

УДК 631.816.33

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПОВЕРХНОСНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Брусенцов Анатолий Сергеевич
канд. техн. наук, доцент,
Author ID: 700969
SPIN – код: 8664-5403
ORSCID ID: 0009-0004-7933-3402
Scopus ID: 57300646400
Researcher ID: HHC-0668-2022
brusencov.a@edu.kubsau.ru

Яковлев Артём Юрьевич
студент каф. Процессы и машины в агробизнесе
Artemjcx@gmail.com
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

Одним из важных аспектов современного сельского хозяйства является создание новых технологий возделывания полевых культур на базе энергосберегающих технических средств, которые позволят создать условия для органического земледелия, сохранить гумусный слой и повысить качество выполняемой операции. Сочетание операции внесения минеральных удобрений и поверхностной обработки почвы позволит повысить качество выполняемой операции путём сокращения сроков заделки удобрения в почву стрельчатой лапой культиватора также подрезку сорняков, рыхления и выравнивания поверхностного слоя почвы. Применение прикатывающего рабочего органа обеспечивает качественное крошение почвенных агрегатов

Ключевые слова: ПОЧВА, РАБОЧИЙ ОРГАН, ИССЛЕДОВАНИЕ, МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЕ, НОРМА ВНЕСЕНИЯ, КОНСТРУКЦИЯ, ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ, ТУКОВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ, ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-202-001>

UDC 631.816.33

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

AN ALTERNATIVE METHOD OF APPLYING MINERAL FERTILIZERS AND SURFACE TILLAGE

Brusentsov Anatoly Sergeevich
Cand.Tech.Sci., associate professor
Author ID: 700969
RSCI SPIN – code: 8664-5403
ORSCID ID: 0009-0004-7933-3402
Scopus ID: 57300646400
Researcher ID: HHC-0668-2022
brusencov.a@edu.kubsau.ru

Yakovlev Artem Yurievich
student of the Department of Processes and machines in agribusiness
Artemjcx@gmail.com
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia

One of the important aspects of modern agriculture is the creation of new technologies for cultivating field crops based on energy-saving technical means that will create conditions for organic farming, preserve the humus layer and improve the quality of the operation performed. The combination of the operation of applying mineral fertilizers and surface tillage will improve the quality of the operation performed by reducing the time of embedding fertilizer into the soil with the pointed foot of the cultivator, as well as pruning weeds, loosening and leveling the surface layer of the soil. The use of a rolling working body ensures high-quality crumbling of soil aggregates

Keywords: SOIL, WORKING BODY, RESEARCH, MINERAL FERTILIZERS, RATE OF DISPLACEMENT, CONSTRUCTION, TRACTION RESISTANCE, TOW-RAISING APPARATUS, LABORATORY INSTALLATION

Введение. Поиск новых технологий требует обновление технических средств АПК. В связи с этим, возникает необходимость в совершенствовании сельскохозяйственной техники, чтобы увеличить уборочную урожайность, качество продукции и создать условие для реализации ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственной продукции [1]. Применение интенсивных технологий требует постоянного обогащения питательными веществами восполнения, гумусного баланса почв. Нехватка возникает также и в минеральные элементы в почве также необходимых для формирования больших урожаев. Одной из наиболее важных задач в сельском хозяйстве является внесение минеральных удобрений и поверхностная обработка почвы. Это необходимо для того, чтобы обеспечить растения всеми необходимыми питательными веществами, а также для борьбы с сорняками, вредителями и созданию благоприятного агрегатного состояния перед посевом [2]. Обязательно перед посевом озимой пшеницы или яровых выполняют подкормку и механическую обработку поля. После разбрасывания удобрений по полю необходимо выполнить заделку под слой почвы рабочими органами, расположенными для сплошной обработки почвы. Как правило такими рабочими органами являются стрельчатые лапы, дисковые рабочие органы, чизели и легкие бороны. Для повышения питательных веществ в почве используют азотсодержащие компоненты, калийные, фосфаты. Необходимость заделки вызваны гигроскопичностью, при выпадении осадков удобрения растворяются и поднимаются в зону питания растений [3]. Необходимо вносить равномерно распределяя по всей поверхности поля, заделывая на глубину 2-3 см меньше чем глубина посева таким образом для выполнения данной операции в технологии заделывается два типа машинно-тракторного агрегата. Развитие автоматических систем регулировки положения рабочих органов в зависимости от внешних факторов и состояния удобрения способствует более «тонкой» настройке и позволяет существенно экономит минеральные удобрения.

