

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2026-55-90-93>

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КУЛЬТИВАТОРОВ ЗА СЧЁТ АВТОМАТИЗАЦИИ

Лукиенко Л.В.

*Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого,
Тула, Россия*

Ключевые слова: культиватор, рабочий орган, контроль глубины обработки, жёсткость лапы, диагностика состояния лап культиватора, определение износа лап культиватора.

Аннотация. В работе рассмотрены основные особенности эксплуатации культиваторов и практические направления их совершенствования за счёт оснащения различными датчиками, позволяющими в автоматическом режиме контролировать эффективность их работы. Показано, что значительное влияние на эффективную эксплуатацию культиваторов оказывает жёсткость их лап, а также своевременный контроль за их состоянием.

INCREASING THE EFFICIENCY OF CULTIVATORS THROUGH AUTOMATION

Lukienko L.V.

Tolstoy Tula State Pedagogical University, Tula, Russia

Keywords: cultivator, working organ, control of the depth of processing, paw stiffness, diagnosis of the condition of the cultivator's paws, determination of the wear of the cultivator's paws.

Abstract. The paper considers the main features of the operation of cultivators and practical directions for their improvement by equipping them with various sensors that automatically monitor the effectiveness of their operation. It is shown that the rigidity of their paws, as well as timely monitoring of their condition, has a significant impact on the effective operation of cultivators.

Важным этапом полевых работ в сельском хозяйстве является культивация почвы, применяемая для рыхления почвы, удаления сорняков, выравнивания обрабатываемой поверхности и ряда других технологических операций. Это позволяет сохранить структуру почвы, повысить урожайность, сократить трудозатраты и снизить зависимость от применения гербицидов). Для практической реализации этих задач используют культиваторы (паровые, пропашные, послепосевные, противоэрозионные). В конце 2025 года в сельском хозяйстве Тульской области в эксплуатации находились 583 культиватора. Вопросы исследования различных аспектов работы культиваторов отражены в работах [1-5].

Цель работы – провести подробный анализ возможных способов повышения ресурса культиваторов, эксплуатируемых в условиях тульской области.

Для Тульской области характерен умеренно-континентальный климат с недостаточным увлажнением. Поэтому перспективными являются конструкции культиваторов с влагоудерживающей способностью. В Тульской области распространены выщелоченные чернозёмы и серые лесные почвы, которые требуют культиваторов с хорошей агрессивностью рабочих органов и защитой от перегрузок. Рабочие органы таких культиваторов шириной захвата 6-16 м, производительностью 6-20 га/ч при глубине обработки 5-12 см (оптимально для предпосевной обработки под зерновые, картофель и технические культуры Тульской области) могут быть выполнены в виде стрелчатых лап на гибких S-образных стойках, что обеспечивает повышенную надёжность при работе с каменистыми участками, а также лучшее рыхление без оборота пласта. При этом, значение ресурса лап культиватора колеблется от 7 до 18 га в зависимости от условий работы.

Значительное влияние на выполнение агротехнических требований и ресурс культиватора оказывает жёсткость стоек. Так при стойках низкой жёсткости можно ожидать улучшенное крошение почвы за счёт колебаний, снижение тягового сопротивления на 25-30%, меньше поломок за счёт упругой амортизации при ударах о камни, в тоже время может нарушаться глубина обработки при слишком плотной почве, возможно наличие усталостных разрушений при частых ударах о твёрдые включения на обрабатываемом поле.

Каковы же перспективы развития культиваторов для совершенствования их практического применения? Это, прежде всего, оснащение их датчиками глубины с контролем точности до ± 1 сантиметра (при этом происходит оптимизация расхода топлива, удобрений, горюче-смазочных материалов на 15-20%). Принцип работы таких датчиков состоит в измерении расстояния от рамы культиватора до земли в реальном времени. Повышения точности измерения можно добиться за счёт совместного применения лазерных и матричных датчиков. Изменение результатов измерения влечёт за собой автоматическое изменение положения рабочего органа при выходе за допустимые нормы.

Вторая группа датчиков, позволяющих контролировать работу культиватора – датчики забивания рабочих органов. Среди них можно выделить: индуктивные бесконтактные датчики, для контроля положения наконечников лап и признаков забивания; датчики скопления материала на лапах культиватора, которые фиксируют налипание пожнивных остатков; датчики положения культиватора, которые помогают косвенно оценивать режим работы и состояние агрегата.

