



НАУКИ ОБ АТМОСФЕРЕ И КЛИМАТЕ/ATMOSPHERIC AND CLIMATE SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.12> EDN: OIVIWD

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИВОДА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Научная статья

Нестеренко И.С.¹, Нестеренко Г.А.^{2,*}¹ ORCID : 0000-0003-4749-010X;² ORCID : 0000-0003-1528-4627;^{1,2} Омский государственный технический университет, Омск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (nga112001[at]list.ru)

Аннотация

Статья посвящена вопросам экологической безопасности при работе сельскохозяйственной техники. В работе приводятся результаты исследования и сравнения скоростных характеристик дизельного двигателя и электрического двигателя транспортных средств. Целью проведения исследования является сравнение показателей и характеристик с последующим предложением их применения для модернизации сельскохозяйственных транспортных средств. В статье затрагивается проблема экологической безопасности, которая возникает в связи с использованием тепловых двигателей. Таким образом, основной задачей проведения исследования является обеспечение сельскохозяйственных транспортных средств наиболее эффективными силовыми агрегатами, позволяющими обеспечивать эксплуатационные требования и экологические нормы.

Ключевые слова: электродвигатель, экология, силовой агрегат, скоростная характеристика, эксплуатация.

THE APPLICATION OF ELECTRIC MOTORS IN AGRICULTURAL EQUIPMENT

Research article

Nesterenko I.S.¹, Nesterenko G.A.^{2,*}¹ ORCID : 0000-0003-4749-010X;² ORCID : 0000-0003-1528-4627;^{1,2} Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

* Corresponding author (nga112001[at]list.ru)

Abstract

The article is devoted to issues of environmental safety in the operation of agricultural equipment. It presents the results of a study and comparison of the velocity performance of diesel and electric motors in vehicles. The aim of the research is to compare performance indicators and characteristics, subsequently proposing their application for the modernisation of agricultural vehicles. The paper touches upon the issue of environmental safety arising from the use of internal combustion engines. Thus, the main objective of the research is to equip agricultural vehicles with the most efficient power units capable of meeting operational requirements and environmental standards.

Keywords: electric motor, environmental impact, power unit, velocity performance, operation.**Введение**

Регионы, обладающие ценными ресурсами, ископаемыми и сельскохозяйственными угодьями, имеют большое стратегическое значение, поэтому их освоение требует повышенного внимания. В связи с особенностями климатических условий в отдалённых регионах, возникают некоторые сложности в сфере транспортной логистики. Такая проблема выражается в отсутствии твердых дорожных покрытий, транспортных путей, что в конечном итоге приводит к потере работоспособности неприспособленной к трудным условиям эксплуатации техники. Таким образом, требуется применение эффективных мер по достижению высококачественной подготовки к эксплуатации транспортных средств для успешной реализации поставленных задач. Вследствие обеспечения подготовленного транспорта удастся обеспечить отдаленные районы всей необходимыми материально-техническими и бытовыми средствами [1], [2]. Налаживание транспортной инфраструктуры [3], [4] в регионах позволит обеспечить бесперебойную транспортировку продукции, которая необходима для успешного функционирования хозяйств на отдаленных территориях. Таким образом, следует предпринять действия по развитию транспортных комплексов и машин, которые смогут обеспечить работоспособную среду в экстремальных условиях. Модернизация существующих объектов транспортной инфраструктуры, а также создание новых транспортных средств позволит сделать благоустройство отдаленных регионов более эффективным. При этом важной задачей освоения региона остаётся соблюдение всех экологических норм, а также стандартов при эксплуатации техники [5].

Методы и принципы исследования

По мере развития технологических решений, инфраструктуры в целом и роста населения, как никогда раньше, требуется решение сложной задачи, а именно обеспечение экологической безопасности в техногенной среде обитания человека. В условиях повышенной концентрации вредных веществ от выбросов транспортными средствами с двигателями внутреннего сгорания следует разработать необходимые принципы безопасности. Одним из способов снижения вредных выбросов считается замена вида топлива, используемого для обеспечения работы транспортных средств. Одним из способов, который успешно развивается на сегодняшний день, является электрификация [6], [7].