Продовольственная безопасность государства является одной из ключевых отраслей экономики многих стран. Одним из важных этапов в производстве сельскохозяйственной продукции является обработка почвы и внесение минеральных удобрений. Для этого используются различные агрегаты, но не все из них являются универсальными и эффективными. Применение интенсивных технологий требует постоянного обогащения питательными веществами восполнения, гумусного баланса почв. Нехватка возникает также и в минеральных элементах в почве также необходимых для формирования больших урожаев.

Актуальность данной темы заключается в том, что сельхозпроизводители всегда ищут новые способы повышения производительности своей деятельности. Использование универсального агрегата позволит им существенно увеличить урожайность и качество продукции, а также снизить затраты на обработку почвы и внесение удобрений.

Экономическая целесообразность данного агрегата заключается в том, что он позволяет сократить затраты на технику и трудозатраты на обработку почвы и внесение удобрений. Это позволит сельхозпроизводителям существенно увеличить свою прибыльность.

Экологическая безопасность применения данного агрегата заключается в том, что он позволяет сократить количество используемых химических удобрений и пестицидов, что положительно влияет на экологическую ситуацию в регионе.

Таким образом, создание универсального агрегата для внесения минеральных удобрений и поверхностной обработки почвы на базе культиватора КПС-4 является актуальной и перспективной темой, которая может принести существенную выгоду как сельхозпроизводителям, так и экологической ситуации в регионе. Кроме того, использование универсального агрегата на базе культиватора КПС-4 обладает эксплуатационной выгодой. Этот агрегат является многофункциональным и может выполнять несколь-

ко операций одновременно, направленные на обогащения верхнего слоя почвы питательными элементами для вегетации растений, а также создания благоприятных почвенных условий для посева семян сельскохозяйственных культур. Сочетание серийных машин на одной раме позволяет снизить затраты на испытания для проверки соответствия агротехническим требованиям. Т.к. многолетний опыт использования позволил выявить все недостатки конструкции и устранить их. Таким образом можно сказать, разработка многофункционального агрегата на базе культиватора КПС-4 основана на научной поисковой работе. Исследования были проведены в области сельского хозяйства и техники, чтобы определить оптимальный дизайн и функциональность агрегата. Это гарантирует высокую эффективность и надежность данного устройства. Таким образом, создание универсального агрегата на базе культиватора КПС-4 для внесения минеральных удобрений и поверхностной обработки почвы имеет экономическую, экологическую и эксплуатационную выгоду. Это является результатом научной поисковой работы в области сельского хозяйства и техники, что гарантирует высокую эффективность и надежность данного устройства.

Новизна поставленной выше научной проблемы объединения двух смежных технологических операций, реализована в европейских фирмах, занимающихся производством сельскохозяйственной техники, таким образом есть положительный опыт применения таких агрегатов какое техническое решение можно отнести к ресурсосберегающим технологиям т.к. способствуют снижению эксплуатационных затрат. Альтернативный способ внесения минеральных удобрений совместно с культивацией является новым подходом к решению проблемы одновременного внесения удобрений и обработки почвы. Ранее для выполнения этих операций использовались несколько различных машин, а создание универсального агрегата позволяет объединить эти процессы в одном устройстве, что существенно повышает эффективность и экономическую целесообразность данного агрегата.

Также проведенная научная поисковая работа в области сельскохозяйственной техники, гарантирует высокую эффективность и надежность данного агрегата. Разработка агрегата основана на новых технологиях и научных исследованиях, что делает данную проблему новой и актуальной в научном сообществе. Создание универсального агрегата для сплошного внесения минеральных удобрений с совместной культивацией актуально в свете растущей экологической безопасности и требований к соблюдению экологических стандартов. Применение такого агрегата позволяет сократить количество используемых химических удобрений и пестицидов, что положительно влияет на экологическую ситуацию в регионе. Это делает решение данного вопроса актуальной задачей в свете растущих требований к экологической безопасности в сельском хозяйстве.

Таким образом, новизна поставленной выше научной проблемы заключается в разработке технологической схемы к решению проблемы внесения удобрений совместно с обработкой почвы, основанного на лабораторных исследованиях.

Материалы и методы. Современные агрегаты обеспечивают более точное и равномерное распределение удобрений по поверхности почвы, что способствует лучшему усвоению питательных веществ растениями. За счет одновременной обработки почвы и внесения удобрений уменьшается количество проходов по полю, что снижает механическое воздействие на почву и помогает сохранить ее структуру. Улучшение условий для роста растений благодаря оптимальному внесению удобрений и качественной обработке почвы может привести к увеличению урожайности. Универсальные агрегаты могут быть адаптированы для различных типов почвы и культур, что делает их универсальным инструментом для фермеров. Более точное внесение удобрений способствует снижению потерь питательных веществ в окружающую среду и минимизирует риск загрязнения.

