

УДК 631.348

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПАДЕНИЯ КАПЕЛЬ ПРИ ВНЕСЕНИИ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ ПЕСТИЦИДОВ ШТАНГОВЫМИ ОПРЫСКИВАТЕЛЯМИ

Крук¹ И.С., к.т.н., доцент, Гордеенко² О.В., к.т.н., доцент, Гантулга³ Г., к.т.н., профессор,
Лхагвасурэн⁴ Л., к.т.н., Тиунчик¹ А.А., к.ф.-м.н., доцент, Анищенко¹ А.А.

¹Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск,

²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки,

³Монгольская академия аграрных наук,

⁴Монгольский государственный аграрный университет, г. Улан-Батор

Моделированию процесса движения капель жидкости в различных средах посвящено большое количество работ. Исследования движения капель в воздушной среде позволяют определить скорость и координаты падения на обрабатываемую поверхность, обосновать конструкцию, размеры, оптимальные режимы работы и параметры установки распылителей, что особенно важно на стадии проектирования конструкций распылителей полевых опрыскивателей.

Однако существующие модели могут в разной степени использоваться для описания закономерностей и определения кинематических параметров падения капель рабочих растворов пестицидов. Моделирование движения капель пестицидов в воздушной среде является сложным процессом, так как механизм их падения сложен и многообразен. Капля, оторвавшись от выброшенной из сопла распылителя струи жидкости, обладая запасом кинетической энергии, замедленно движется под действием силы тяжести и силы сопротивления воздушной среды. Спустя некоторое время, когда эти силы взаимно уравновесятся, она достигает конечной скорости, и движется по определенной траектории в направлении обрабатываемой поверхности, параметры которой определяются начальными условиями истечения жидкости из сопла и состоянием окружающей среды (влажность, температура и восходящие потоки воздуха, наличие ветра) [1-3]. Испарение капель в условиях полевого опрыскивания – сложный физический процесс. Он происходит на трех этапах полета капель: при формировании факела распыленной жидкости, при их падении и осаждении и во время нахождения на поверхности обрабатываемого объекта. Опытами установлено, что при тонком распыле процесс испарения идет значительно быстрее, чем при крупном, так как меньшие капли обладают большей удельной поверхностью. На скорость и время падения капель влияют температура и влажность воздуха, воздействие направленных воздушных потоков, в том числе и ветра, а также высота установки распылителя по отношению к обрабатываемому объекту [1-3]. Использование воды в качестве растворителя активного вещества препарата приводит к тому, что капли диаметром 100 мкм при температуре 32°C, влажности воздуха 46 % и скорости ветра 1...2 м/с теряют от испарения 50 % массы [1]. Кроме этого, следует отметить особенную сложность проведения экспериментальных исследований в постоянно изменяющихся условиях и поддержании постоянных параметров окружающей среды.

Исходя из цели проводимых исследований, могут быть приняты следующие расчетные модели процесса падения капель пестицидов:

– полет капель осуществляется под действием сил тяжести без учета сил воздействия окружающей среды;

– полет капель осуществляется под действием сил тяжести в неподвижной сопротивляющейся окружающей среде без учета изменения массы и геометрических размеров капель;

– полет капель осуществляется под действием сил тяжести в неподвижной сопротивляющейся окружающей среде с учетом изменения массы и геометрических размеров капель;

Секция 1: Технологии и техническое обеспечение сельскохозяйственного производства

– полет капль осуществляется под действием сил тяжести в подвижной сопротивляющейся окружающей среде без учета изменения массы и геометрических размеров капль;

– полет капль осуществляется под действием сил тяжести в подвижной сопротивляющейся окружающей среде с учетом изменения массы и геометрических размеров капль.

Обычно при моделировании принимается оптимальный диаметр капль пестицидов, определяемый из агротехнических условий с учетом предельного порога сноса препаратов за пределы обрабатываемой поверхности, испарения и удерживаемости на обрабатываемом объекте. Также обосновано могут быть приняты следующие исходные предпосылки: расчетная форма капли в виде шара; возможности использования (на различных этапах исследований) подвижных и неподвижных осей координат; силы сопротивления полету капль в воздушной среде пропорциональны квадрату скорости и зависят от ряда параметров воздуха и жидкости.

Рассмотрим процесс моделирования на примере исследований закономерностей движения капли пестицида в идеальных условиях [4] (отсутствие воздействия окружающей среды, капль на протяжении всего полета не меняет своей формы, массы и размеров). Совместим начало неподвижной системы координат xOz с точкой O вылета капль из сопла распылителя, направив ось Oz вертикально вниз. Для исследования движения капль, свяжем с ней подвижную систему координат τMn (естественные оси координат), направив ось $M\tau$ по касательной к траектории движения в сторону возрастания дуговой координаты OM , а ось Mn – по радиусу кривизны траектории в сторону ее вогнутости. Составим дифференциальные уравнения движения капль в проекциях на естественные оси

$$m_k \frac{dv_k}{dt} = m_k g \cdot \cos \gamma_p; \quad m_k \frac{v_k^2}{r} = m_k g \cdot \sin \gamma_p,$$

где m_k – масса капль, кг; v_k – скорость движения капль, м/с; γ_p – угол наклона вектора скорости капль к вертикальной оси, рад; g – ускорение свободного падения, м/с²; r – радиус кривизны траектории точки M в заданный момент времени, м.

