

$$c = -0,00199444 + 0,991333 h_t - 0,000015 n \quad (7)$$

Обобщая (5) - (7) окончательно имеем уравнение рациональной формы обтекателя очесывающего жатки в декартовой системе координат:

$$y = (-27,1478 + 80,611 h_t + 0,195972 n) x^2 + (2,80374 - 12,6827 h_t - 0,0201917 n) y - 0,00199444 + 0,991333 h_t - 0,000015 n. \quad (8)$$

В результате теоретических исследований процесса сгибания растения льна масличного под действием обтекателя жатки очесывающего типа на основе теории упругости, получено уравнение рациональной формы обтекателя в декартовой системе координат в виде полинома второй степени, в зависимости от физико-механических параметров растений и густоты их стояния.

Литература

1. Шварцман М. Е., Тимченко А. В. Уборка урожая колосовых культур методом обмола растений на корню жаткой двухбарабанной очесывающего типа «Славянка УАС». – Электрон. Дан. – 2014. – Режим доступа: <http://ukragroserv.com.ua>.
2. Данченко Н.Н. Агробиологические и биометрические характеристики стеблестоя риса – главные предпосылки к технологии его очеса на корню и автоматизации управления этим процессом / Н.Н. Данченко, Л.А. Дробашко // – Праці ТДАТА. – 2006.– Вип. 43.– С. 73– 85.
3. Моисеенко О.В. Исследование параметров и режимов работы приспособления для образования стерневых кулис: Диссертация кандидата технических наук/ Челябинский государственный агроинженерный университет. – Челябинск. – 2008.
4. Бурьянов М.А. Методика обоснования параметров обтекателя однобарабанной очесывающей жатки/ М.А.Бурьянов, А.И. Бурьянов, О.А. Костыленко //Тракторы и сельхозмашины, №7, 2015. - С. 19-23
5. Фусточенко А.Ю. Повышение эффективности функционирования жатки очесывающего типа совершенствованием параметров и режимов работы обтекателя. Автореф. канд. техн. наук. Специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. - Ростов-на-Дону. – 2015. - 19 с.

УДК 631.348

ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛЕБАНИЙ ШТАНГИ ПОЛЕВОГО ОПРЫСКИВАТЕЛЯ В ПОПЕРЕЧНО-ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ НА НЕРАВНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ПО ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Крук И.С., к.т.н., доцент
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

При работе сельскохозяйственных опрыскивателей могут возникать ситуации, приводящие к потере пестицидов: испарение мелких капель; скатывание с обрабатываемой поверхности крупных капель; огрехи и перекрытия соседних проходов; снос препаратов ветром; неравномерность распределения рабочей жидкости вдоль линии движения опрыскивателя и по ширине штанги опрыскивателя [1].

Неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата и вдоль движения агрегата определяется несоответствием нормы внесения при изменении рабочей скорости, изменением расхода жидкости вследствие перепадов давлений в жидкостной напорной магистрали, неправильным выбором высоты установки штанги, непостоянством расстояния

Секция 1: Технологии и техническое обеспечение сельскохозяйственного производства

между распылителями и обрабатываемой поверхностью по всей длине штанги (угол установки, колебания штанги).

Для анализа изменения равномерности распределения рабочей жидкости по обрабатываемой поверхности рассмотрим, как изменятся параметры движения капель в факеле распыла при наличии колебаний штанги. Исследуем закономерности движения капли рабочей жидкости пестицида, вылетающей из сопла распылителя, расположенного на расстоянии l_p от точки подвеса штанги (рисунок 1). Примем следующие допущения: расчетная форма капли в виде шара; капля не меняет своей массы и формы на протяжении всей траектории движения; капли в процессе движения не соударяются и не сливаются; силы сопротивления полету капель в воздушной среде пропорциональны квадрату скорости и зависят от ряда параметров воздуха и жидкости.

