

**НАКЛОННЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН
ДЛЯ ЯРУСНОГО ВНЕСЕНИЯ ТУКОВ**

С.О. Нукешев¹, д-р техн. наук, профессор,

Н.Н. Романюк², канд. техн. наук, доцент,

К. Шежау¹, докторант,

В.Н. Еднач², канд. техн. наук, доцент,

А. Еркен¹, 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 данной работе проанализирована конструкция наклонного рабочего органа, предназначенного для послойного внесения минеральных удобрений. Проведены теоретические расчёты и экспериментальные исследования, позволившие определить необходимые тяговые усилия. На основании критерия минимизации этих усилий выявлены оптимальные параметры угла резания и скорости движения агрегата.

Abstract: This study examines the design of an inclined working element for layered application of mineral fertilizers. Both theoretical calculations and experimental tests were conducted to determine the required traction forces. Based on the condition of minimizing traction effort, the optimal values of the cutting angle and machine speed were identified.

Ключевые слова: минеральные удобрения, чизель-удобритель, почва, долото, тяговое усилие, внутрипочвенное внесение.

Keywords: mineral fertilizers, chisel fertilizer applicator, soil, chisel tip, traction force, in-soil application.

Введение

Почвенный анализ, проведённый погектарно в северных регионах Казахстана, выявил, что свыше 70...90% опытных полей характеризуются низким содержанием азота и фосфора. Фермеры также фиксируют проблему уплотнения почвы, особенно после применения нулевой технологии обработки, что способствует образованию лиманов на отдельных участках. Минимальные и нулевые технологии возделывания зерновых не предусматривают внесения основной дозы минеральных удобрений, из-за чего снижается уровень питательных веществ в зоне, доступной для корней, и возрастает плотность почвы. Согласно исследованиям, даже небольшое увеличение плотности на 0,1...0,3 г/см³ относительно оптимального уровня способно снизить урожайность на 20...40% [1, 2, 3, 4, 5].

В качестве решения этих агротехнических проблем предложено использовать специализированный чизель-удобритель, который выполняет глубокое рыхление почвы с параллельным внесением удобрений на различные глубины [6].

Основная часть

Конструкция чизеля-удобрителя включает параллелограммную раму, на которой закреплены рабочие органы, установленные под углом, а также опорные колеса, бункер для удобрений и прицепное устройство. Ключевым элементом агрегата выступает наклонная стойка, расположенная под углом $40...45^\circ$, которая в процессе работы поднимает и сдвигает пласт почвы, разрушая уплотнённые участки. Такая геометрия позволяет минимизировать образование развалных борозд. На передней части стойки установлена клиновидная накладка, а в нижней части – башмак, к которому с помощью болтов крепится долото. На задней стороне стойки размещён прямоугольный рассеиватель, обеспечивающий послойное распределение минеральных удобрений на глубины 6-10 см, 16-18 см и 23-25 см. Особенностью накладки является то, что площадь её нижней грани в 2,2-2,5 раза меньше верхней, что снижает сопротивление при движении в почве. Рассеиватель встроен в конструкцию таким образом, чтобы его наклонная верхняя грань совпадала с наклонной частью рабочей стойки, а нижняя – была немного смещена (на 2-3 мм) к верхней стороне, создавая условия для равномерного распределения удобрений [7, 8].

При анализе сил, действующих на рабочий орган при его движении в почвенной среде, получена зависимость тягового сопротивления от геометрических параметров инструмента и физико-механических свойств почвы:

$$P_x \sin(\alpha + \varphi) = bh\rho(B + \frac{C}{2} \cos\varphi \cdot \sin 2\alpha) \frac{v^2}{A}, \quad (1)$$

где b – ширина захвата; h – глубина рыхления; ρ – плотность почвы; α – угол резания; φ – угол трения; l_o – длина боковой грани клина; l_x – длина лезвия; $\sigma_{сж}$ – временное сопротивление почвы сжатию.

Путём анализа функции установлены оптимальные параметры для снижения тягового усилия: угол резания α в диапазоне $16-20^\circ$, а скорость движения агрегата – 1,8-2,0 м/с. Оптимальное расстояние между

стойками составляет 400 мм, а между удобренными лентами – 140 мм. Экспериментальная проверка модели (1) проводилась на почвенном канале с использованием динамометра ДЭПЗ-1Д-10Р-2, подключённого к ПК и соответствующего требованиям ГОСТ Р 8.663-2009 (2-й класс, погрешность $\pm 0,45\%$). Согласно эксперименту, при глубине обработки 0,27 м максимальное тяговое усилие одного рабочего органа составило 1870 Н, что демонстрирует хорошую согласованность с теоретическим прогнозом – расхождение не превышает 4,5%.