Она заключается в оборудовании транспортных средств, например автомобилей, силовыми агрегатами, заправляющимися электричеством. Это позволит значительно сократить концентрацию вредных выбросов в атмосферу [8]. Однако полностью исключить вредные выбросы не представляется возможным.

Обеспечение экологичности окружающего мира является не единственной причиной снабжения сельскохозяйственных транспортных средств и автомобилей, а также транспортных средств специального назначения электрическими силовыми агрегатами. Так, например, в работе [9] провели исследования двигателей внутреннего сгорания и электрических двигателей. Данные, полученные в процессе расчётов, показали, что двигатели на электрической тяге позволяют достигать максимального крутящего момента на начальной стадии движения, что способствует быстрому набору необходимой скорости и извлечению наибольшего крутящего момента. Конструкция электрического двигателя устроена таким образом, что в нём практически отсутствуют трущиеся детали и узлы, а также механические переключения. Таким образом, передача крутящего момента происходит через редуктор, либо непосредственно напрямую к колёсам без воздействия дополнительных элементов.

Основные результаты

При проведении исследований было произведено сравнение скоростных характеристик двигателя внутреннего сгорания и электрического двигателя, применяемого на транспортном средстве (автомобиле). На графике (рис. 1) представлена скоростная характеристика дизельного двигателя «ISF3.8s5154 турбо» установленного на автомобиле ГАЗон NEXT, имеющий мощность 157 л.с. (115 кВт), при этом крутящий момент составляет 528 Н*м [4].

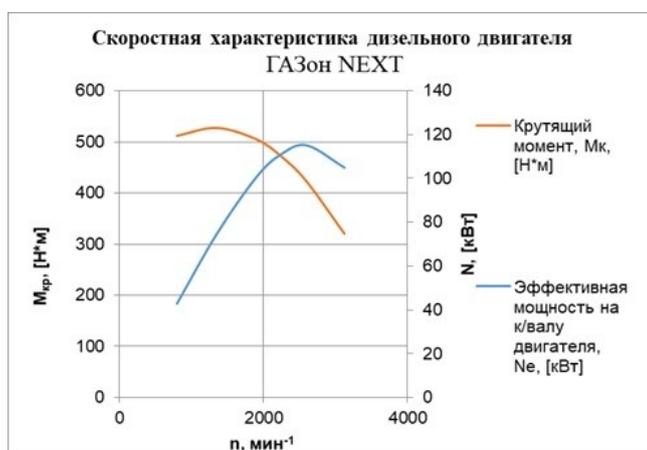


Рисунок 1 - График внешней скоростной характеристики дизельного двигателя
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.12.1>

Анализируя результаты, отраженные на графике, можно сделать следующий вывод: двигатель затрачивает некоторое время, чтобы набрать необходимое количество оборотов коленчатого вала для достижения наиболее эффективного крутящего момента. В то время как двигателям внутреннего сгорания необходимо продолжительное время и дополнительное усилие для вращения коленчатого вала, электрические двигатели с самого начала работы позволяют обеспечить наиболее эффективные условия эксплуатации. Для сравнения, на рисунке 2 представлена скоростная характеристика электрического двигателя, установленного на автомобиль «Tesla model S» мощность которого составляет 310 кВт, а крутящий момент 601 Н*м [5].

