

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ТРАКТОРА НА СМЕСЕВОМ МИНЕРАЛЬНО-РЫЖИКОВОМ ТОПЛИВЕ

**Хохлов А.А., доктор технических наук, доцент,
тел. 89997693210, khokhlov.73@mail.ru**

**Хохлов А.Л., доктор технических наук, профессор,
тел. 89278280897, chochlov.73@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

Ключевые слова: дизельное топливо, рыжиковое масло, смесевое биотопливо, транспортный агрегат, время разгона, путь разгона, часовой расход топлива, дымность отработавших газов, оксид углерода, трактор

В статье представлены результаты эксплуатационных исследований трактора в составе транспортного агрегата (с прицепом 2ПТС-5) при работе на минеральном дизельном топливе и смесевых композициях с добавлением рыжикового масла (25%, 50%, 75% и 90%). Целью работы являлась оценка влияния процентного содержания растительного компонента на мощностные, топливно-экономические и экологические показатели дизеля. Установлено, что увеличение доли рыжикового масла в топливной смеси приводит к ухудшению динамики разгона (увеличению времени и пути разгона) и росту часового расхода топлива. Выявлено, что оптимальным составом по комплексу показателей (минимальная дымность и содержание СО) является смесь 50 % рыжикового масла и 50 % дизельного топлива. Полученные данные подтверждают возможность использования биокомпонентов в топливных системах дизелей, но требуют учета изменения эксплуатационных характеристик при увеличении нагрузки.

Введение. В современных условиях развития агропромышленного

комплекса актуальной задачей является поиск альтернативных источников моторного топлива, позволяющих снизить зависимость от

нефтепродуктов и уменьшить техногенную нагрузку на окружающую среду. Одним из перспективных направлений является использование возобновляемых биокomпонентов, в частности, рыжикового масла, в смеси с минеральным дизельным топливом [1,2]. Однако применение таких смесей требует комплексной оценки их влияния на эксплуатационные характеристики дизельных двигателей, особенно при работе сельскохозяйственной техники в составе транспортных агрегатов в условиях переменных нагрузок [3-6].

В связи с этим целью данных исследований являлось определение мощностных, топливно-экономических и экологических показателей дизеля при работе на минерально-рыжиковом топливе с различным процентным содержанием компонентов в процессе выполнения транспортных работ в осенне-зимний период.

Материалы и методы исследований. Эксплуатационные исследования трактора в составе транспортного агрегата проводились в условиях крестьянско-фермерского хозяйства «Возрождение» Ульяновской области [7]. В исследованиях участвовало два трактора марки МТЗ-82: один контрольный, работавший на товарном минеральном дизельном топливе (100% ДТ), и другой экспериментальный, работавший на смесевом минерально-рыжиковом топливе различного процентного соотношения компонентов: 25% рыжикового масла и 75% дизельного топлива, 50% на 50%, 75% на 25%, а также 90% рыжикового масла и 10% дизельного топлива. Тракторы комплектовались серийным прицепом 2ПТС-5. Опыты проводились на свежевспаханном поле при влажности почвы 22–24%, длина гона составляла 100 метров. Осуществлялся разгон трактора с прицепом до установившегося движения на VI передаче со скоростью 12 км/ч. Полная масса прицепа задавалась на трёх уровнях — 3200, 3500 и 5000 кг, что соответствует загрузке сеном, картофелем и зерном с учётом реального заполнения объёма. При проведении экспериментальных исследований замерялись следующие параметры: пройденный путь, время разгона до достижения транспортной скорости и расход минерально-рыжикового топлива каждого смесового состава. Для измерения использовалась аппаратура, смонтированная непосредственно на тракторе. Дымность отработавших газов определялась дымомером «ИНФРАКАР Д», который включал

оптический блок, зонд для вертикальной выпускной системы и пульт управления; питание прибора осуществлялось от бортовой сети трактора.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенные исследования трактора в составе транспортного агрегата с прицепом 2ПТС-5, работающего на минеральном ДТ и смесевом минерально-рыжиковом топливе с различным содержанием компонентов (25 %RM и 75 %ДТ, 50 %RM и 50 %ДТ, 75 %RM и 25 %ДТ, 90 %RM и 10 %ДТ) показали следующие результаты (рис. 1):