Заключение

Для борьбы с истощением и уплотнением почв разработана конструкция чизеля-удобрителя, который позволяет не только глубоко рыхлить почву, но и одновременно вносить минеральные удобрения послойно на заданные глубины – 6...10 см, 16...18 см и 23...25 см.

Анализ тягового сопротивления показал, что минимальные усилия достигаются при угле резания в пределах 16...20° и скорости движения агрегата от 1,8 до 2,0 м/с.

Рекомендуемое расстояние между стойками составляет 400 мм, а между рядами внесения удобрений – 140 мм.

Результаты испытаний на почвенном канале подтвердили, что максимальное усилие, которое требует один рабочий орган при глубине обработки 0,27 м, не превышает 1870 Н, что подтверждает эффективность предложенной конструкции.

Список использованной литературы

1. Материалы второй международной конференции по самовосстанавливающемуся земледелию на основе системного подхода NO-Till, Днепропетровск, 2005. – 232 с.
2. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств : монография / Н.Н. Романюк // Минск : БГАТУ, 2020. – 200 с.
3. Влияние многоосной ходовой системы машинно-тракторных агрегатов на плотность почвы / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, С.О. Нукешев, В.Г. Кушнир // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – №1 – С. 31–36.
4. Закономерности накопления повторных осадков почвы при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, В.А. Шклярович, А.С. Воробей // Агропанорама. – 2014. – № 6. – С. 2–7.
5. Влияние количества осей ходовой системы мобильной сельскохозяйственной техники на глубину следа / И.Н. Шило, А.Н. Орда, Н.Н. Романюк, С.О. Нукешев, В.Г. Кушнир // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – №4 – С. 37–41.
6. Обоснование конструктивно-технологической схемы глубокорыхлителя-удобрителя / С.О.Нукешев, Н.Н.Романюк, В.А.Агейчик, Е.Н.Ахметов // Материалы Международной науч.-практ. конф. «Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве», Минск, 16–17 октября 2024 года в 2 ч. / редкол.: Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2024. – Ч.1. – С. 193–195.

7. A Chisel Fertilizer for In-Soil Tree-Layer Site-Specific Application in Precision Farming / S.Nukeshev, K.Yeskhodzhin, D.Karaivanov, M.Ramaniuk, E.Akhmetov, B.Saktaganov, K.Tanbayev // International Journal of Technology. – 2023. – №14(1). – p. 109–118. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i1.5143>.

8. Рыхлитель-удобритель : патент на изобретение 35686 В Респ. Казахстан, МПК A01B 49/06 / С.О.Нукешев (KZ); К.К.Айтуганов (KZ); К.Д.Абулхаиров (KZ); Н.Н.Романюк (BY); В.А.Агейчик (BY); Е.С.Ахметов (KZ); К.Д.Есхожин (KZ); Р.К.Кусаинов (KZ); К.М.Тлеумбетов (KZ); Б.Ж.Сактаган (KZ); заявитель Товарищество с ограниченной ответственностью «AGRITECH-KATU» (KZ). – № 2021/0182.1; заявл. 19.03.2021; зарегистрир. 27.05.2022 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2022. – Бюл. №21.

УДК 631.8

ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ДЛЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

С.О. Нукешев¹, д-р техн. наук, профессор,

Н.Н. Романюк², канд. техн. наук, доцент,

А.М. Сугирбай³, PhD,

Е.Е. Назарбаев¹, докторант,

Н.В. Бенкс¹, А.Е. Советов¹, 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,*

*³Университет имени Шакарима города Семей,
Республика Казахстан*

Аннотация: В данной работе проанализирована конструкция высевающего аппарата, предназначенного для внесения основной дозы минеральных удобрений. Проведено моделирование ее работы методом дискретных элементов и определена ее работоспособность в различных конфигурациях.

Abstract: This study analyzes the design of a metering device intended for applying the main dose of mineral fertilizers. Its operation was simulated using the discrete element method, and its performance was evaluated in various configurations.

Ключевые слова: минеральные удобрения, высевающий аппарат, моделирование, равномерность дозирования, количество посева.

Keywords: mineral fertilizers, metering device, simulation, dosing uniformity, application rate.

Введение

Особенность внутрипочвенного внесения – точное размещение минеральных удобрений относительно корней растений – предопределяет повышенные требования к конструкциям туковысевающих аппаратов, тукозаделывающих рабочих органов и качеству