

Intra Soil Application of Mineral Fertilizers. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, Volume 64(1), pp. 115–122. 10.11118/actaun201664010115.

3. Nukeshev, S., Eskhozhin, K., Eskhozhin, D., Syzdykov, D., 2017a. Justification of Design and Parameters of Seeding Unit for Fertilizers. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, Volume 39(4), pp. 1139–1149.

<https://doi.org/10.1007/s40430-016-0588-5>.

4. Nukeshev S., Slavov B., Karaivanov D., Balabekova A., Zhaksylykova Z., 2019. Forced Vibrations of the Hopper of Fertilizer Applying Machine. Mechanics, Volume 24(6), pp. 798–804. <https://doi.org/10.5755/j01.mech.24.6.22464>.

5. Nukeshev S., Tanbayev K., Ramaniuk M., Kakabayev N., Sugirbay A., Moldazhanov A., 2024. Spray Angle and Uniformity of the Flat Fan Nozzle of Deep Loosener Fertilizer for Intra-Soil Application of Fertilizers. AgriEngineering, Volume 6(2), 1365–1394. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6020079>.

6. Nukeshev, S., Yeskhodzhin, K., Tokushev, M., Zhazykbayeva, Z., 2016b. Substantiation of the Parameters of the Central Distributor for Mineral Fertilizers. International Journal of Environmental and Science Education, Volume 11, pp. 7932–7945. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1117306.pdf>.

УДК 631.8

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОЗОЙ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

**С.О. Нукешев¹, д-р техн. наук, профессор,
Н.Н. Романюк², канд. техн. наук, доцент,
А.Е. Сагдиев¹, А.Ж. Байзаков¹, М.В. Стрига²,
А.А. Буров², студенты**

*¹Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан*

*²УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В работе сравниваются высевающие аппараты с шиберной и вращающейся заслонками по качеству дозирования и затрате усилий. Аппараты с вращающейся заслонкой показали высокую эффективность и меньшие энергозатраты, что рекомендуется для многодозаторных машин.

Abstract: This paper compares fertilizer spreaders with slide and rotary shutters in terms of dosing quality and required effort. Spreaders with rotary shutters demonstrated high efficiency and lower energy consumption, making them preferable for multi-dispenser machines.

Ключевые слова: высевающий аппарат, дозирование, минеральные удобрения, заслонка, эффективность.

Keywords: fertilizer spreader, dosing, mineral fertilizers, shutter, efficiency.

Введение

В сельском хозяйстве важной задачей является точное и равномерное внесение минеральных удобрений, правильная дозировка

которых влияет не только на рост и развитие растений, но и на экономическую эффективность производства, снижая перерасход материалов и минимизируя экологические риски [1-5]. Для этого применяются различные механизмы, регулирующие подачу удобрений, одним из которых является изменение дозы путем управления высевом. В частности, регулирование дозы внесения удобрений можно осуществлять двумя основными способами: либо путем изменения частоты вращения высевающей катушки, либо посредством изменения площади высевного окна. Каждый из этих методов имеет свои технические особенности и ограничения, влияющие на сложность конструкции высевающих аппаратов, точность дозирования и удобство эксплуатации. В частности, изменение частоты вращения катушки требует синхронизации с движением машины, что усложняет управление и конструкцию высевающего оборудования. В данной работе рассмотрены и сравнены два вида высевающих аппаратов, позволяющих изменять дозу внесения минеральных удобрений с помощью регулируемых заслонок: шиберной и вращающейся. Исследование включало оценку неравномерности и устойчивости посева, а также затрачиваемых усилий на управление заслонками, что важно для выбора наиболее эффективного и надежного варианта в различных условиях эксплуатации.

Основная часть

Исследование проводилось с использованием двух типов высевающих аппаратов, которые отличаются принципом регулирования дозы: один с шиберной заслонкой, другой – с вращающейся заслонкой. В первом случае регулировка происходит путем перемещения шибера, изменяющего проходное сечение высевного окна, во втором – путем поворота заслонки вокруг оси, что также изменяет площадь высевного окна, но при этом существенно влияет на механические характеристики системы. В ходе экспериментов были измерены следующие показатели: неравномерность посева между отдельными аппаратами, неустойчивость посева во времени, а также усилия, необходимые для перемещения заслонок и вращения вала. Это позволило получить полное представление о работе каждого типа аппарата и выявить их преимущества и недостатки. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что качественные показатели по равномерности и устойчивости посева для обоих типов аппаратов

находятся на близком уровне и не отличаются значительно. Однако существенным преимуществом является то, что усилия, необходимые для управления вращающейся заслонкой, в три раза ниже, чем для шиберной. Это уменьшает нагрузку на приводные механизмы и способствует повышению надежности и долговечности оборудования.

Таблица 1 – Показатели качества работы высевających аппаратов

Виды аппаратов	Неравномерность высева, %	Неустойчивость высева, %	Затрачиваемое усилие, Нм
С шиберной заслонкой	5,4	6,3	116
С вращающейся заслонкой	6,1	5,9	38

Детальный анализ показал, что усилие на валу аппарата с шиберной заслонкой сильно зависит от степени открытия заслонки: при закрытом положении усилие значительно выше, чем при полном открытии, превышая его более чем в 1,5 раза. Лабораторные наблюдения показали, что в конструкции с шиберной заслонкой возможны ситуации, когда гранулы удобрений задерживаются в канавках заслонки, что усложняет её перемещение и может приводить к сбоям в работе дозатора. Вращающаяся заслонка, напротив, обеспечивает более плавное и равномерное изменение площади высевного окна и требует меньших усилий для изменения положения, что позволяет применять её на машинах с несколькими дозаторами, где особенно важна простота и надежность конструкции.