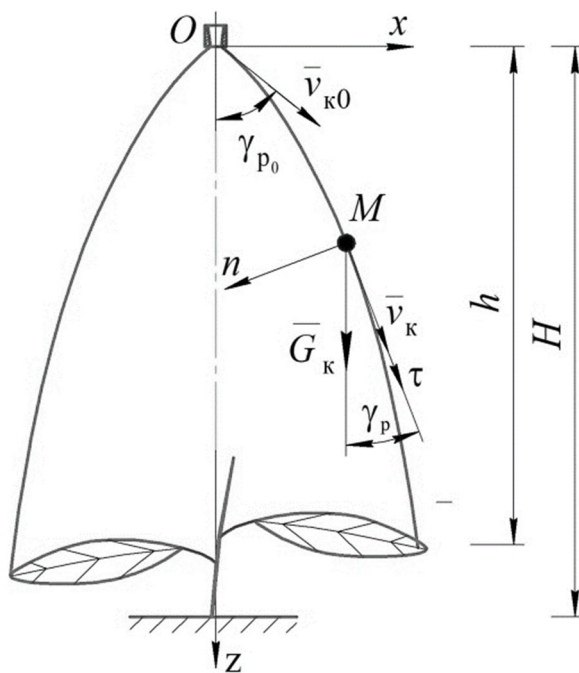


Рисунок 1 – Схема к определению параметров падения капль пестицида

Решая данные равенства при заданных начальных условиях можно определить кинематические параметры движения капли:

- скорость $v_k = v_{k0} \cdot \frac{\sin \gamma_{p0}}{\sin \gamma_p}$,

- координату по оси Ox $x = v_{k0} \cdot \sin \gamma_{p0} \cdot t$,

- координату по оси Oz $z = \frac{gt^2}{2} + v_{k0} \cdot \cos \gamma_{p0} \cdot t$,

- время падения с заданной высоты $t = \frac{-v_{k0} \cdot \cos \gamma_{p0} + \sqrt{v_{k0}^2 \cdot \cos^2 \gamma_{p0} + 2 \cdot g \cdot z}}{g}$,

где v_{k0} , γ_{p0} – начальные параметры вылета капли.

Полученные зависимости могут использоваться при сравнительном анализе полученных моделей движения капель для других условий падения.

Работа выполняется в соответствии с грантом Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований Т24МН-005.

Литература

1. Крук, И. С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей / И. С. Крук, Т. П. Кот, О. В. Гордеенко. – Минск : БГАТУ, 2015. – 284 с.
2. Защита растений в устойчивых системах землепользования: в 4 кн. / под общ. ред. Д. Шпаара. – Минск : Орех, 2004. – Кн. 4. – 374 с.
3. Клочков, А.В., Маркевич, А.Е. Механизация химической защиты растений : монография / А.В. Кочков, А.Е. Маркевич. – Горки: БГСХА. – 2008. – 228 с.
4. Гордеенко, О.В. Повышение эффективности ухода за посевами овощных культур на гребнях совершенствованием оборудования для ленточного внесения гербицидов: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / О.В. Гордеенко. – Горки, 2004. – 169 с.

УДК 621.313

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ ПЛОЩАДИ ПОСЕВА С ПОМОЩЬЮ ЕЕ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Черных А.Г., к.т.н., доцент

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, п. Молодежный

Широкие возможности, предоставляемые современными цифровыми технологиями, позволяют существенно расширить методики прогноза текущей урожайности для большинства возделываемых сельскохозяйственных культур в процессе их вегетационного периода. В частности на величину возможного урожая оказывает существенное влияние выбранная технологическая схема, как правило, программируемого возделывания культуры. Например, обеспечение оптимальной величины вносимой в почву влаги. Величина вносимой влаги определяет энергию на транспортировку водным раствором питательных веществ во все части растения, которая влияет на увеличение зеленой массы связанной с ее ростом. Цифровые технологии позволяют оценить текущую величину биомассы для выбранной единицы площади посева с помощью ее цифрового изображения. Условная единица площади посева, как правило, определяется общей площадью и геометрической формой орошаемой площади в соответствующей плоскости на земной поверхности. При орошении площади посева дождевальными машинами кругового движения относительно центральной поворотной башни, целесообразно в качестве условной единичной площади выбирать