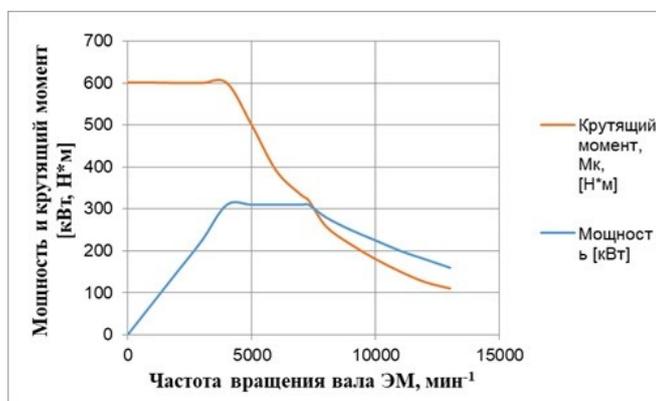


Рисунок 2 - График внешней скоростной характеристики электрического двигателя
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.12.2>



Сопоставив скоростные характеристики обоих двигателей, из графиков, которые представлены на рисунках 1 и 2, наблюдается заметное расхождение моментов и мощности. Так, например, у дизельного двигателя с возрастанием оборотов коленчатого вала происходит постепенное уменьшение крутящего момента и мощности, в то время как у электрического с увеличением скорости движения и вращения вала момент остаётся постоянным на протяжении некоторого времени.

Используя полученные результаты можно предположить, что при использовании электрического привода силового агрегата повышается эффективная работа всего механизма (транспортного средства).

Обсуждение

Сам процесс работы тепловых двигателей автомобилей можно описать как преобразование тепловой энергии, возникающей в процессе сгорания топливовоздушной смеси в цилиндрах, в механическую. У двигателя внутреннего сгорания количество циклов сгорания пропорционально частоте вращения вала, а также количеству сгоревшего топлива, вследствие чего на малых оборотах не развивается полная мощность. Процесс работы электрического двигателя можно описать как преобразование электрической энергии за счёт взаимодействия магнитных полей ротора и статора [10], [11]. Сам процесс происходит с большой скоростью, а скорость изменения поля в двигателе определяет индуктивность обмотки. Таким образом, можно сделать вывод, что электромагнитные процессы в электрическом двигателе происходят быстрее, чем газодинамические и химические в двигателе внутреннего сгорания. В сравнении с двигателями внутреннего сгорания, электрический двигатель вырабатывает больший крутящий момент в начале движения транспортного средства [12]. Кроме высоких тяговых показателей, электрический двигатель обеспечивает меньшее количество выбросов вредных веществ в атмосферу. Установка таких агрегатов положительно отражается на экологической безопасности и эксплуатационных характеристиках транспортных средств.

Заключение

Электрификация транспортных средств — востребованное направление для экологической безопасности. Применение электрических двигателей позволит заменить привычные двигатели внутреннего сгорания, что приведёт к значительному сокращению концентрации выхлопных газов в атмосфере. Результаты исследований могут представлять интерес и использоваться для будущих исследований транспортных средств. Таким образом, модернизация конструкций и силовых агрегатов сельскохозяйственных транспортных средств и транспортных средств специального назначения является необходимым условием для повышения эксплуатационных характеристик и функциональности техники.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Минина Н.Н., Уфимский университет науки и технологий, Бирск Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.12.3>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Minina N.N., Ufa University of Science and Technology, Birk Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.12.3>