Таким образом, универсальные агрегаты для внесения минеральных удобрений с одновременной заделкой в почву представляют собой эффективное решение, способствующее оптимизации сельскохозяйственных процессов и повышению устойчивости агросистем.

При разработке технологической схемы внесения минеральных удобрений и поверхностной обработки почвы, а также выборе рабочих органов для проектирования агрегата, можно использовать различные методы и материалы. Необходимо выполнить анализ почвы для определения содержания питательных веществ и рН почвы, оценку структуры и физико-химических свойств почвы. По результатам агромониторинга и предстоящего возделывания сельскохозяйственных культур выполняют выбор минеральных удобрений (азотные, фосфорные, калийные) и их сочетаний с учетом потребности в питательные элементы растений. Следующим этапом разрабатывается технологическая схема и последовательность выполняемых операций: внесение удобрений, культивация, боронование и т.д. По полученным данным выполняем выбор оптимальных норм внесения удобрений с учетом особенностей почвы и культур. Современные методы также предусматривают использование программного обеспечения для моделирования общего процесса внесения минеральных удобрений последующую их заделку под слой почвы и одновременной поверхностной обработки. Также необходимо выполнить оценку влияния различных факторов (влажность, температура) на эффективность внесения. Провести лабораторные исследования на изготовленном нами стенде для оценки эффективности разработанной технологической схемы. Для определения норм внесения необходимо использовать классические методы внесения минеральных удобрений. В качестве материалов предлагаем, использовать, азотные (например, аммиачная селитра, карбамид), фосфорные (например, суперфосфат, аммофос), калийные (например, хлористый калий, сульфат калия).

Применяемые в полеводстве средства для распределения минеральных удобрений по поверхности поля имеют широкий набор рабочих органов, в которых каждый производитель хочет быть оригинальным. Поэтому сложно выбрать однозначно ту или иную конструкцию, благодаря сложившимся обстоятельствам на сегодняшний день на рынке сельскохозяйственной техники мы остановимся на отечественном варианте, как наиболее доступном и удовлетворяющем наши потребности. Ниже представим краткий обзор лидеров производства технических средств по внесению сыпучих минеральных удобрений:

- Amazone, (Германия) - Известна своими универсальными разбрасывателями удобрений, например, серии ZA-TS, ZG-TS, а также удобрительными сеялками серии D8, которые могут вносить удобрения как в рядки, так и рассыпом;

- Kverneland,(Норвегия) - Предлагает разбрасыватели удобрений серии Eхаста и Vario, известные своей точностью и надежностью;

- John Deere, (США) - Производит разбрасыватели удобрений серии 1770, 1790 и 1890, а также удобрительные сеялки серии 1720, 1750, 1770;

- Väderstad: (Швеция) - Известна своими удобрительными сеялками серии Spirit, которые включают в себя систему внесения удобрений;

- Horsch: (Германия) - Предлагает удобрительные сеялки серии Maestro и Focus, отличающиеся высокой производительностью и точностью;

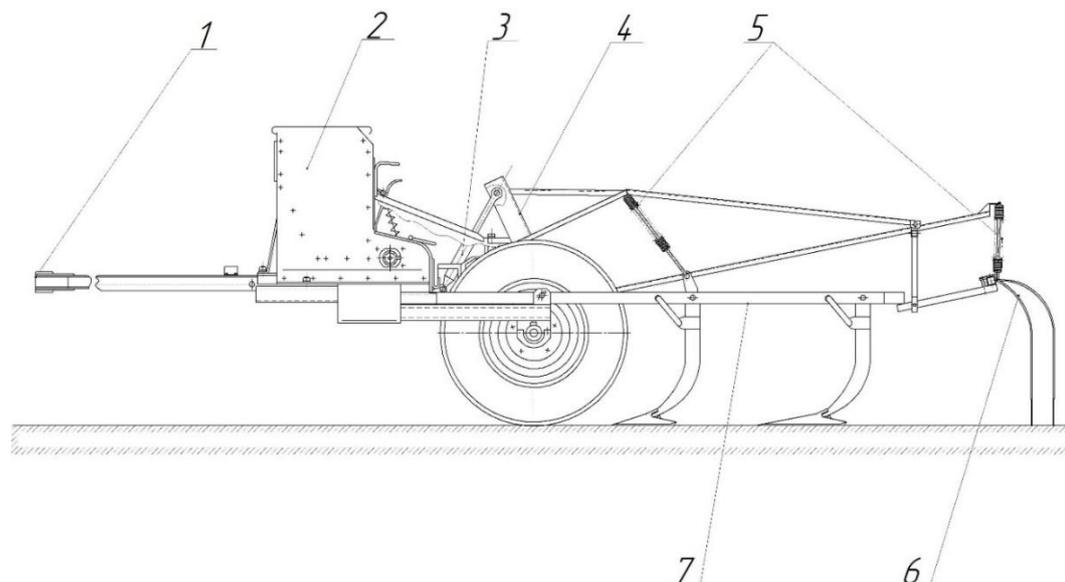
- Great Plains; (США) - Предлагает разбрасыватели удобрений серии Turbo-Spread и удобрительные сеялки серии Air Drill;