С учетом результатов лабораторных испытаний была предложена схема управления дозой внесения, при которой изменение нормы удобрений происходит за счет регулировки угла поворота вращающейся заслонки. Аппарат состоит из катушки с штифтами, расположенной на валу, и вращающейся заслонки, размещенной над высежным окном. Изменение площади проходного сечения заслонки регулирует норму внесения удобрений. Управление углом поворота осуществляется посредством шагового двигателя, связанного с заслонкой через вал.

Лабораторные опыты также показали, что при оптимальной частоте вращения катушки в 50 об/мин и угле открытия заслонки около 50° достигаются минимальные значения коэффициентов вариации, что соответствует наиболее равномерному и устойчивому высева. При этом неравномерность высева между аппаратами и неустойчивость высева не превышали 8,5 %, что соответствует высоким требованиям к качеству высева. При меньших углах открытия за-

слонки (10°) и низкой частоте вращения катушки (10 об/мин) показатели качества ухудшались, что связано с меньшей площадью высевного окна и сниженной производительностью дозатора. Производительность аппарата зависит от площади высевного окна и частоты вращения катушки, варьируясь в широком диапазоне от 750 до 3800 г/мин. Это позволяет эффективно регулировать дозу удобрений в зависимости от условий и потребностей конкретного поля. Для оценки качества перехода с одной дозы на другую использовались параметры времени стабилизации дозы и величина отклонения от заданного значения. Анализ показал, что отклонения в первые 2,5–3 секунды могут достигать 10–15 %, однако при дальнейшем времени они снижаются до 3–9 %. При скорости движения машины около 8 км/ч это соответствует прохождению агрегата на длину 6–7 метров, что является приемлемым для большинства сельскохозяйственных операций.

Таким образом, двухступенчатая система дозирования, включающая винтовой ворошитель в бункере, катушечный дозатор и регулируемое высевное окно с вращающейся заслонкой, управляемой шаговым двигателем, обеспечивает стабильную и точную работу высевающей системы. Это позволяет удовлетворить агротехнические требования к равномерности и производительности внесения удобрений.

Заключение

Исследование показало, что высевающие аппараты с вращающейся заслонкой имеют значительные преимущества по сравнению с шиберными: они требуют меньших усилий на приводе и обеспечивают более стабильную работу. Рекомендуется использовать шиберные заслонки на машинах с одним-двумя дозаторами, а вращающиеся – на агрегатах с группой дозаторов. Регулирование дозы через изменение площади высевного окна и частоты вращения катушки обеспечивает высокое качество посева и снижает механические нагрузки. Такой подход повышает эффективность и надежность работы оборудования, что важно для современных сельскохозяйственных машин.

Список использованной литературы

1. Nukeshev, S., Yeskhozhin K., Karaivanov D., Ramaniuk M., Akhmetov E., Saktaganov B., Tanbayev K. A. Chisel Fertilizer for In-Soil Tree-Layer Differential Application in Precision Farming / *International Journal of Technology*. Volume 14(1), pp. 109–118. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i1.5143>.

2. Nukeshev S., Eskhozhin D., Lichman G., Karaivanov D., Zolotukhin E., Syzdykov D., 2016a. Theoretical Substantiation of The Design of a Seeding Device for Differentiated Intra Soil Application of Mineral Fertilizers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Volume 64(1), pp. 115–122.

10.11118/actaun201664010115

3. Nukeshev, S., Eskhozhin, K., Eskhozhin, D., Syzdykov, D., 2017a. Justification of Design and Parameters of Seeding Unit for Fertilizers. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, Volume 39(4), pp. 1139–1149.

<https://doi.org/10.1007/s40430-016-0588-5>

4. Nukeshev S., Slavov B., Karaivanov D., Balabekova A., Zhaksylykova Z., 2019. Forced Vibrations of the Hopper of Fertilizer Applying Machine. *Mechanics*, Volume 24(6), pp. 798–804. <https://doi.org/10.5755/j01.mech.24.6.22464>

5. Nukeshev S., Tanbayev K., Ramaniuk M., Kakabayev N., Sugirbay A., Moldazhanov A., 2024. Spray Angle and Uniformity of the Flat Fan Nozzle of Deep Loosener Fertilizer for Intra-Soil Application of Fertilizers. *AgriEngineering*, Volume 6(2), 1365-1394. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6020079>.

УДК 631.363.21

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЧАСТИЦ ЗЕРНА ПО ДНУ И БОКОВОЙ ГРАНИ ПАЗА РОТОРА

Д. Алижанов, Ш. Абдурахмонов

*Национальный исследовательский университет «Ташкентский
институт инженеров ирригации и механизации сельского
хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация. В настоящей работе рассматривается рабочая камера измельчителя с горизонтальным расположением ротора на котором имеются пазы прямоугольного сечения, служащие для перемещения и измельчения зернового материала, для этой же цели имеются пазы на верхнем диске. Для исследования движения частицы зерна по боковой грани и по пазу составлены дифференциальные уравнения. После соответствующих постановок на эти уравнения получены соответствующие системы уравнений. Для численной и графической реализации системы уравнений составлены соответствующие машинные программы в система «matlab». Подготовленные программы позволяют провести исследований движения частицы по боковой поверхности и дну паза ротора в численном и графическом видах.

Введение

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на создание новых видов ресурсосберегающих технологий и технических средств для приготовления кормов, путем измельчения зерновых материалов в животноводческих хозяйствах и обоснование их технологических рабочих процессов [1, 2, 3, 4, 5, 6]. В связи с этим считается необходимым разработка и обоснование параметров роторного измельчителя зерна обеспечивающего ми-