

- гребнистость поверхности соответствует агротребованиям (1,1–1,8 см);
- не наблюдается перемещение влажного слоя почвы на поверхность, что способствует сохранению влаги в засушливых зонах.



Рисунок 2 – Экспериментальный агрегат МТЗ-82.1 с боронной мотыгой БМТ-2,4 при обработке парового поля под посев прутняка

#### Список использованной литературы

1. Динамика ротационных почвообрабатывающих органов игольчатого типа. /Шварц А.А., Шварц С.А., Уварова А.Г. //Вестник Курской ГСХА. -2021. – № 9. –С. 229–237.
2. Исследование работы игольчатой бороны с радиально установленными иглами на дисках. /Кондрашов В.А., Ковалев М.М., Перов Г.А., Сизов И.В. //Техника и оборудование для села. – 2019. -№ 10 (268). – С. 14–18.
3. Ротационный рабочий орган почвообрабатывающего орудия. Патент на изобретение № 2826076. / Серёгин А.А., Салаев Б.К., Эвиев В.А., Лебедев А.Т., Мучаев А.Б.// Опубликовано: 03.09.2024. Бюл. № 29

#### UDK 631.03

**В.М. Турдалиев**, *д-р техн. наук, профессор,*

**Г.А.Тухлиев**, *канд. тех. наук, доцент,*

**А.А. Косимов**, *канд. тех. наук, доцент,*

**А.А. Саламов**, *соискатель*

*Наманганский государственный технический университет,*

*г. Наманган, Республика Узбекистан*

*salomovabduaziz1@gmail.com*

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЩЕГО ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Ключевые слова:** машина, сила, масса, сферический диск, бороздо-рез (открыватель борозды, сошник), минеральное удобрение, почва, овощ, опорное колесо.

**Keywords.** Machine, force, mass, spherical disc, furrow opener, mineral fertilizer, soil, vegetable, support wheel.

**Аннотация.** Одним из перспективных направлений совершенствования сельскохозяйственных машин является её универсализация. В данной статье приведены результаты теоретических исследования по определению суммарной силы сопротивления машины для внесения минеральных удобрений с универсальной рамой овощной сеялки. В результате исследования было выведено аналитическое выражение, позволяющее определить суммарную силу сопротивления.

**Annotation.** One of the promising directions in improving agricultural machinery is their universalization. This article presents the results of research on the theoretical determination of the total draft (traction) resistance force for a mineral fertilizer distributor machine that has a universal frame combined with a vegetable seeder. The study resulted in the derivation of an analytical expression that allows for determining the total draft resistance force.

В процессе работы сельскохозяйственных машин энергия в основном расходуется на преодоление сопротивлений, возникающих на их опорных колёсах, а также на преодоление сопротивлений, обусловленных резанием, деформацией, крошением почвы рабочими органами и изменением структуры почвы под их воздействием, то есть

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4, \quad (1)$$

где  $A$  – общий расход энергии;  $A_1$  – расход энергии на преодоление сопротивлений, возникающих на опорных устройствах машины и орудий для обработки почвы;  $A_2$  – расход энергии на резание почвы лезвиями рабочих органов;  $A_3$  – расход энергии на деформацию и крошение почвы;  $A_4$  – расход энергии на преодоление сил сопротивления, возникающих в результате изменения структуры почвы под воздействием рабочих органов.

Общее тяговое сопротивление предлагаемой машины для подпочвенного внесения минеральных удобрений (рис. 1) в теоретическом аспекте складывается из следующих составляющих:

$$P = z_t P_t + z_o P_o + z_d P_d, \quad (2)$$

где  $z_0$  – количество бороздорезов (открывателей борозд, сошников) в составе машины, шт.;  $P_0$  – сила тягового сопротивления одного бороздореза, Н;  $z_t$  – количество опорных колёс машины, шт.;  $P_t$  – сила тягового сопротивления одного опорного колеса, Н;  $z_d$  – количество сферических дисков в составе машины, шт.;  $P_d$  – сила тягового сопротивления одного сферического диска, Н.