- Maschio Gaspardo: (Италия) - Производит разбрасыватели удобрений серии Eхсел, известные своей простотой и невысокой стоимостью;

- Lemken: (Германия) - Предлагает удобрительные сеялки серии Azur и Azur Duo, которые могут вносить удобрения как в рядки, так и рассыпом.

Существующая технология поверхностного внесения минеральных удобрений требует их заделки в течении 12 часов, по истечении этого вре-

мени эффективность применения сводится к нулю. Последующую заделку выполняют, используя лемешно-отвальную поверхность в процессе основной обработки почвы, дисковые бороны, а также стрельчатые лапы устанавливаются на культиваторах при поверхностной обработке почвы. Выбор рабочих органов для внесения минеральных удобрений и поверхностной обработки почвы требует комплексного подхода, включающего анализ почвы, изучение существующих технологий, полевые испытания и экологическую оценку [4]. Правильный выбор рабочих органов может значительно повысить эффективность агрономических мероприятий и улучшить урожайность. Совмещая операции по внесению минеральных удобрений и их заделкой в почву, мы повышаем качество выполняемой операции уменьшаем уплотнение плужной подошвы и эксплуатационные затраты на операции[5,6]. Для проектирования универсального агрегата мы предлагаем использовать туковую сеялку РТТ-4,2, а одновременную заделку выполнить рабочими органами культиватора для сплошного внесения КПС – 4. Интегрируя рамы двух сельскохозяйственных машин мы получим универсальный агрегат, рисунок 1.



1 – прицепное устройство; 2 – бункер РТТ-4,2; 3 – гидроцилиндр ГЦ-16.50.25.120.01; 4 – подъемник; 5 – пружины; 6 – зубовая борона; 7 – рама культиватора КПС-4.

Рисунок –1 Агрегат универсальный для поверхностного внесения удобрения с последующей его заделкой.

Технологический процесс работы, (рисунок 1) осуществляется следующим образом, при движении агрегата по полю после основной обработки почвы (зона 1), рабочие органы культиватора переводятся в рабочие положение, включается механизм привода разбрасывающих дисков и удобрения начинают распределяться по поверхности поля (зона 2). Стрельчатые лапы культиватора, установленные после аппарата сброса удобрений, поднимают слой удобрения и почвы, в этот момент удобрение начинает просыпаться под поднимающийся слой почвы, который двигается по образующей поверхности стрельчатой лапы. Зона культивации также крошит, выравнивает поверхность поля и подрезает сорную растительность после этой операции удобрение остаётся под слоем почвы, оставшиеся сверху комки почвы и неровности подвергаются воздействию пружинной бороны (зона 3).

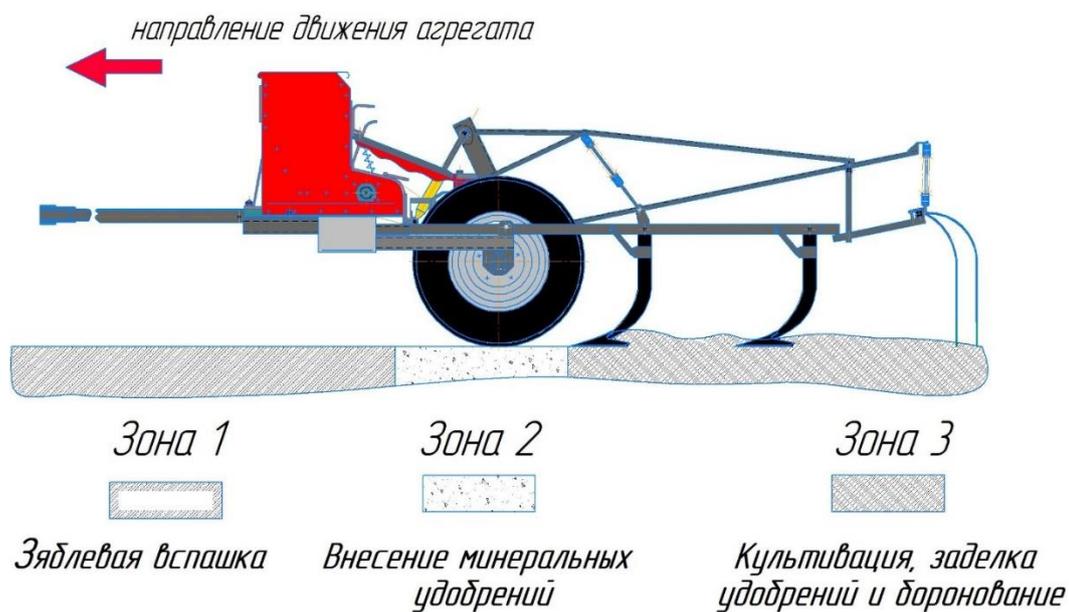


Рисунок – 2 Схема технологического процесса работы предлагаемого универсального агрегата