Для своевременного диагностирования повреждения лап культиватора отслеживают факторы, которые ведут к поломке: затупление, деформация, уменьшение ширины и изменение угла атаки лапы. В значительной степени, перечисленные признаки можно контролировать визуальным осмотром при ежесменном техническом обслуживании. Однако, возможно и применение датчиков удара на стойке (акселерометры, пьезоэлектрические датчики),

положения или вибрации для фиксации ненормальной работы (например, потенциометрические датчики).

В настоящее время одним из перспективных направлений развития культиваторов является косвенное автоматизированное определение износа лап. При этом регистрируют тяговую нагрузку на секцию или раму, вибрацию и ударные перегрузки стойки, положение секции и отклонение от заданной глубины, забивание растительными остатками. Для этого система собирает сигналы со всех датчиков и сравнивает их с эталонным режимом работы. На практике возможно применение следующих вариантов установки датчиков: на стойке лапы или возле её крепления к раме – для регистрации ударов и локальной перегрузки; на несущей раме секции – для контроля суммарной нагрузки и сравнения между рядами; на узлах глубины или навески – для отслеживания изменения рабочего положения; на нескольких секциях сразу – для локализации проблемной лапы по сравнению с соседними. При отклонении полученных значений делается вывод о необходимости детального контроля состояния лап культиватора.

Таким образом, в работе показано, что совершенствования эксплуатационного ресурса культиваторов можно добиться за счёт обоснованного выбора конструкции лап с учётом обрабатываемого грунта, автоматизации контроля рабочих функций культиватора и своевременной диагностики состояния его рабочих органов.

Список литературы

1. Потетня К.М., Садов А.А. Анализ применения культиваторов в современных условиях // Научно-технический вестник: технические системы в АПК. – 2024. – №1. – С. 29-33.
2. Калинин А.Б., Теплинский И.З., Герасимова В.Е. Совершенствование методов оценки условий функционирования культиватора-глубококорыхлителя для междурядной обработки почвы при возделывании картофеля // Вестник НГИЭИ. – 2022. – №3(130). – С. 24-36. – DOI: 10.24412/2227-9407-2022-3-24-36.
3. Тарасенко Б.Ф., Букарев А.А., Беблов Е.М. Анализ конструктивных особенностей культиватора для сплошной обработки почвы // Научный журнал КубГАУ. – 2025. – №205(01). – С. 1-7
4. Гапич Д.С., Капля Е.В., Черноусов П.С., Гуйбадулин Д.С. Динамика стойки культиватора с пружинными предохранителями // Известия НВ АУК. – 2024. – №3(75). – С. 330-339. – DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-38.
5. Федоров С.Е., Жалнин А.А., Бычков М.В. Культиватор для дифференцированной обработки почвы // Научное обозрение. Международный научно-практический журнал. – 2021. – № 3. – URL: <https://srjournal.ru/2021/id311/>.

References

1. Potetnya K.M., Sadov A.A. Analysis of the use of cultivators in modern conditions // Scientific and Technical bulletin: technical systems in agriculture. 2024, no. 1, pp. 29-33.

2. Kalinin A.B., Teplinsky I.Z., Gerasimova V.E. Improvement of methods for assessing the operating conditions of a deep-well cultivator for row-by-row tillage in potato cultivation // Bulletin of the NGIEI. 2022, no. 3(130), pp. 24-36. DOI: 10.24412/2227-9407-2022-3-24-36.
3. Tarasenko B.F., Bukarev A.A., Beblov E.M. Analysis of the design features of a cultivator for continuous tillage // KubSAU Scientific Journal. 2025, no. 205(01), pp. 1-7.
4. Gapich D.S., Drop E.V., Chernousov P.S., Guybadulin D.S. Dynamics of the cultivator rack with spring fuses // News of NV AUK. 2024, no. 3(75), pp. 330-339. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-38.
5. Fedorov S.E., Zhalnin A.A., Bychkov M.V. Cultivator for differentiated tillage // Scientific review. International Scientific and Practical Journal. 2021, no. 3. – URL: <https://srjournal.ru/2021/id311/>.

Лукиенко Леонид Викторович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры агроинженерии и техносферной безопасности	Lukienko Leonid Viktorovich – doctor of technical sciences, associate professor, professor of the department of agroengineering and technosphere safety
lukienko_lv@mail.ru	

Received 14.07.2026