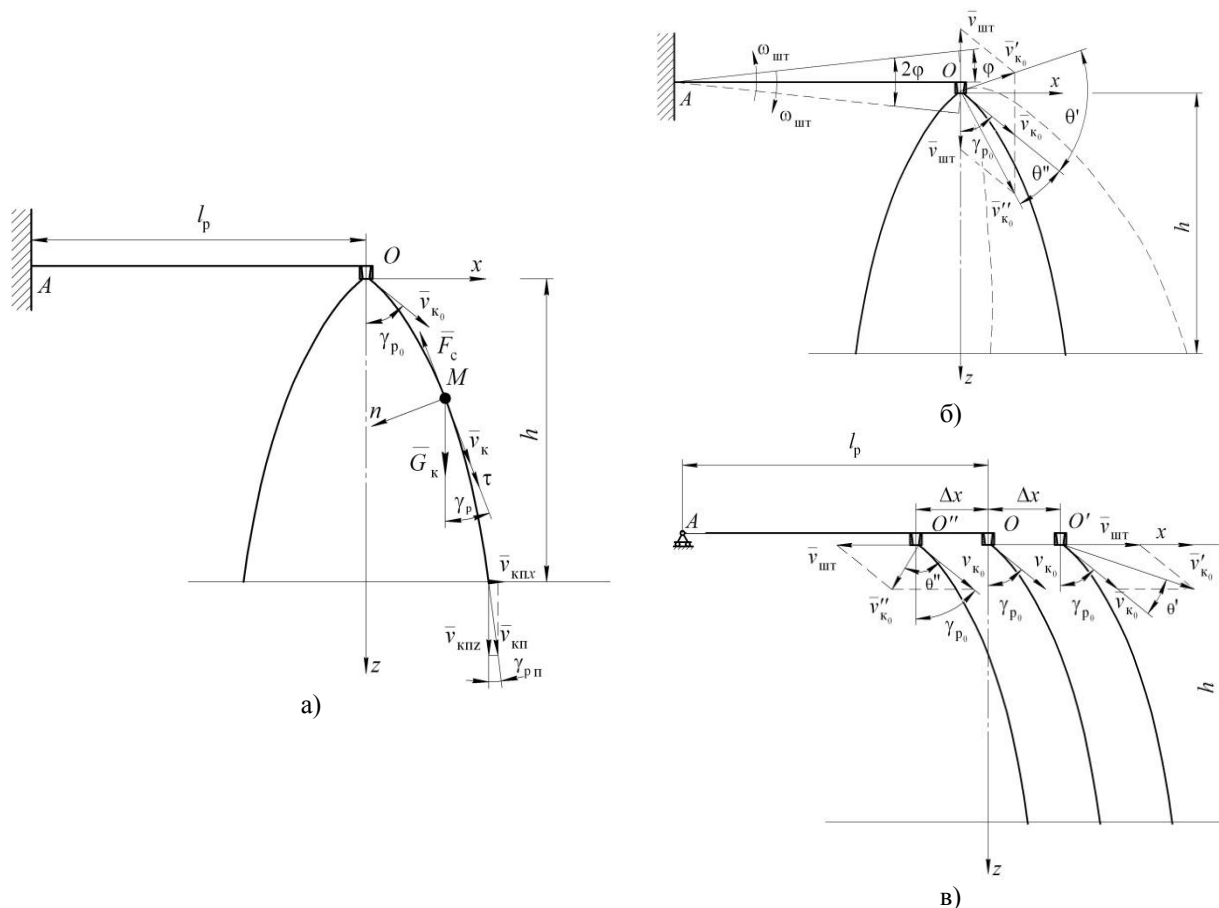


Рисунок 1

Капля жидкости M массой m_k , выброшенная из сопла распылителя в окружающую среду со скоростью v_{k0} под углом γ_{p0} к вертикали, совершает дальнейшее движение под действием сил тяжести G_k и лобового сопротивления воздуха F_c [1]:

$$F_c = -k_\lambda v_k^2, \quad G_k = m_k g,$$

где k_λ – приведенный коэффициент сопротивления; g – ускорение свободного падения.

Уравнения движения капли вдоль осей будут иметь вид:

$$Ox: m_k \frac{dv_{kx}}{dt} = -k_\lambda v_{kx}^2; \quad Oz: m_k \frac{dv_{kz}}{dt} = m_k g - k_\lambda v_{kz}^2,$$

где v_{kx}, v_{kz} – проекции скорости движения капли, соответственно, на оси Ox и Oz
 $v_{kx} = v_k \cdot \sin \gamma_p, v_{kz} = v_k \cdot \cos \gamma_p$.

После ряда математических преобразований, получены зависимости для определения кинематических параметров движения капель с учетом колебаний штанги опрыскивателя

$$v_{kx} = \frac{v_{kx_0}}{C_T v_{kx_0} t + 1}; v_{kz} = \frac{j(\eta e^{2jC_T t} - 1)}{\eta e^{2jC_T t} + 1}; x = \frac{1}{C_T} \ln |1 + C_T v_{kx_0} t|;$$

$$z = \frac{1}{C_T} \ln \left| \frac{1 + \eta e^{2jC_m t}}{1 + \eta} \right| - jt; t = \frac{e^{C_T x} - 1}{C_T v_{kx_0}}.$$

где C_T – отношение приведенного коэффициента сопротивления движению капли к ее массе [1]: $v_{kx_0} = v_{k_0} \cdot \sin \gamma_{p_0}, j^2 = \frac{g}{C_T}; \eta = \frac{j + v_{kz_0}}{j - v_{kz_0}}, v_{kz_0} = v_{k_0} \cdot \cos \gamma_{p_0}$.

С учетом возникающих колебаний изменяются начальные параметры вылета капли из сопла (рис. 1, б,в), нарушается траектория ее движения.

С учетом вида колебаний в данные формулы необходимо ввести корректирующие члены, учитывающие изменение линейных и угловых координат движения распылителя и величины и направления начальной скорости капли в момент вылета из сопла. При этом, как видно из расчетных схем, на конечный результат влияние оказывают скорость и направление движения распылителя на колеблющейся штанге, а также величина отклонения штанги от состояния статического равновесия (амплитуда).