Список литературы / References

1. Чутчева Ю.В. Перспективные направления развития тягово-транспортных средств для сельского хозяйства / Ю.В. Чутчева, Н.Н. Пуляев, Ю.С. Коротких // Техника и оборудование для села. — 2020. — № 9(279). — С. 2–5. — DOI: 10.33267/2072-9642-2020-9-2-5. — EDN: EOJSBT.
2. Нестеренко Г.А. Проект транспортирующего автомобиля для ремонта техники в полевых условиях / Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Автомобильная промышленность. — 2023. — № 4. — С. 4–6. — EDN: NMLKHJ.
3. Nesterenko G.A. On the issue of developing urban infrastructure for electric vehicles / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko, D.V. Likhachev [et al.] // E3S Web of Conferences. — 2024. — Vol. 471. — P. 05016. — DOI: 10.1051/e3sconf/202447105016. — EDN: GWSVLX.
4. Фадеев И.В. Электрическая мобильная техника в сельском хозяйстве: проблемы и перспективы / И.В. Фадеев, И.А. Успенский, С.Д. Фомин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2024. — № 3(75). — С. 366–376. — DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-42. — EDN: HEJLYV.
5. Nesterenko G. Integration of a hydrogen fuel cell into an electric vehicle for mainline cargo transportation / G. Nesterenko, I. Nesterenko, A. Karnaukhov [et al.] // IV International Conference on Geotechnology, Mining and Rational Use of Natural Resources (GEOTECH-2024), Navoi, Uzbekistan, April 03–05, 2024. — Les Ulis : EDP Sciences – Web of Conferences, 2024. — Vol. 525. — P. 06002. — DOI: 10.1051/e3sconf/202452506002. — EDN: HFGCQE.
6. Троцкий С.В. О разработке конструкции и перспективах эксплуатации электротракторов в Пермском крае / С.В. Троцкий, Д.В. Мальцев // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. — 2021. — Т. 1. — С. 89–92. — EDN: DRUTPZ.
7. Нестеренко Г.А. Применение зарядных станций для транспортных средств на электрической тяге / Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Автомобильная промышленность. — 2023. — № 7. — С. 18–20. — EDN: BGTROP.
8. Фадеев И.В. Электротракторы сельскохозяйственного назначения: проблемы и перспективы развития / И.В. Фадеев, И.А. Успенский, С.Д. Фомин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и



высшее профессиональное образование. — 2025. — № 4(82). — С. 492–502. — DOI: 10.32786/2071-9485-2025-04-52. — EDN: ZWHCRX.

9. Нестеренко Г.А. Чип-тюнинг автотранспортных средств / Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Автомобильная промышленность. — 2023. — № 8. — С. 28–30. — EDN: EYZAWX.

10. Бижаев А.В. Исследование параметров трактора с электроприводным силовым агрегатом / А.В. Бижаев // Сельскохозяйственные машины и технологии. — 2020. — Т. 14, № 4. — С. 33–42. — DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-4-33-42. — EDN: PHRDPD.

11. Нестеренко И.С. Повышение эксплуатационных свойств фермерского автомобиля / И.С. Нестеренко, Г.А. Нестеренко // Journal of Agriculture and Environment. — 2024. — № 3(43). — DOI: 10.23649/JAE.2024.43.7. — EDN: KMIPKR.

12. Ртищева Н.Е. Электрический трактор: особенности конструкции и перспективы развития / Н.Е. Ртищева, Н.Н. Пуляев, А.С. Гузалов // Journal of Agriculture and Environment. — 2022. — № 8(28). — DOI: 10.23649/jae.2022.28.8.015. — EDN: WLGPRU.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Chutcheva Yu.V. Perspektivnyye napravleniya razvitiya tyagovo-transportnykh sredstv dlya sel'skogo khozyaystva [Promising directions for the development of traction vehicles for agriculture] / Yu.V. Chutcheva, N.N. Pulyaev, Yu.S. Korotkikh // Tekhnika i oborudovaniye dlya sela [Machinery and Equipment for Rural Area]. — 2020. — No. 9(279). — P. 2–5. — DOI: 10.33267/2072-9642-2020-9-2-5. — EDN: EOJSBT. [in Russian]

2. Nesterenko G.A. Proyeckt transportiruyushchego avtomobilya dlya remonta tekhniki v polevykh usloviyakh [Design of a transporting vehicle for field repairs of machinery] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko // Avtomobil'naya promyshlennost' [Automotive Industry]. — 2023. — No. 4. — P. 4–6. — EDN: NMLKHJ. [in Russian]

3. Nesterenko G.A. On the issue of developing urban infrastructure for electric vehicles / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko, D.V. Likhachev [et al.] // E3S Web of Conferences. — 2024. — Vol. 471. — P. 05016. — DOI: 10.1051/e3sconf/202447105016. — EDN: GWSVLX.

