

Научная статья

Original article

УДК 631.331

DOI 10.55186/25880209\_2024\_8\_4\_2

**ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ  
КОМБИНИРОВАННОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОСЛОЙНОЙ  
ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

**TRACTION RESISTANCE OF AN EXPERIMENTAL COMBINED MACHINE  
FOR LAYER-BY-LAYER PRE-SOWING TILLAGE**



**Тагиева Егана Хикмет** - докторант, кафедра «Информационной технологии»,  
Азербайджанский Государственный Аграрный Университет г. Гянджа  
пр.Ататюрка,450, Азербайджанская Республика, [yegana.hh@gmail.com](mailto:yegana.hh@gmail.com)

**Tagieva Yegana Hikmet** - Doctoral student, Department of Information Technology,  
Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, 450 Ataturk Ave., Republic of  
Azerbaijan, [yegana.hh@gmail.com](mailto:yegana.hh@gmail.com)

**Абстракт.** На применяемые в настоящее время операции подготовки почвы к посеву приходится значительная доля энергии и труда от затрачиваемых на все полевые работы в земледелии. Исследованиями ученых разных стран установлено, что с точки зрения агротехники допустимо совмещение основной и предпосевной обработки почвы: подготовки семенного ложа и внесение удобрений, рыхления, прикатывания и других операций подготовки почвы к посеву. При этом правильный выбор технологической

схемы размещения рабочих органов и режимов работы агрегата в условиях дефицита влаги и эрозияопасности является актуальной задачей. В работе дается результаты исследования экспериментальной комбинированной почвообрабатывающей машины, касающиеся влияния скорости на изменение неровности тягового сопротивления.

**Abstract.** The currently used operations of preparing the soil for sowing account for a significant share of the energy and labor spent on all field work in agriculture. Studies of scientists from different countries have established that from the point of view of agricultural technology, it is permissible to combine basic and pre-sowing tillage: preparation of the seedbed and fertilization, loosening, rolling and other operations of preparing the soil for sowing. Therefore, the correct choice of the technological scheme for the placement of working bodies and operating modes of the unit in conditions of moisture deficiency and erosion hazard is an urgent task. The paper presents the results of a study of an experimental combined tillage machine concerning the effect of speed on the change in the unevenness of traction resistance.

**Ключевые слова.** Почвообработка, комбинированная машина, скорость агрегата, тяговое сопротивление, гребнеобразователь.

**Keywords.** tillage, combined machine, unit speed, traction resistance, combining machine.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Во всем мире проводятся исследования по разработке ресурсосберегающих технологий защиты от ветровой и водной эрозии при основной обработке почвы и новой научно-технической базы технических средств для их реализации. Важно разрабатывать машины и обосновывать технологический процесс для планирования и обеспечения ресурсо-эффективности взаимодействия рабочих органов с почвой. История борьбы с сорняками в промышленно развитых странах за последнее столетие показала, что основным критерием выбора метода борьбы с ними является простота и удобство (Харкер и О'Донован, 2013). За последние двадцать лет экологические проблемы,

влияние использования гербицидов на здоровье человека, увеличение числа популяций сорняков, устойчивых к гербицидам, и рост органического земледелия стимулировали разработку новых нехимических методов борьбы с сорняками (Busi et al., 2013, Barberi, 2002). Комиссия ЕС поощряет сельское хозяйство с низким содержанием пестицидов (Hillocks, 2012). В настоящее время использование гербицидов запрещено в сельском хозяйстве Австрии, Чехии, Италии и Нидерландов. К 2023 году планируется ввести аналогичный запрет в Германии и Франции.