При исследовании движения капель в поперечно-вертикальной плоскости при угловых движениях штанги (рисунок 1,б) следует учитывать отклонение штанги на угол ϕ , при этом амплитуда колебаний будет равна ϕ_i . Значит, начальная скорость вылета капли из сопла распылителя $\bar{v}'_{k_0} = \bar{v}_{k_0} + \bar{v}_{шт}$, а начальный угол $\gamma'_{p_0} = \gamma_{p_0} + \theta'$.

При линейных горизонтальных отклонениях штанги в поперечно-вертикальной плоскости (рисунок 1,в) учитывается отклонение Δx и скорость отклонения штанги $\bar{v}_{шт}$:
 $x' = x + \Delta x, \bar{v}'_{k_0} = \bar{v}_{k_0} + \bar{v}_{шт}$ и $\gamma'_{p_0} = \gamma_{p_0} + \theta'$.

Тогда для случая вращательного движения штанги имеем:

$$v_{kx} = \frac{v'_{kx_0}}{C_T v'_{kx_0} t + 1}; v_{kz} = \frac{j(\eta' e^{2jC_T t} - 1)}{\eta' e^{2jC_T t} + 1}; x = \frac{1}{C_T} \ln |1 + C_T v'_{kx_0} t|; \eta' = \frac{j + v'_{kz_0}}{j - v'_{kz_0}};$$

$$z = \frac{1}{C_T} \ln \left| \frac{1 + \eta' e^{2jC_m t}}{1 + \eta'} \right| - jt; t = \frac{e^{C_T x} - 1}{C_T v'_{kx_0}}.$$

Для случая поступательного движения штанги имеем:

$$v'_{kx} = \frac{v_{kx_0} + v_{шт}}{C_T (v_{kx_0} + v_{шт}) t + 1}; v_{kz} = \frac{j(\eta e^{2jC_T t} - 1)}{\eta e^{2jC_T t} + 1}; x' = \frac{1}{C_T} \ln |1 + C_T (v_{kx_0} + v_{шт}) t| + \Delta x;$$

$$z = \frac{1}{C_T} \ln \left| \frac{1 + \eta e^{2jC_m t}}{1 + \eta} \right| - jt; t = \frac{e^{C_T x} - 1}{C_T (v_{kx_0} + v_{шт})}.$$

В результате проведенных теоретических исследований получены зависимости, позволяющие определить кинематические параметры движения капель рабочего раствора пестицидов с учетом колебаний штанги в поперечно-вертикальной плоскости.

Литература

1. Крук, И.С. Научно-технические основы проектирования рабочих органов штанговых опрыскивателей / И. С. Крук. – Минск : БГАТУ, 2018. – 272 с.

УДК 624.138.2.678.06

**АНАЛИТИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ
НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНЫХ МАШИН**

Довжик М.Я., к.т.н., доцент, **Сиренко Ю.В.**
СНАУ, г. Сумы, Украина

Получены три вида уравнений в параметрической форме для траектории неустановившегося движения четырехколесной машины с передними управляемыми колесами в функции угла поворота корпуса машины и в функции времени. Результатами работы можно воспользоваться для планирования разворотов МТА при выполнении сельскохозяйственных работ или для автоматического управления агрегатами и машинами.

Исследование условий криволинейного движения машин имеет важное практическое значение. Криволинейное движение существенно отличается от прямолинейного движения. Как правило, кинематические и динамические условия работы значительно усложняются, что требует изучения многих дополнительных факторов, влияющих на управляемость, устойчивость и надежность движения машины. В работе [1] приводятся результаты математического моделирования движения транспортного средства с целью установления оптимальных конструктивных параметров при выполнении определенных технических операций. В работах [2, 3] изучается кинематика произвольно расположенной опоры (колеса или гусеницы) через определение движения мгновенного центра скорости. Известны также попытки анализа силового взаимодействия колеса или гусеницы с грунтом во время поворота [4, 5]. Несмотря на значительное количество работ, посвященных криволинейному движению машин, следует отметить, что это явление изучено еще в недостаточной степени. Особенно ощущается необходимость в определении траектории движения с помощью аналитических уравнений, что дало бы возможность создавать соответствующие программы управления движением машин по криволинейным траекториям.

В данной статье сделана попытка описать криволинейную траекторию четырехколесной машины с передними управляемыми колесами с помощью параметрических уравнений в функции угла поворота корпуса машины ϕ и в функции времени t .

В работе [6] получены уравнения в параметрической форме для траектории неустановившегося движения четырехколесной машины с передними управляемыми колесами в функции угла поворота корпуса машины ϕ , описывающие вход в поворот и выход из поворота левого и правого направлений. В правой декартовой системе координат уравнение для центра масс машины S приведены в виде:

$$\begin{aligned}x &= \ell \left[-\frac{(1+k)^2}{4k} \phi^2 + \frac{\alpha_o(1-k^2)}{2k^2} \phi - \frac{\alpha_o^2 - 2k^2}{2k^3} \ell n \left| \frac{\alpha_o + k\phi}{\alpha_o} \right| \right]; \\y &= \ell \left[\frac{(1+k)}{k} \phi - \frac{\alpha_o}{k^2} \ell n \left| \frac{\alpha_o + k\phi}{\alpha_o} \right| \right].\end{aligned}\quad (1)$$