

Аннотация

В работе представлены результаты математического моделирования процесса внесения минеральных удобрений с использованием малогабаритной сельскохозяйственной техники. Исследовано влияние скорости движения агрегата и частоты вращения центробежного распределительного диска на кинематические параметры частиц удобрений, дозу внесения и равномерность распределения. На основе дифференциальных уравнений относительного движения частицы по лопатке вращающегося диска получены аналитические зависимости координаты и скорости от времени. Установлены функциональные связи между дозой внесения, частотой вращения и скоростью движения, позволяющие корректировать режимы работы в реальном времени. Определены оптимальные диапазоны параметров, обеспечивающие минимальный коэффициент вариации распределения ($\leq 15\%$). Результаты моделирования верифицированы экспериментальными данными и могут быть использованы при разработке адаптивных систем управления технологическими процессами точного земледелия.

Ключевые слова: математическое моделирование, внесение удобрений, центробежный диск, равномерность распределения, скорость движения, частота вращения, кинематика частицы, малогабаритная техника

Финансирование: исследование, на основе результатов которого написана данная статья, финансировалось за счет средств авторов

Abstract

The paper presents the results of mathematical modeling of the process of applying mineral fertilizers using small-sized agricultural machinery. The influence of the unit's movement speed and the rotation frequency of the centrifugal distribution disc on the kinematic parameters of fertilizer particles, the application rate, and the uniformity of distribution has been studied. Based on the differential equations of the relative motion of a particle along the blade of a rotating disc, analytical dependencies of the coordinate and velocity on time have been obtained. Functional relationships between the application rate, rotation frequency, and movement speed have been established, making it possible to adjust operating modes in real time. The optimal ranges of parameters have been determined, ensuring a minimum coefficient of variation of the distribution ($\leq 15\%$). The simulation results have been verified with experimental data and can be used in the development of adaptive control systems for technological processes in precision agriculture.

Keywords: mathematical modeling, fertilization, centrifugal disk, uniform distribution, movement speed, rotation frequency, particle kinematics, small-sized equipment

Funding: the study on which this article is based was funded by the authors' own funds