умовах вітру і супроводжуючого повітряного струменя / В.В. Адамчук // Промислова гідраліка і пневматика. – 2005. – №1(7). – С.47 – 52 (укр.).

4. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив / В.В. Адамчук // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб. – Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ”, 2002. – Вип.86. – С.90 – 99 (укр.).

В. Адамчук, П. Косик

Исследование рассева твердых минеральных удобрений в условиях ветра

Рассмотрены вопросы рассева твердых минеральных удобрений машиной в условиях ветра. Проведены теоретические исследования с целью определения влияния ветра на частицы твердых минеральных удобрений в процессе их рассева.

V. Adamchuk, P. Kosik

Screening study of solid mineral fertilizers in windy conditions

The problem dispersion of solid fertilizer machine in wind conditions. A theoretical study to determine the effect of wind on the solid particles of mineral fertilizers in their dispersion.

Одержано 17.08.12

УДК 631.356:2

М.І. Черновол, проф., д-р техн. наук, чл-кор. НААНУ, М.О. Свірень, проф., д-р техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

М.М. Борис, доц., канд. техн. наук

Подільський державний аграрно-технічний університет

Обґрунтування технологічного процесу та конструкції машини для безкопінного зрізу гички цукрових буряків

Розроблено математичну модель безкопінного зрізу основної маси гички. Обґрунтовано технологічну схему відокремлення гички. Виготовлено трирядну машину та проведено її польові випробування.

цукрові буряки, відокремлення гички, безкопінний зріз, доочистка головок коренеплодів, гичкозбиральна машина

Постановка проблеми. В технологічному процесі збирання коренеплодів цукрових буряків існує технологічна несумісність між викопувальними та гичкозбиральними робочими органами. Це різниця в робочих швидкостях: гичкозбиральні робочі органи задовільно працюють на швидкості до 1,5 м/с, а дискові викопувальні органи можуть працювати на швидкості до 2,5 м/с. Також важливою проблемою є зменшення відходів цукроносною та залишків гички на коренеплодах. При великому вмісті гички у воросі коренеплодів зменшується вихід цукру.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання дослідження способу зрізу вивчалось Зуєвим М.М. і Топоровським С.А.[1, 2] Визначалась висота безкопінного зрізу гички, при якій можна оптимізувати відходи цукроносною маси в гичку для