Результаты и их обсуждения. Рабочие органы, которые должны входить в состав универсального агрегата для внесения минерального удобрения и его заделки в почву (бункер, дозатор, распределитель, загор-

тач, стрелчатая лапа). Устройство для контроля глубины заделки удобрений в почву;

Система управления всеми рабочими органами агрегата и мониторинга процесса внесения удобрений.

Конкретный состав рабочих органов может варьироваться в зависимости от типа почвы, культуры, климатических условий и других факторов.

Расчет основных параметров и проведение лабораторных исследований по определению производительности одного аппарата туковысевающего аппарата сеялки РТТ-4,2.

Технологический процесс работы узла который отвечает за работу подачи минеральных удобрений можно разделить на несколько этапов:

1 этап – подача удобрения на рабочий орган распределяющий удобрение по полю; 2 этап – передвижение минерального удобрения к месту дозирования или дозировка непосредственно перед сбросом; 3 этап – подача минеральных удобрений к месту заделки; 4 этап – непосредственно внесение по полю минерального удобрения. Процесс выноса удобрений из ящика или бункера зависит и основан на законе истечение сыпучего материала через отверстия. При вращении тарелки линейные скорости частиц удобрений по длине отверстия неодинаковы и изменяются от

$$V_1 = r_3\omega \text{ до } V_2 = R\cdot\omega, \quad (1)$$

$$V_1=130\cdot1.3=169 \text{ м/с} \quad V_2=160\cdot1.3=208 \text{ м/с}$$

Средняя скорость движения слоя удобрений

$$V_{\text{cp}} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\omega(r_1 + R)}{2}$$

$$V_{\text{cp}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{\omega \cdot (r_1 + R)}{2}, \quad (2)$$

$$V_{\text{cp}} = \frac{1.3 \cdot (60 + 160)}{2} = 143 \text{ м/с}$$

Площадь высевного отверстия

$$F_0 = h(R - r_1), \quad (3)$$

Откуда

$$F_0 = 30 \cdot (160 - 60) = 300 \text{ мм.}$$

Секундный вынос удобрений q тарелкой из ящика зависит от площади высевного отверстия и средней линейной скорости движения слоя удобрений

$$q = \rho_y \cdot F_0 \cdot V_{cp}, \quad (4)$$

где ρ_y - плотность удобрений, кг/см³, подставляя значение V из выражения (5.2) в формулу (5.4) получим

$$q = \frac{\rho_y \cdot \omega \cdot h(R^2 - r_1^2)}{2}, \quad (5)$$

$$q = \frac{2,5 \cdot 1,3 \cdot 30 \cdot (160^2 - 60^2)}{2} = 738 \text{ кг/га.}$$

Туковая сеялка шириной захвата B_m при поступательной скорости агрегата V_m (м/с) и при заданной норме высева удобрений Q_H (кг/га) должна вносить следующее количество удобрений

$$q_c = 10^{-4} \cdot Q_H \cdot B_m \cdot V_m, \quad (6)$$

Подставим имеющиеся данные в (6)

$$q_c = 10^{-4} \cdot 100 \cdot 4,2 \cdot 10 = 4200 \cdot 10^{-4} \text{ кг/га}$$

Каждая тарелка должна вносить удобрений

$$q_c = \frac{10^{-4} \cdot Q_H \cdot B_m \cdot V_m}{Z}, \quad (7)$$

Подставим имеющиеся данные в выражение (7)

$$q_c = \frac{10^{-4} \cdot 100 \cdot 4,2 \cdot 10}{6} = 700 \cdot 10^{-4} = 0,07 \text{ м/га}$$

Приравнивая q и q_c после преобразования получим

Тарелка может обеспечить подачу удобрений в количестве (кг/с), только в том случае если её рабочий объем

$$W_0 = 60 \cdot q_c (\rho_y \cdot \omega), \quad (8)$$

$$W_0=60 \cdot 0,07 \cdot (1,5 \cdot 12,4)=78,12 \text{ см}^3$$

Объем тарелки, выраженный через её параметры, состоит из объемов двух концентрических колец, площади поверхностей которых

$$f_1=\pi (r_2^2-r_1^2) \quad \text{и} \quad f_2=\pi(R^2-r_2^2), \quad (9)$$

$$f_1=3,14 \cdot (130^2-60^2)=41762 \text{ см}^2 \quad f_2=3,14 \cdot (160^2-130^2)=27318 \text{ см}^2$$