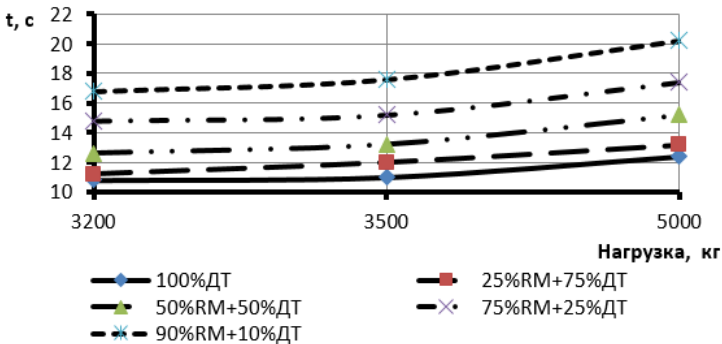


Рисунок 1 - Зависимость времени разгона от загрузки прицепа транспортного агрегата при различном составе минерально-рыжикового смесового топлива

- с увеличением содержания рыжикового масла в смесевом топливе время разгона транспортного агрегата до транспортной скорости 12 км/ч при загрузке прицепа 3200 кг увеличивается с 10,8 с при 100 % дизельном топливе до 16,8 с при содержании в топливе 90 % рыжикового масла;

- увеличение загрузки прицепа приводит к увеличению времени разгона транспортного агрегата до транспортной скорости одновременно с увеличением процентного содержания рыжикового масла в смесевом топливе. При загрузке прицепа 3500 кг время разгона увеличилось с 11 с при работе на дизельном топливе до 17,6 с. на топливе с содержанием рыжикового масла 90 %. При загрузке прицепа 5000 кг увеличение времени разгона до транспортной скорости составило соответственно: при составе 25 %RM и 75 %ДТ – 13,2 с,

50 %RM и 50 %ДТ – 15,2 с, 75 %RM и 25 %ДТ – 17,4 с, 90 %RM и 10 %ДТ – 20,2 с.

При этом получены следующие результаты изменения пути разгона (рис. 2):

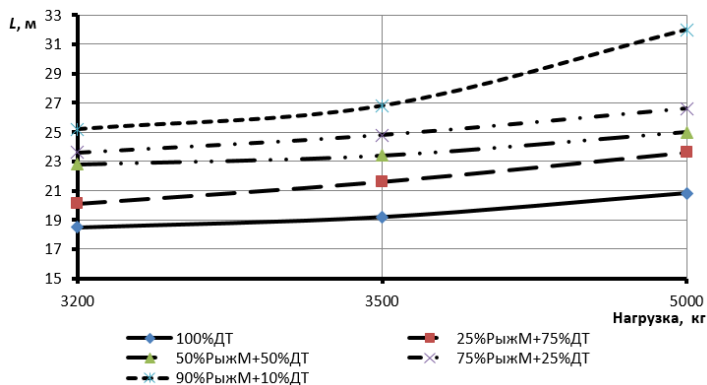


Рисунок 2 - Зависимость пути разгона от загрузки прицепа транспортного агрегата при различном составе минерально-рыжикового смесового топлива

- с увеличением содержания рыжикового масла в смесовом топливе путь разгона транспортного агрегата до транспортной скорости 12 км/ч при загрузке прицепа 3200 кг увеличивается с 18,5 м при 100 % дизельном топливе до 25,2 м при содержании в топливе 90 % рыжикового масла;

- увеличение загрузки прицепа приводит к увеличению пути разгона транспортного агрегата до транспортной скорости одновременно с увеличением процентного содержания рыжикового масла в смесовом топливе. При загрузке прицепа 3500 кг путь разгона увеличивается с 19,2 м при работе на дизельном топливе до 26,8 м. на топливе с содержанием рыжикового масла 90 %. При загрузке прицепа 5000 кг увеличение пути разгона до транспортной скорости составило соответственно: при составе 25 %RM и 75 %ДТ – 23,6 м, 50 %RM и 50 %ДТ – 25,0 м, 75 %RM и 25 %ДТ – 26,6 м, 90 %RM и 10 %ДТ – 32,0 м.