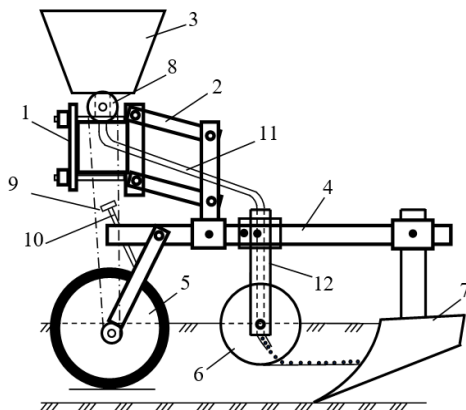


Рисунок 1. Машина для подпочвенного внесения минеральных удобрений  
 1 – рама; 2 – параллелограммный механизм; 3 – бункер для удобрений;  
 4 – грядиль (стойка); 5 – опорное колесо; 6 – сферический диск;  
 7 – бороздорез (открыватель борозды, сошник);  
 8 – аппарат для дозирования удобрений; 9 – цепная передача;  
 10 – регулировочный винт; 11 – удобрительная трубка (трубка для подачи удобрений);  
 12 – трубчатая стойка (трубчатая колонна).

В последующих этапах проводимого исследования будут рассмотрены отдельно составляющие общего тягового сопротивления машины для подпочвенного внесения минеральных удобрений.

В машине для подпочвенного внесения минеральных удобрений опорное колесо совершает вращательное движение, в связи с чем, между ним и почвой возникает сила трения качения. Данную силу трения качения мы принимаем в качестве силы тягового сопротивления опорного колеса. Согласно [1], поскольку величина деформации почвы мала по сравнению с радиусом опорного колеса, силу сопротивления можно выразить следующим образом:

$$P_t = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m_{um}^3 g^3}{q b_t d_t^2}}, \quad (3)$$

где  $m_m$  – общая масса машины, кг;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $q$  – объёмный коэффициент смятия почвы, Н/м<sup>3</sup>;  $b_t$  – ширина опорного колеса, м;  $d_t$  – диаметр опорного колеса, м.

Известно, что исследуемая машина предназначена для внесения удобрений под овощные культуры. В процессе данного внесения удобрения общая масса машины не является постоянной величиной, то есть по мере выполнения опе-

рации внесения удобрений её масса постепенно уменьшается. Это обусловлено тем, что в ходе работы машины минеральные удобрения вносятся на поле.

Следует отметить, что в исследованиях ряда учёных при изучении сельскохозяйственных машин подчёркивается переизбыток массы и инерционных параметров в процессе работы, однако при решении соответствующих задач эти параметры заменяются постоянными величинами. Такой подход может привести к неверным выводам.

Предлагаемая нами машина для внесения удобрений имеет общую массу, зависящую от технологического процесса, и может быть выражена следующим образом:

$$m_{um} = m_m + \frac{BQ(L - vt)}{10^4}, \quad (4)$$

где  $m_m$  – масса машины для внесения удобрений без удобрений, кг;  $B$  – ширина захвата машины для внесения удобрений, м;  $Q$  – норма внесения удобрений, кг/га;  $L$  – расстояние, которое машина проходит без дозирования бункера удобрениями, м;  $x$  – скорость движения машины для внесения удобрений, м/с;  $t$  – время, с.

Таким образом, общая масса машины в процессе работы выражается с учётом постепенного расхода удобрений в зависимости от пройденного пути, ширины захвата, нормы внесения и скорости движения.

Если учесть равенство (3), то равенство (2) принимает следующий вид:

$$P_t = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\left(m_m + \frac{BQ(L - vt)}{10^4}\right)^3 g^3}{qb_t d_t^2}}, \quad (5)$$

Ещё одним рабочим органом в составе машины, оказывающим тяговое сопротивление, является бороздорез (открыватель борозды, сошник). Согласно [2], силу тягового сопротивления бороздореза можно выразить следующим образом:

$$P_o = ka_o b_o (1 + ctg \gamma), \quad (6)$$

где  $k$  – удельное сопротивление открывателя борозды,  $N/m^2$ ;  $a_o$  – глубина обработки бороздорезом, м;  $b_o$  – ширина захвата бороздореза, м;  $\gamma$  – угол входа бороздореза в почву, град.

Силу тягового сопротивления сферического диска, входящего в состав машины, определяем по упрощённой формуле, приведённой ниже:

$$P_d = K_d S, \quad (7)$$

где  $K_d$  – удельное сопротивление сферического диска,  $N/m^2$ ;  $S$  – площадь поперечного сечения части почвенного пласта, срезанной сферическим диском,  $m^2$ .