В связи со строгим законодательством Европейского союза о химических гербицидах для сельскохозяйственных культур механические устройства для борьбы с сорняками находят все более широкое применение (Bond and Grundy, 2001). Несмотря на более высокую стоимость и повышенные энергозатраты, механический метод борьбы с сорняками имеет преимущество с точки зрения здоровья человека и экологии окружающей среды (Медведева и др., 2021). Кроме того, эффективность механического метода борьбы с сорняками может быть повышена за счет правильного севооборота, выбора конкурентоспособного сорта культуры, схемы его посева и стратегии внесения удобрений (Расмуссен, 2002, Лемерль и др., 2001, Расмуссен, 2004). Примером механического метода борьбы с сорняками является роторный рыхляще-сепарирующий стратификатор (Сыромятников, 2021, Сыромятников, 2018). По этой причине необходимо разработать машины, оснащенные рабочими органами, образующими перемычки у подножия склона и на поверхности поля, которые защищают склоновые души от водной эрозии. На принятые в настоящее время операции подготовки почвы к посеву (пожнивное лущение стерни, отвальную вспашку и безотвальную плоскорезную обработку, боронование, предпосевную культивацию и прикатывание) приходится около 40% энергии и 20% труда, затрачиваемых на все полевые работы в земледелии. Промышленностью выпускаются плуги, культиваторы, лемешные и дисковые лущильники, дисковые бороны, катки, рыхлители и другие орудия [1,2,3]. Создание инновационных технологий и технических средств для получения

высоких урожаев зерна и злаковых культур играет важную роль в мировой практике. В статье приводятся данные о том, что исследователи со всего мира и многие известные компании, производящие сельскохозяйственную технику, разработали комбинированные машины для минимальной обработки почвы и посев. Все эти машины сочетают в себе активные и пассивные элементы для обработки почвы, подготовки к посадке, а также высаживающую машину. К пассивным элементам относятся размягчающие лезвия, заглубляющие лезвия, лапки культиватора, выравнивающие лезвия, диски, катки и многое другое. Активные элементы состоят из рабочих органов, которые вращаются вертикально и горизонтально или с подвесным лезвием. В заключительной части статьи говорится, что в Азербайджане разрабатывается новая технология для минимизации загрязнения почвы на склоновых землях и проводятся научные исследования по созданию комбинированной машины. Эта технология устраняет водную эрозию на склонах и повышает плодородие почвы. Большое внимание уделяется комбинированным машинам и агрегатам, которые выполняют операции как вспашка, боронование и культивация. Исследованиями и ученых разных стран установлено, что с точки зрения агротехники допустимо совмещение основной и предпосевной обработки почвы: подготовки семенного ложа и внесения удобрений рыхления, прикатывания и других операций подготовки почвы к посеву. При этом оптимизация технологий обработки почвы и возделывания пропашных культур в условиях дефицита влаги и эрозия опасности является актуальной задачей. Аргументированный выбор адаптивного способа обработки почвы и технологии возделывания культур, соответствующих почвенно-климатическим характеристикам определенной территории, обеспечит целевое использование ресурсов. При этом необходимо учесть положительные качества комбинированной техники которая за счет снижения интенсивности почвообработки позволит повышению производительности машинно-тракторного агрегата и снижения расхода топлива на единицу обработанной площади. Одним из наиболее эффективных способов преодоления

вышеуказанных недостатков и снижения затрат на полевые работы и производство является разработка и использование этих комбинированных машин. Наиболее рациональное их использование заключается в сочетании подготовки почвы и посадки, поскольку использование комбинированных машин создает благоприятные условия для роста растений за счет удержания почвенной влаги и снижает вредное воздействие на структуру и плотность почвы при работе машины [9,11].

## **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В качестве объекта исследования взята экспериментальная машина для предпосевной послойной обработки почвы. При этом задача заключалась в повышении эффекта принятой технологии путем образования в посевном слое смеси из гумусного слоя и органического удобрения. Исследовалась экспериментальная комбинированная почвообрабатывающая машина содержащая раму, последовательно закрепленной на ней лапчатый рыхлитель с соединенным к нему с задней стороны подаватель минерального удобрения, имеющий связь с бункером минерального удобрения, подаватель органического удобрения, имеющий связь с бункером органического удобрения, активный зубчатый коток связанный с редуктором вала отбора мощности, право и левооборачивающих (окучивающих) плужные корпуса, расположенных открывающимся углом в направлении движения и уплотнитель формирователь гребня. У этой машины зубчатые катки имеют длину, соответствующей ширине захвата плугов размещены между ним и подавателем органического удобрения. Работа экспериментальной почвообрабатывающей машины заключается в следующем. Передние края право и левооборачивающих плужных корпусов, размещенные в форме раскрывающегося угла в направлении движения регулируются соответственно до уровня крайних концов лап рыхлителя. При этом задние концы право и лево левооборачивающих плужные корпуса не стыкуясь находятся между собой на расстоянии. Лапчатый рыхлитель регулируется глубину 15...18 см, а плужные корпуса на глубину - 4...5 см. Во