Борт тарелки представляет как наклонную плоскость, тогда объемы колец

$$W_1=\pi \cdot h (r_2^2-r_1^2) \cdot b \quad \text{и} \quad W_2=\frac{1}{2} \pi h (R^2-r_2^2), \quad (10)$$

$$W_1= 3,14 \cdot 30 \cdot (130^2-60^2)=12528 \text{ см}^3$$

$$W_2=0,5 \cdot 3,14 \cdot 30 \cdot (160^2-130^2)=40977 \text{ см}^3$$

Полный объем тарелки определяется как сумма объемов W_1 и W_2

$$W_0=W_1+W_2=12528+40977=53505 \text{ см}^3$$

Уровень заполнения тарельчатого аппарата не должен вызывать самопроизвольного высыпания удобрения в процессе движения, агрегата по полю, таким образом вынос осуществляется специальными лопатками.

Сила T , которая стремится вытолкнуть частицу вверх по наклонной плоскости борта тарелки

$$T= \frac{\omega \cdot V^2}{R} \cdot \cos \alpha - \omega \cdot g \cdot \sin \alpha \quad , \quad (11)$$

$$T= \frac{0,3 \cdot 10^2}{160} \cdot 0,95 - 0,3 \cdot 9,8 \cdot 0,29=0,651 \text{ Н}$$

Силе T противодействует сила трения F , направленная по наклонной плоскости вниз

$$F=\text{tg} \varphi \cdot \left(\frac{\omega \cdot V^2}{R} \cdot \sin \alpha + \omega \cdot g \cdot \cos \alpha \right), \quad (12)$$

$$F=0,51 \cdot \left(\frac{0,3 \cdot 10^2}{160} \cdot 0,29 + 0,3 \cdot 9,8 \cdot 0,95 \right) =1,45 \text{ Н}$$

После преобразования условие можно записать в виде

$$K_{\text{пр}} = \frac{V^2}{g \cdot R} \geq \text{tg}(\alpha + \varphi), \quad (13)$$

$$K_{\text{пр}} = \frac{10^2}{9,8 \cdot 160} \geq \text{tg}(1+0,51)$$

$$K_{\text{пр}} = 0,063 \geq 0,025$$

Найдем предельную скорость в момент начала самопроизвольного сбрасывания удобрений с тарелки

$$V_{\text{пр}} \geq \sqrt{g \cdot R \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi)}, \quad (14)$$

$$V_{\text{пр}} \geq \sqrt{9,8 \cdot 160 \cdot 0,025} = 6,26 \text{ м/с.}$$

Для того чтобы частица удобрений самопроизвольно не сбрасывалась с тарелки, частота её вращения должна составлять

$$n \leq \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi)}{R}}, \quad (15)$$

$$n \leq \frac{30}{3,14} \sqrt{\frac{9,8 \cdot 28}{160}} = 12,4 \text{ мин}^{-1}$$

Удобрения сбрасываются при помощи пассивного или активного действия. Для более равномерного распределения удобрений по полю должен быть обеспечен и равномерный подвод одинакового количества удобрений к каждому сбрасывателю.

Примем некоторое допущение, относительно высоты слоя удобрения h в тарелках одинакова, тогда количество сбрасываемого удобрения будет равно и запишем в виде равенства:

$$hV_{\text{л}}(S-r_1) = hV_{\text{пр}}(R-S), \quad (16)$$

Средняя скорость движения слоев удобрений

$$V_{\text{л}} = \frac{\omega \cdot (S + r_1)}{2} \quad V_{\text{пр}} = \frac{\omega \cdot (R + S)}{2}, \quad (17)$$

$$S = \sqrt{\frac{R^2 + S^2}{2}} = \sqrt{\frac{160^2 + 105^2}{2}} = 135$$

$$V_{л} = \frac{1,3 \cdot (135 + 60)}{2} = 126,7 \text{ м/с} \quad V_{пр} = \frac{1,3 \cdot (160 + 60)}{2} = 143 \text{ м/с}$$