Согласно результатам проведённого исследования, площадь поперечного сечения части почвенного пласта, срезанной сферическим диском, может быть выражена следующим образом:

$$S = \frac{r}{h_1} \sin \alpha \left[ h_1^2 \arccos \frac{h_1 - h}{h_1} - (h_1 - h) \sqrt{h_1^2 (h_1 - h)^2} \right] \quad (8)$$

В таком случае выражение (6) принимает следующий вид

$$P_d = \frac{K_d r}{h_1} \sin \alpha \left[ h_1^2 \arccos \frac{h_1 - h}{h_1} - (h_1 - h) \sqrt{h_1^2 (h_1 - h)^2} \right] \quad (9)$$

Обобщая результаты проведённых исследований и учитывая выражения (4), (5) и (9), переписываем выражение (1) и предлагаем следующую формулу для общей силы тягового сопротивления машины для подпочвенного внесения минеральных удобрений:

$$P = \frac{1}{2} z_t \sqrt{\frac{\left( m_m + \frac{BQ(L-vt)}{10^4} \right)^3 g^3}{qb_i d_i^2}} + z_0 k a_0 b_0 (1 + ctg \gamma) + \frac{K_d r z_d}{h_1} \sin \alpha \left[ h_1^2 \arccos \frac{h_1 - h}{h_1} - (h_1 - h) \sqrt{h_1^2 (h_1 - h)^2} \right] \quad (10)$$

**Выводы.** На основании проведённых теоретических исследований можно сделать следующие выводы: общая сила тягового сопротивления предлагаемой машины для внесения минеральных удобрений зависит от трёх составляющих. Это: сила тягового сопротивления бороздореза (открывателя борозды, сошника), сила тягового сопротивления опорного колеса, сила тягового сопротивления сферического диска.

Среди указанных сил сопротивления сила тягового сопротивления опорного колеса обладает переменным характером, поскольку в процессе выполнения работы машина вносит удобрения, в результате чего её масса постепенно уменьшается.

#### Список использованной литературы.

1. Гуськов В.В., Велев Н.Н., Атаманов Ю.Е. и др. Тракторы: Теория. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с
2. Баширова Н.Ф. Тяговое сопротивление комбинированного агрегата для обработки почвы и посева // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ, 2014. - №3. —С. 38–39.
3. Игнатенко И.В. Методы снижения энергозатрат почвообрабатывающих машин с упругозакреплёнными рабочими органами: Дисс. ... докт.тех. наук. – Ростов-на-Дону, 2003. – 375 с.
4. Имомкулов К.Б. Создание почвообрабатывающих машин с низким энергопотреблением: Дисс. ... докт. техн. наук. – Ташкент, 2016. – 191 с.

5. Дёмшин С.Л. Разработка и результаты исследований комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*, 2008. – №11. – С. 229–235.

6. Коган А.Б., Швейкин А.П. Исследование плуга с вибрирующими долотами // *Состояние и перспективы развития почвообрабатывающих машин, фрез и культиваторов: матер. НТС ВИСХОМ. Вып. 25. М., 1968. – С. 157–161.*

7. <https://xn--80aplem.xn--p1ai/analytics/Mirovoj-rynok-ovosej-i-bahcevyh-kultur/>

8. Выгодский М.Я. *Справочник по высшей математике.* – Москва: Наука, 1972. – 872 с.

**УДК 636.4.087.61**

**М.А. Керимов**, *д-р техн. наук, профессор*,

**К.В. Горецкий**, *аспирант*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург  
martan-rs@yandex.ru*

## **АДАПТАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ КОРМОРАЗДАТОЧНЫХ МАШИН К РАЗЛИЧНЫМ УСЛОВИЯМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

**Ключевые слова:** кормораздаточная машина, адаптация, условия функционирования.

**Keywords:** feed distribution machine, adaptation, operating conditions.

**Аннотация:** Мобильные кормораздаточные машины занимают важное место в системе механизации животноводства, поскольку обеспечивают своевременную и равномерную раздачу кормов различным группам животных. Их эффективное применение возможно лишь при условии адаптации конструктивных и эксплуатационных характеристик к конкретным условиям функционирования, которые могут существенно различаться в зависимости от типа хозяйства, климатических особенностей, организации технологического процесса и свойств раздаваемых кормов.

**Abstract:** Mobile feed distribution machines occupy an important place in the livestock mechanization system, as they ensure timely and uniform distribution of feed to various groups of animals. Their effective use is possible only if their design and operational characteristics are adapted to specific operating conditions, which can vary significantly depending on the type of farm, climate, organization of the technological process, and properties of the distributed feed.

Использование мобильных кормораздаточных машин способствует повышению производительности труда работников, снижению потерь кормов и улучшению организации технических процессов в хозяйствах.