время работы на полосе, соответствующей длины захвата лап осуществляется рыхление почвы с одноновременным внесением в эту зону минерального удобрения. Одновременно с помощью подавателем органического удобрения на этой полосе на поверхность почвы подается органическое удобрение, которое посредством активного зубчатого катка смешивается с гумусным слоем почвы. Технологически идущий после зубчатого катка плуги гребнеобразователи создают благоприятную и естественную среду для посевного материала. Интенсивное прорастание корневой системы через соответствующей времени достигает полосу с минеральным удобрением без дополнительной полевой операции - под кормки ими растений. Большое значение на эти задачи давал академик В.П.Горячкин [4]. Наличие у экспериментальной почвообрабатывающей машине дополнительных специфических гребнеобразователей и активного органа вызывают дополнительных тяговых сопротивлений, которые были исследованы в теоретико – методическом и экспериментальном плане. В проведении теоретических исследований за основу взята классические труды по механике. Экспериментальные исследования проводились на типичных почвах Самухского района, где обрабатываемый горизонт составляет 18...20 см. Твердость почвы на 0 - 6 см слое составляет 0,13 МПа, а на слое 6 -12 см 0,716 МПа. На этих горизонтах влажность почвы составлял соответственно 16 и 20,5%.

Тяговое усилие определялся тензометрированием с применением компьютерной техники. Запись сигнала осуществлялась посредством тензометрического модуля LTR 212, установленного в крейте LTR-EU-2. Сигнал записывался в файл на персональный компьютер, расположенный в кабине трактора. Место оператора, управляющего процессом записи крюкового усилия, располагалось в кабине загрузочного устройства вместе с водителем трактора.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Опытный образец комбинированной машины для междурядной обработки многолетних культур предназначен для исследования возможностей конструкции выполнять операции по поддержанию поверхности почвы в оптимальном состоянии в зависимости от требований культуры. Пробный образец комбинированной междурядной почвообрабатывающей машины изготавливается для проверки технических характеристик при последующем обследовании изготовленного таким образом образца. Исследования позволяют определить характера изменения тягового усилия от скорости движения экспериментальной машины. При изменении скорости движения экспериментальной почвообрабатывающей машины от 1,6 до 2,6 м/с тяговое усилие изменился от 6,25 кН до 7,6 км. При этом удельное сопротивление изменился от 3,4 кН/м до 4,2 кН/м.

При таком сопротивлении машины степень использования тягового усилия растет от 25 до 90%. Значение общего тягового сопротивления агрегата является недостаточным для определения рациональной загрузки трактора. Это связано с тем, что на производительность и эффективность тракторного агрегата в значительной мере влияет неравномерность тягового усилия.

При работе экспериментальной почвообрабатывающей машины изменение скорости на 1 км/час увеличение тягового сопротивления зависит от влажности и механического состава почвы. Проводимые исследования показали, что неравномерность тягового сопротивления экспериментальной машины растет с увеличением скорости движения агрегата. Полученные данные экспериментов показывают, что при этом колебания тягового сопротивления имеют большой амплитуды.

Среднеквадратическое отклонение тягового сопротивления экспериментальной машины при скорости движения 1,6; 1,85; 2,10; 5,0 м/с соответственно имели следующие значения - 7,4; 8,8; 9,0 и 9,3. Изменение тягового сопротивления экспериментальной машины в зависимости от скорости его



движения подчиняется нормальному закону распределения, вычисленное по формуле [5, 6]:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2}$$

$$\pi = 3,14$$

$$e = 2,7$$

$x$  - среднее значение тягового сопротивления в принятом интервале.

При более высоких скоростях наблюдалось еще более неравномерность колебаний тяговых сопротивлений.

Такое положение объясняется тем, что при увеличении скорости движения агрегата увеличивается также ударная нагрузка на рабочие органы. От неравномерности движения растет и инерционные усилия. Такое положение возникает особенно на полях с неровностями. Результаты экспериментов подтверждают статистическую связь между скорости движения агрегата и тягового сопротивления агрегата где коэффициент корреляции составляет 0,737, а расчетная погрешность -  $\pm 0,228$ . Эти показатели подтверждают достоверность опытов. При скорости движения агрегата 2,1м/с тяговое сопротивление не превышает ее номинальное значения. Эксперименты проведены в двухрядковом варианте, однако при этом имеется возможность для рационального использования тяговой мощности трактора имеется возможность изменить число корпусов в агрегате и соответственно числа обрабатываемых рядков.