Результаты исследований часового расхода топлива при выполнении транспортной работы в условиях перевозки различных грузов показали следующее (рис. 3):

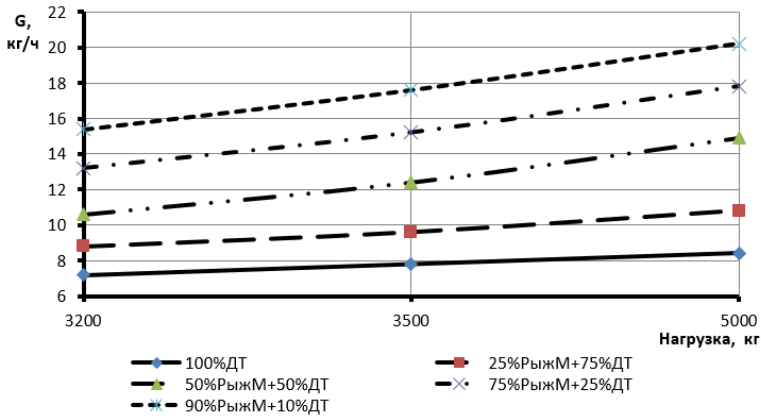


Рисунок 3 - Зависимость часового расхода от различной загрузки прицепа транспортного агрегата при различном составе минерально-рыжикового смесового топлива

- с увеличением содержания рыжикового масла в смесовом топливе часовой расход топлива транспортного агрегата при загрузке прицепа 3200 кг увеличивается с 7,2 кг/ч при 100 % дизельном топливе до 15,4 кг/ч при содержании в топливе 90 % рыжикового масла;

- увеличение загрузки прицепа приводит к увеличению расхода топлива транспортного агрегата одновременно с увеличением процентного содержания рыжикового масла в смесовом топливе. При загрузке прицепа 3500 кг расход топлива увеличился с 7,8 кг/ч при работе на дизельном топливе до 17,6 кг/ч на топливе с содержанием рыжикового масла 90 %. При загрузке прицепа 5000 кг увеличение расхода топлива составило соответственно: при составе 25 %RM и 75 %ДТ – 10,8 кг/ч, 50 %RM и 50 %ДТ – 14,9 кг/ч, 75 %RM и 25 %ДТ – 17,8 кг/ч, 90 %RM и 10 %ДТ – 20,2 кг/ч.

Проведенные исследования по экологическим показателям дизеля МТА работающего на минеральном ДТ и смесовом минерально-рыжиковом топливе с различным содержанием компонентов (25 %RM

и 75 %ДТ, 50 %RM и 50 %ДТ, 75 %RM и 25 %ДТ, 90 %RM и 10 %ДТ) показали следующие результаты (рис. 4, 5):

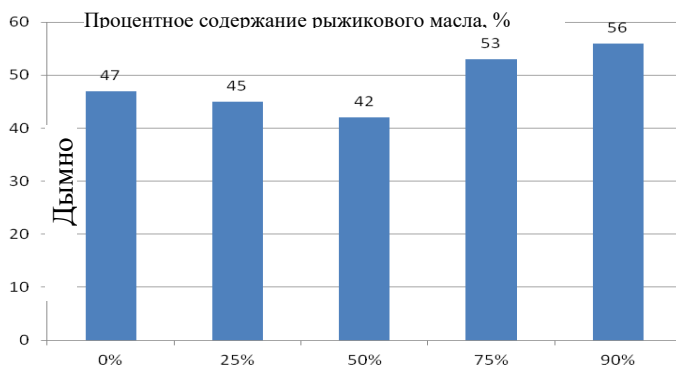


Рисунок 4 - Зависимость дымности отработавших газов дизеля МТА от процентного содержания рыжикового масла в смесевом топливе

- минимальной дымности отработавших газов (42 %) при работе трактора на дизельном смесевом топливе содержания 50 % RM+50 % ДТ (рис. 4) и максимальной (56 %) - при работе трактора на топливе состава 90 % RM+10 % ДТ, это объясняется падением мощности дизеля при неизменной нагрузке;

- минимальное содержание CO (до 0,21 %) обеспечивается использованием топлива состава 50 % RM+50 % ДТ (рис. 5), и максимальное содержание CO в отработавших газах (до 0,31 %) - при работе трактора на топливе состава 90 % RM+10 % ДТ, это объясняется падением мощности дизеля при неизменной нагрузке.

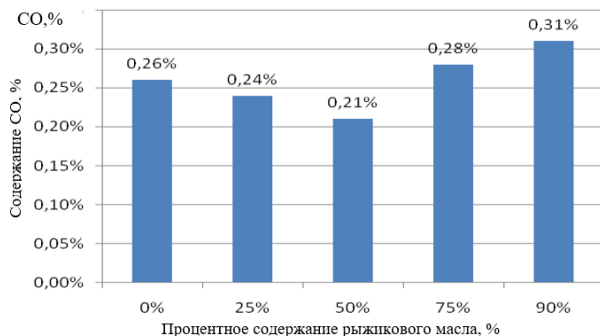


Рисунок 5 - Зависимость содержания оксида углерода CO в отработавших газах дизеля МТА от процентного содержания рыжикового масла в смесевом топливе

