

ходовые системы энергосредств и сельскохозяйственных машин. Конечным и определяющим фактором воздействия ходовых систем на почву в технологиях сельскохозяйственного производства является изменение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почвенного слоя.

Снижение урожайности сельскохозяйственных культур в зоне воздействия движителей машинно-тракторных агрегатов на почву происходит вследствие изменения всего комплекса свойств, которыми обладает почва. Однако аэрофизические, теплофизические и электрофизические свойства почв вследствие такого воздействия изучены слабо. Публикации по данному вопросу малочисленны и требуется более подробное рассмотрение влияния этих свойств на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

#### Литература

1. Кононов, А.М. Исследование реализации тягово-сцепных качеств и агротехнической проходимости колесных тракторов на суглинистой почве Белоруссии: дис. докт. техн. наук. /А.М. Кононов; Белорусская сельскохозяйственная академия. – Горки, 1974. – 322 с.
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы: 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
3. Качинский, Н.А. Физика почв. – Москва: Высшая школа, 1970 – 358 с.
4. Методическое руководство по изучению почвенной структуры / Под редакцией И.Б. Ревута и А.А. Роде/ – Л.: Колос, 1969. –230 с.

УДК 631.3

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА ПРИМЕНЕНИЕМ УСТРОЙСТВА С ОЧЕСЫВАЮЩЕЙ КОНИЧЕСКОЙ ЩЕТКОЙ**

**Бурдейко<sup>1</sup> В.А., Ловкис<sup>2</sup> В.Б., к.т.н., доцент**

<sup>1</sup>Барановичский государственный университет, г. Барановичи,

<sup>2</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Математическая модель технологического процесса удаления колорадского жука может включать несколько ключевых аспектов. Одним из них является моделирование процесса механического удаления колорадского жука при контакте щетки с поверхностью листьев картофельной ботвы. Этот процесс может быть описан с использованием уравнений, описывающих трение и силы давления, возникающие при контакте щетки с ботвой.

Важно также учитывать факторы, влияющие на эффективность очесывания колорадского жука, такие как скорость движения щетки, ее жесткость, свойства особей и поверхности листьев.

Использование численных методов, таких как метод конечных элементов или метод конечных разностей, может помочь в решении этих математических моделей для предсказания эффективности очесывания колорадского жука щеткой с картофельной ботвы.

Математическая модель работы щётки при очесывании колорадского жука может быть представлена следующим образом: 1) определение скорости вращения щётки ( $\omega$ ) и скорости движения устройства для удаления колорадского жука ( $v$ ); 2) расчёт давления, создаваемого щёткой на поверхность листьев, в зависимости от её скорости вращения и скорости движения устройства; 3) анализ сил трения между щёткой и поверхностью листьев; 4) учёт эффективности очесывания в зависимости от параметров щётки (материал, форма, жёсткость), листьев и особей колорадского жука. Эта математическая модель может быть использована для оптимизации процесса очесывания особей колорадского жука, например, для выбора оптимальных параметров щётки и скорости движения устройства для достижения максимальной эффективности очесывания и минимизации травмирования

листьев ботвы картофеля. Эта модель может включать в себя уравнения, описывающие деформацию и сопротивление поверхности, трение, и усилия, приложенные к щетке.

Коническая щетка установлена на машине для сбора колорадского жука, ее параметры и условия работы приводятся в источниках [1–3].

Эффективность очесывания колорадского жука ( $K_э$ ) является функцией четырех групп переменных: параметров ботвы ( $M_б$ ), параметров щеточного устройства ( $M_{щ.у}$ ), режимов очесывания ( $M_{р.о}$ ), параметров очага и особей колорадского жука ( $M_э$ ), которую можно представить в виде

$$K_э = \{M_c, M_{щ.у}, M_{р.о}, M_э\}.$$

В общем виде операцию очесывания колорадского жука можно описать множеством параметров, влияющих на эффективность борьбы с колорадским жуком:

$$K_э = \{L_c, E_c, K_{сф}, K_{сн}, D_{щ}, l_b, d_b, B_b, N_{пр}, \omega, t_c, P_{оу}, v_{щл}, K_{щл}, K_{пб}, m_ж, K_{жм}, K_{жп}\},$$

где  $L_c$  – длина листовенной части ботвы, соприкасающаяся с щёткой м;  $E_c$  – модуль упругости ботвы, Н/м<sup>2</sup>;  $D_{щ}$  – диаметр щетки, м;  $l_b$  – длина ворса, м;  $d_b$  – диаметр ворса щетки, м;  $B_b$  – модуль относительной жесткости ворсинок, Н/м;  $N_{пр}$  – мощность привода щеточного устройства, Вт;  $\omega$  – угловая скорость вращения щетки, рад/с;  $t_c$  – продолжительность очесывания листьев ботвы, с;  $P_{оу}$  – окружное усилие, Н;  $v_{щл}$  – линейная скорость щетки, м/с;  $m_ж$  – масса особей колорадского жука, кг;  $K_{сф}$  – коэффициент, учитывающий форму ботвы;  $K_{сн}$  – коэффициент, учитывающий шероховатость и густоту листьев ботвы;  $K_{щл}$  – коэффициент интенсивности механических воздействий ворса на единицу высоты ботвы;  $K_{пб}$  – коэффициент, учитывающий расположение ворса на корпусе щетки;  $K_{жм}$  – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства особей колорадского жука;  $K_{жп}$  – коэффициент, учитывающий площадь очага колорадского жука.