Преимущество экспериментальной комбинированной почвообрабатывающей машины заключается в том, что предпосевная послойная подготовка почвы для растений междурядковой обработки, способствует сохранности в почве влаги, защиты семян от жгучего солнца и диких птиц, обеспечение первичных всходов с натуральным питанием - гумусно- органическим удобрением, а растения в активной фазе развития с минеральным питанием. Это способствует росту урожайности, обеспечивает экономический эффект от



снижения рабочих ходов машин по полю связанных с этим расхода горючего и трудовых затрат.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При работе экспериментальной комбинированной почвообрабатывающей машины изменение скорости приводит к неравномерности тягового сопротивления. Среднеквадратическое отклонение тягового сопротивления экспериментальной машины при скорости 1,6; 1,85; 2,10; 5,0 м/с соответственно имеет следующие значения – 7,4; 8,8; 9,0 и 9,3. Изменение тягового сопротивления машины при этом подчиняется нормальному закону.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Валиев А.Р. Современные почвообрабатывающие машины, регулировка, настройка и эксплуатация// А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин, С.М.Яхин, Ф.Ф. Мухамадьяров, Ф.Ф. Яруллин, Д.Т. Халиуллин. Санкт-Петербург: Лань, 2023, - 264с
2. Гуляев В. П. Сельско-хозяйственные машины. Краткий курс: учебное пособие для вузов, - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 240 с.
3. Ларюшин Н.П. сельскохозяйственные машины / Н.П. Ларюшин. –М.: ЛитРес. 2016, -450с.
4. Ерохин М.Н. Творец агроинженерной науки/ М.Н. Ерохин // Вестник Российской Академии наук .-2018, т. 88, N 71,-с. 650-658.
5. Гребенникова И.В. Методы математической обработки экспериментальных данных: учебно - методическое пособие/ И.В. Гребенникова. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2015.- 124 с.
6. Пономарев В.Б. Математическая обработка результата инженерного эксперимента / В. Б. Пономарев, А.Б Лошкарев — М.: изд-во "ФЛИНТА", 2022, -104с.
7. Tovashov R.Kh., Makhamov Kh.T., Tovashov B.R. Justification of Parameters of the Loosening Working Body // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 7 , pp. 14336-14339. July (2020).

8. Mamatov F.M., Chujanov D.Sh., Mirzaev B.M., Ergashev G.X. Agregat dlja predposevnoj obrabotki pochvy [Unit for presowing tillage] // Sel'skij mehanizator [Rural mechanic]. Moskva, 2011. – №7. – pp.12-13. [in Russian].
9. Tovashov R.Kh. Theoretical basis of the crushing angle of the loosening working body blades of the combined machine // Innovacionnaja nauka – Ufa, - №10. – pp. 23-25. [In Russian]. (2020).
10. Tovashov R.Kh. Theoretical basis of the installation corner in relation to the direction of movement of the furrow opener working body of the combined machine // "Razvitie nauki i tehniki: mehanizm vybora i realizacii prioritetov" materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii 09 sentjabrja (g. Kazan'). – pp.26-27. [In Russian]. (2020).
11. Trubilin E.I., Ablikov V.A., Solomatina L.P., Ljutyj A.N. Sel'skohozjajstvennyye mashiny (konstrukcija, teorija i raschet). – Krasnodar, (2008).
12. R.J. Hillocks Farming with fewer pesticides: EU pesticide review and resulting challenges for UK agriculture Crop Prot. (2012)
13. V.V. Blednykh et al. Analytical model of the technological process of soil pulverization and tillage tools Procedia Eng. (2015)
14. K.N. Harker et al. Recent weed control, weed management, and integrated weed management Weed Technol. (2013)
15. R. M. Hacıyev, R. A. Saidov, G. B. Mammadov, U.T.Taghiyev, G. Allahverdiyeva. Analysis of the main design and operating parameters of the device for the fermentation of bird droppings / EUREKA: Physics and Engineering, 5, 00–00. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.002306> link\_1 or link\_2 <https://journal.eu-jr.eu/engineering/issue/view/217>
16. Hacıyev, R., Salmanova, K., Mammadov, G., U.T.Taghiyev. Application of intensive technologies for improved production processes in poultry farms./ Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (1 (118)), (2022) pp.90–102. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.262999>