Для полноты сбрасывания удобрений с тарелки также необходима взаимосвязь

$$2 \cdot Z \cdot \ln_{кр} \cdot f_c \cdot \cos \sigma = W_0 n_T, \quad (18)$$

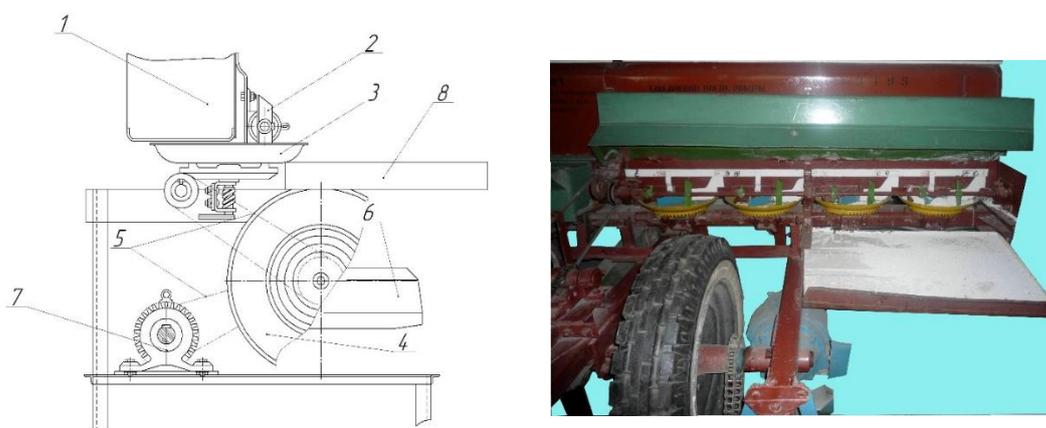
Следующий показатель качества работы – это распределение гранул по поверхности поля, связан с настройкой и регулировкой высеваше-го аппарата, вида удобрений и влажности туков. Критическая частота вращения вала сбрасывателей находится по выражению

$$n_{кр} \geq \frac{30}{\pi \cdot l_{л}} \cdot \sqrt{\frac{h \cdot g}{\sin 2\psi}}, \quad (19)$$

$$n_{кр} \geq \frac{30}{3,14 \cdot 70} \cdot \sqrt{\frac{90 \cdot 9,8}{0,98}}$$

$$n_{кр} \geq 12,2 \text{ мин}^{-1}$$

Проведенные лабораторные исследования для определения производительности туковой сеялки РТТ-4.2 на заданной скорости 6.1 км/ч нами был проведён эксперимент на кафедре процессы и машин КубГАУ. Лабораторная установка рисунок 3 на базе туковой сеялки РТТ-4.2.



1-бункер; 2-сбрасыватель; 3-высевающая тарелка; 4-приводное колесо;5-цепной привод; 6-редуктор; 7-электродвигатель;8-приёмник удобрений.

Рисунок 3 - Схема лабораторной установки

В ходе проведённого исследования полученные данные мы обрабатывали однофакторным дисперсионным анализом. В качестве варьирующего фактора мы приняли передаточное число i 29 и 46,5.

$$C = (X) : N = (775,15) : 10 = 60085;$$

$$CY = X - C = (43,28 + 45,43 + 49,65 + 44,83 + 48,45 + 104,4 + 111,6 + 108 + 109,2 + 110,4) - 60085 = 9805;$$

$$CV = V : n - C = (231,55 + 543,6) : 5 - 60085 = 9738;$$

$$CZ = CY - CV = 9805 - 9738 = 66,72.$$

Таблица 1– Результаты дисперсионного анализа

<i>Дисперсия</i>	<i>Сумма квадратов</i>	<i>Степень свободы</i>	<i>Средний квадрат</i>	F_{ϕ}	$F_{0.5}$
<i>Общая</i>	<i>9805</i>	<i>9</i>	<i>-//-</i>	<i>-//-</i>	<i>-//-</i>
<i>Вариантов</i>	<i>9738</i>	<i>5</i>	<i>1948</i>	<i>116,6</i>	<i>6,26</i>
<i>Остаток</i> <i>ошибки</i>	<i>66,72</i>	<i>4</i>	<i>16,7</i>	<i>-//-</i>	<i>-//-</i>

$$F = 116,6 \quad F = 6.26 \text{ (нулевая гипотеза отвергается)}$$

Выводы. Выбор рабочих органов для внесения минеральных удобрений и поверхностной обработки почвы требует комплексного подхода, включающего анализ почвы, изучение существующих технологий, полевые испытания и экологическую оценку. Правильный выбор рабочих органов может значительно повысить эффективность агрономических мероприятий и улучшить урожайность.

Следовательно, для предлагаемого агрегата мы выбираем значение передаточного числа = 29 при скорости движения $V = 6.01$ км/ч. Норма высева удобрения для 11–ти высевающих аппаратов составит 509 кг/га, что и следовало определить.