Воздействие ворса на листья ботвы зависит от линейной и угловой скоростей щеток. В момент касания ворса щетки о листья ботвы происходит удаление особей колорадского жука путем очесывания. Это точки  $C$  и  $D$  (рис. 1).

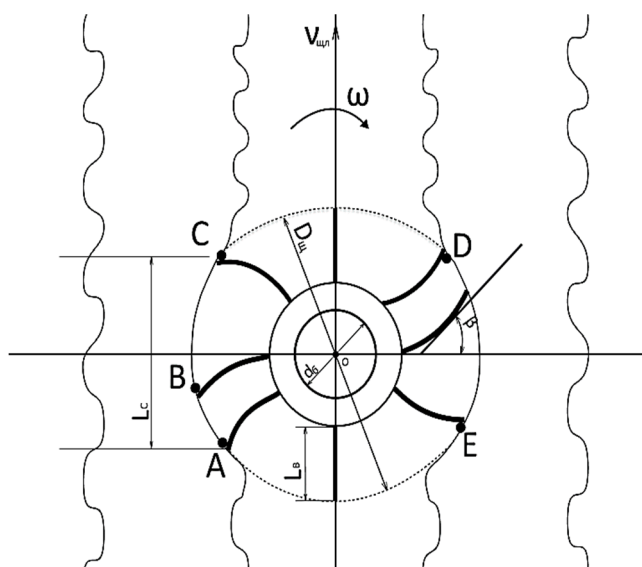


Рисунок 1 – Схема взаимодействия щеток с ботвой и особями колорадского жука

Абсолютная скорость ворсинок  $\vartheta_{аб}$  в точке 0 позиционирования щетки (позиция I) может быть представлена в виде выражения

$$\vartheta_{аб} = \sqrt{\omega^2 \left( l_{в} + \frac{d_{б}}{2} \right)^2 + \left( \frac{l_{с}}{t_{с}} \right)^2}, \text{ м/с.}$$

где  $d_{б}$  – диаметр барабана щетки.

При очесывании ботвы наиболее тяжело удаляются неразвитые, прилипшие к листьям ботвы особи колорадского жука. При этом действие ворсинок на ботву сопровождается их ударами, травмированием и отбрасыванием ворсинками вредителей. Полное окружное усилие  $P$  на ворсе щетки складывается из силы  $P_1$  на удар и силы  $P_2$  на волочение и отбрасывание особей колорадского жука, т.е.

$$P = P_1 + P_2, \text{ Н.}$$

Силу удара  $P_1$  можно определить из условия равенства импульса силы  $P_1$  изменению количества движения особей колорадского жука, т. е.

$$P_1 \Delta t = m_{ж}(\vartheta_2 - \vartheta_1),$$

где  $\Delta t$  – продолжительность времени удара, с;  $m_{ж}$  – масса особей, по которым наносятся удары, кг;  $\vartheta_2$  – скорость массы особей в конце удара, м/с;  $\vartheta_1$  – скорость движения массы в начале удара, м/с.

Таким образом, математическая модель работы щеток для удаления колорадского жука может быть полезным инструментом для оптимизации процессов очесывания вредителей картофеля, уменьшения травмирования листьев картофельной ботвы и повышения технической готовности устройства для борьбы с колорадским жуком.

#### Литература

1. Бурдейко, В.А. Машина для удаления колорадского жука / В.А. Бурдейко, И.М. Дыдышко // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., 2 нояб. 2022 г., Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш». – Гомель, 2022. – С. 233–237.
2. Бурдейко, В.А. Расчет параметров лотка и копиров машины для сбора колорадского жука / В.А. Бурдейко, В.Б. Ловкис, Э.В. Дыба // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. темат. сб. / Нац. акад. наук Беларуси ; РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Вып. 57. – Минск : Беларус. навука, 2024. – С. 225–228.
3. Бурдейко, В.А. Расчет щеток машины для сбора колорадского жука / В.А. Бурдейко, В.Б. Ловкис // Вестник БарГУ. Серия Технические науки. – 2021. – Вып. 9.

УДК 629.3

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Жданко Д.А.**, к.т.н., доцент, **Непарко Т.А.**, к.т.н., доцент

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Опыт эксплуатации машинно-тракторного парка, накопленный за последние годы, показывает, что система технического обслуживания машин в сельском хозяйстве нуждается в совершенствовании. На кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка и агротехнологий учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» ведется исследовательская работа по совершенствованию планирования и организации