Закключение. Проведенные исследования показали, что увеличение доли рыжикового масла в смесевом топливе приводит к ухудшению динамических и экономических показателей транспортного агрегата. При максимальной загрузке прицепа 5000 кг время разгона на топливе с 90 % рыжикового масла увеличилось на 62,3%, а путь разгона — на 53,8 % по сравнению с работой на чистом дизельном топливе, что сопровождается ростом часового расхода топлива. Наилучшие экологические показатели (минимальная дымность 42 % и содержание CO 0,21 %) достигнуты при использовании смеси с равным содержанием компонентов (50 % рыжикового масла и 50 % дизельного топлива). Увеличение содержания биокон компонента свыше 50 % приводит к ухудшению полноты сгорания и росту токсичности отработавших газов, что рекомендует ограничивать данную концентрацию при эксплуатации дизелей в транспортных агрегатах без корректировки конструкции топливной аппаратуры.

Библиографический список:

1. Уханов, А. П. Рыжиковое масло – эффективная биодобавка к нефтяному дизельному топливу / А. П. Уханов, А. А. Хохлов. – Пенза : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», 2026. – 261 с. – ISBN 978-5-00196-414-8. – EDN NQPPTY.

2. Перспективы применения рыжикового масла в составе бионефтяного топлива / А. А. Хохлов, А. Л. Хохлов, А. А. Цыбин, М. А. Хабаров // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : Сборник статей VII Международной научно-практической конференции, Пенза, 25–26 ноября 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 159-164. – EDN PYRDMM.

3. Уханов, А. П. бинарная система питания дизелей транспортных средств / А. П. Уханов, Е. А. Сидоров, А. А. Хохлов // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : Сборник статей VII Международной научно-практической конференции, Пенза, 25–26 ноября 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 132-137. – EDN GMESOL.

4. Хохлов, А. А. Оценка низкотемпературных характеристик дизельного смесового топлива / А. А. Хохлов, А. Л. Хохлов, А. А. Цыбин // Профессиональное обучение: теория и практика : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной актуальным вопросам профессионального образования в современных условиях, Ульяновск, 07 октября 2025 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, 2025. – С. 599-605. – EDN YCKLEZ.

5. Хохлов, А. А. Определение кинематической вязкости и плотности дизельного смесового топлива / А. А. Хохлов, А. Л. Хохлов, А. А. Цыбин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 4(72). – С. 229-234. – DOI 10.18286/1816-4501-2025-4-229-234. – EDN WQFNJK.

6. Двухтопливная система питания дизеля с программируемым электронным блоком управления электродозаторами смесителя / А. Л. Хохлов, А. А. Хохлов, Д. М. Марьин, А. Ю. Корнев // Наука в центральной России. – 2025. – № 6(78). – С. 27-36. – DOI 10.35887/2305-2538-2025-6-27-36. – EDN PZCJKE.

7. Результаты эксплуатационных исследований сельскохозяйственного трактора в составе МТА при работе на бионефтяном топливе / А. А. Хохлов, А. Л. Хохлов, Д. С. Петряков, М. С. Петряков // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной

техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : Сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Пенза, 09–10 декабря 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 113-117. – EDN RKDNGO.

STUDY OF TRACTOR OPERATION ON MIXED MINERAL-RADIFLIMATE FUEL IN THE AUTUMN-WINTER PERIOD

Khokhlov A.A., Khokhlov A.L.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU

Keywords: *diesel fuel, camelina oil, mixed biofuel, transport unit, acceleration time, acceleration distance, hourly fuel consumption, exhaust smoke, carbon monoxide (CO), tractor*

This article presents the results of operational studies of a tractor as part of a transport unit (with a 2PTS-5 trailer) operating on mineral diesel fuel and blended compositions with the addition of camelina oil (25%, 50%, 75%, and 90%). The aim of the study was to evaluate the effect of the percentage of the vegetable component on the power, fuel economy, and environmental performance of a diesel engine during the autumn-winter period. It was found that an increase in the proportion of camelina oil in the fuel mixture leads to deterioration in acceleration dynamics (an increase in the acceleration time and distance) and an increase in hourly fuel consumption. It was revealed that the optimal composition for a set of indicators (minimum smoke and CO content) is a mixture of 50% camelina oil and 50% diesel fuel. The obtained data confirm the possibility of using biocomponents in diesel fuel systems, but require consideration of changes in performance characteristics with increasing load.