Список использованных источников

1. Патент № 2275782 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00 (2006.01), А01В 49/06 (2006.01) Устройство для посева семян зерновых культур: № 2275782 : заявл. 12.11.2004 : опубл. 10.05.2006 / Медовник А. Н., Маслов Г. Г. Тарасенко Б. Ф., Чеботарёв М. И., Бугаёв С. В., Дробот В. А – 6 с. : ил. – Текст : непосредственный.
2. Патент № 2404558 С2 Российская Федерация, МПК А01В 35/00 (2006.01) Устройство для безотвальной обработки почвы: № 2404558: заявл. 11.01.2009; опубл. 27.11.2010 / Тарасенко Б. Ф., Медовник А.Н., Дробот В. А. [и др.]; – 5 с. : ил. – Текст : непосредственный.
3. Патент № 2564846 Российская Федерация, МПК А01В 49/02 (2006.01) Универсальное средство для обработки почвы: № 2564846: заявл. 12.08.2014; опубл. 10.10.2015 / Тарасенко Б. Ф., Шапиро Е. А., Черноиванов А. Г., Цыбулевский В. В., Дробот В. А., Дмитриев С. А., Дьяченко М. Н.; – 10 с. : ил. – Текст : непосредственный.
4. Патент № 2634281 Российская Федерация, МПК А01С 15/00 (2006.01) Машина для внесения твердых и сыпучих органических удобрений: № 2634281: заявл. 25.05.2016; опубл. 24.10.2017 / Брусенцов А.С., Туманова М.И., Юдина Е.М., Сторожук Т.А., Масюк Р.С., Фоменко Д.П.; – 6 с. : ил. – Текст : непосредственный.
5. Tarasenko B. Research and development of a combined unit for tillage with a layer turnover / Tarasenko B., Drobot V., Troyanovskaya I., Orekhovskaya A., Voinash S., Sokolova V., Maksimovich K., Galimov R., Lopareva S. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 99. С. 29-33.
6. Трубилин, Е. И. Силы сопротивления почвы при воздействии на нее горизонтально расположенного дискового рабочего органа / Е. И. Трубилин, В. А. Дробот. – Текст: электронный // Научный журнал КубГАУ. –2016. –№ 118(04). – С. 61-74. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/03/> (дата обращения 11.10.2023).

References

1. Patent № 2275782 С1 Rossijskaja Federacija, МПК А01С 7/00 (2006.01), А01В 49/06 (2006.01) Ustrojstvo dlja poseva semjan zernovyh kul'tur: № 2275782 : zajavl. 12.11.2004 : opubl. 10.05.2006 / Medovnik A. N., Maslov G. G. Tarasenko B. F., Chebotarjov M. I., Bugajov S. V., Drobot V. A – 6 s. : il. – Tekst : neposredstvennyj.
2. Patent № 2404558 С2 Rossijskaja Federacija, МПК А01В 35/00 (2006.01) Ustrojstvo dlja bezotval'noj obrabotki pochvy: № 2404558: zajavl. 11.01.2009; opubl. 27.11.2010 / Tarasenko B. F., Medovnik A.N., Drobot V. A. [i dr.]; – 5 s. : il. – Tekst : neposredstvennyj.
3. Patent № 2564846 Rossijskaja Federacija, МПК А01В 49/02 (2006.01) Universal'noe sredstvo dlja obrabotki pochvy: № 2564846: zajavl. 12.08.2014; opubl. 10.10.2015 / Tarasenko B. F., Shapiro E. A., Chernoiivanov A. G., Cybulevskij V. V., Drobot V. A., Dmitriev S. A., D'jachenko M. N.; – 10 s. : il. – Tekst : neposredstvennyj.
4. Patent № 2634281 Rossijskaja Federacija, МПК А01С 15/00 (2006.01) Mashina dlja vnesenija tverdyh i sypuchih organicheskikh udobrenij: № 2634281: zajavl. 25.05.2016; opubl. 24.10.2017 / Brusencov A.S., Tumanova M.I., Judina E.M., Storozhuk T.A., Masjuk R.S., Fomenko D.P.; – 6 s. : il. – Tekst : neposredstvennyj.
5. Tarasenko B. Research and development of a combined unit for tillage with a layer turnover / Tarasenko B., Drobot V., Troyanovskaya I., Orekhovskaya A., Voinash S., Sokolova V., Maksimovich K., Galimov R., Lopareva S. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 99. С. 29-33.

6. Trubilin, E. I. Sily soprotivlenija pochvy pri vozdeystvii na nee gorizonta'-no raspolozhennogo diskovogo rabocheho organa / E. I. Trubilin, V. A. Drobot. – Tekst: jektronnyj // Nauchnyj zhurnal KubGAU. –2016. –№ 118(04). – S. 61-74. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/03/> (data obrashhenija 11.10.2023).