## LITERATURA

1. Valiev A.R. Sovremennye pochvoobrabatyvayushchie mashiny, regulirovka, nastroyka i ekspluatatsiya// A.R. Valiev, B.G. Ziganshin, S.M.Yakhin, F.F. Mukhamad'yarov, F.F. Yarullin, D.T. Khaliullin. Sankt-Peterburg: Lan', 2023, -264s
2. Gulyaev V. P. Sel'sko-khozyaistvennyye mashiny. Kratkii kurs: uchebnoe posobie dlya vuzov, - Sankt-Peterburg: Lan', 2022. - 240 s.
3. Laryushin N.P. sel'skokhozyaistvennyye mashiny / N.P. Laryushin. –M.: LitRes. 2016, -450s.
4. Erokhin M.N. Tvoretz agroinzhenernoi nauki/ M.H. Erokhin // Vestnik Rossiiskoi Akademii nauk .-2018, t. 88, N 71,-s. 650-658.
5. Grebennikova I.V. Metody matematicheskoi obrabotki eksperimental'nykh dannykh: uchebno - metodicheskoe posobie/ I.V. Grebennikova. – Ekaterinburg: Izd-vo Ural'skogo universiteta, 2015.- 124 s.
6. Ponomarev V.B. Matematicheskaya obrabotka rezul'ta inzhenernogo eksperimenta / V. B. Ponomarev, A.B Loshkarev — M.: izd-vo "FLINTA", 2022, - 104s.
7. Tovashov R.Kh., Makhamov Kh.T., Tovashov B.R. Justification of Parameters of the Loosening Working Body // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 7 , pp. 14336-14339. July (2020).
8. Mamatov F.M., Chujanov D.Sh., Mirzaev B.M., Ergashev G.X. Agregat dlja predposevnoj obrabotki pochvy [Unit for presowing tillage] // Sel'skij mehanizator [Rural mechanic]. Moskva, 2011. – №7. – rr.12-13. [in Russian].
9. Tovashov R.Kh. Theoretical basis of the crushing angle of the loosening working body blades of the combined machine // Innovacionnaja nauka – Ufa, - №10. – rr. 23-25. [In Russian]. (2020).
10. Tovashov R.Kh. Theoretical basis of the installation corner in relation to the direction of movement of the furrow opener working body of the combined machine // "Razvitie nauki i tehniki: mehanizm vybora i realizacii prioritetrov" materialy

mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii 09 sentjabrja (g. Kazan'). – rr.26-27. [In Russian]. (2020).

11. Trubilin E.I., Ablikov V.A., Solomatina L.P., Ljutyj A.N. Sel'skohozjajstvennye mashiny (konstrukcija, teorija i raschet). – Krasnodar, (2008).

12. R.J. Hillocks Farming with fewer pesticides: EU pesticide review and resulting challenges for UK agriculture Crop Prot. (2012)

13. V.V. Blednykh et al. Analytical model of the technological process of soil pulverization and tillage tools Procedia Eng. (2015)

14. K.N. Harker et al. Recent weed control, weed management, and integrated weed management Weed Technol. (2013)

15. R. M. Hacıyev, R. A. Saidov, G. B. Mammadov, U.T.Taghiyev, G. Allahverdiyeva. Analysis of the main design and operating parameters of the device for the fermentation of bird droppings / EUREKA: Physics and Engineering, 5, 00–00. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.002306> link\_1 or link\_2 <https://journal.eu-jr.eu/engineering/issue/view/217>

16. Hacıyev, R., Salmanova, K., Mammadov, G., U.T.Taghiyev. Application of intensive technologies for improved production processes in poultry farms./ Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (1 (118)), (2022) pp.90–102. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.262999>

© Тагиева Е.Х., 2024. International agricultural journal, 2024, №4, 1137-1148

**Для цитирования:** Тагиева Е.Х. Тяговое сопротивление экспериментальной комбинированной машины для послойной предпосевной обработки почвы// International agricultural journal ал. 2024. №4, 1137-1148