4. Fadeev I.V. Elektricheskaya mobil'naya tekhnika v sel'skom khozyaystve: problemy i perspektivy [Electric mobile machinery in agriculture: problems and prospects] / I.V. Fadeev, I.A. Uspensky, S.D. Fomin [et al.] // Izvestiya of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. — 2024. — No. 3(75). — P. 366–376. — DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-42. — EDN: HEJIYV. [in Russian]

5. Nesterenko G. Integration of a hydrogen fuel cell into an electric vehicle for mainline cargo transportation / G. Nesterenko, I. Nesterenko, A. Karnaukhov [et al.] // IV International Conference on Geotechnology, Mining and Rational Use of Natural Resources (GEOTECH-2024), Navoi, Uzbekistan, April 03–05, 2024. — Les Ulis : EDP Sciences – Web of Conferences, 2024. — Vol. 525. — P. 06002. — DOI: 10.1051/e3sconf/202452506002. — EDN: HFGCQE.

6. Trotsky S.V. O razrabotke konstruksii i perspektivakh ekspluatatsii elektrotraktorov v Permskom kraye [On the design development and operational prospects of electric tractors in the Perm Region] / S.V. Trotsky, D.V. Maltsev // Modernizatsiya i nauchnyye issledovaniya v transportnom komplekse [Modernization and Scientific Research in the Transport Complex]. — 2021. — Vol. 1. — P. 89–92. — EDN: DRUTPZ. [in Russian]

7. Nesterenko G.A. Primeneniye zaryadnykh stantsiy dlya transportnykh sredstv na elektricheskoy tyage [Application of charging stations for electric vehicles] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko // Avtomobil'naya promyshlennost' [Automotive Industry]. — 2023. — No. 7. — P. 18–20. — EDN: BGTROP. [in Russian]

8. Fadeev I.V. Elektrotraktory sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: problemy i perspektivy razvitiya [Electric tractors for agricultural purposes: problems and development prospects] / I.V. Fadeev, I.A. Uspensky, S.D. Fomin [et al.] // Izvestiya of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. — 2025. — No. 4(82). — P. 492–502. — DOI: 10.32786/2071-9485-2025-04-52. — EDN: ZWHCRX. [in Russian]

9. Nesterenko G.A. Chip-tyuning avtotransportnykh sredstv [Chip tuning of motor vehicles] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko // Avtomobil'naya promyshlennost' [Automotive Industry]. — 2023. — No. 8. — P. 28–30. — EDN: EYZAWX. [in Russian]

10. Bizhaev A.V. Issledovaniye parametrov traktora s elektroprivodnym silovym agregatom [Study of the parameters of a tractor with an electric drive power unit] / A.V. Bizhaev // Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii [Agricultural Machinery and Technologies]. — 2020. — Vol. 14, No. 4. — P. 33–42. — DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-4-33-42. — EDN: PHRDPD. [in Russian]

11. Nesterenko I.S. Povysheniye ekspluatatsionnykh svoystv fermerskogo avtomobilya [Improving the operational properties of a farmer's vehicle] / I.S. Nesterenko, G.A. Nesterenko // Journal of Agriculture and Environment. — 2024. — No. 3(43). — DOI: 10.23649/JAE.2024.43.7. — EDN: KMIPKR. [in Russian]

12. Rtishcheva N.E. Elektricheskyy traktor: osobennosti konstruksii i perspektivy razvitiya [Electric tractor: design features and development prospects] / N.E. Rtishcheva, N.N. Pulyaev, A.S. Guzalov // Journal of Agriculture and Environment. — 2022. — No. 8(28). — DOI: 10.23649/jae.2022.28.8.015. — EDN: WLGPRU. [in Russian]