

УДК 621.436

НАГРУЗОЧНЫЕ РЕЖИМЫ ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ НА СПИРТОВОМ ТОПЛИВЕ

Лопатин О. П., доктор технических наук, профессор

E-mail: nirs_vsaa@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Вятский государственный агротехнологический университет»,
г. Киров, Россия

Аннотация. В работе представлены исследования нагрузочных режимов мощностных и экономических показателей тракторных дизелей, работающих на различных спиртовых топливах. На основании проведенных лабораторно-стендовых исследований рабочих процессов тракторных дизелей установлена возможность улучшения их эффективных показателей, экономии нефтяного дизельного топлива путем применения таких альтернативных спиртовых топлив, как метанолю-топливная эмульсия (МТЭ), этанолю-топливная эмульсия (ЭТЭ), метанол и метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ).

Ключевые слова: тракторный дизель, метанол, этанол, эмульсия, метиловый эфир, рапсовое масло, мощность, экономичность

THE LOADING MODES OF ALCOHOL-FUELED TRACTOR DIESELS

Lopatin O. P., doctor of technical sciences, professor

E-mail: nirs_vsaa@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Vyatka State Agrotechnological University», Kirov, Russia

Annotation. The paper presents the studies of the loading modes of power and economic indicators of tractor diesels running on various alcohol fuels. Based on the laboratory bench studies of the working processes of tractor diesels, the authors have established the possibility of improving their effective performance, saving petroleum diesel fuel by using alternative alcohol fuels such as methanol-fuel emulsion, ethanol-fuel emulsion, methanol and rapeseed oil methyl ether.

Keywords: tractor diesel, methanol, ethanol, emulsion, methyl ether, rapeseed oil, power, efficiency

Обеспеченность энергоресурсами является обязательным условием развития экономики любой страны. Но в результате постоянно растущих потребностей мировой и национальных экономик в энергии, ограниченности



запасов ископаемых видов топлива наблюдается стабильный рост в динамике производства и потребления углеводородного сырья, в частности нефти и газа. Все это является первопричиной увеличения стоимости нефтепродуктов и, как следствие, накладывает определенные ограничения на развитие экономик отдельных стран и мировой экономики в целом. Данное обстоятельство, с учетом того, что 80 % механической энергии, которую использует в своей деятельности человек, вырабатывается двигателями внутреннего сгорания, заставляет уже сегодня серьезно задуматься об альтернативных источниках энергии не нефтяного происхождения [1-3].

Цивилизованный мир давно пришел к пониманию широкой интеграции в области развития новых источников энергии, что связано с истощением углеводородных энергоресурсов, глобальным изменением климата и экологическим ущербом, нанесенным их использованием. В условиях нарастающего дефицита энергоносителей и существенного увеличения стоимости всех видов энергии исключительно актуальными во всем мире становятся мероприятия по экономии энергоресурсов, внедрению новейших технологий для топливо- и энергосбережения и рационального использования топлива [4-6].

Кроме того, постоянное ужесточение норм на содержание токсичных веществ в отработавших газах (ОГ) и повышение требований по улучшению топливной экономичности стимулируют исследования по созданию принципиально новых двигателей, отвечающих самым жестким мировым стандартам с одновременным улучшением качества моторного топлива. Опыт показывает, что разработка принципиально нового экологически чистого и одновременно высокоэкономичного двигателя связана с глубокими и длительными исследованиями, поэтому ведется частичная реализация новых решений на серийных образцах, но в рамках единой экологической программы



двигателей внутреннего сгорания [7-9].

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что развитие перехода на новые виды топлива будет проходить три основных этапа. На первом этапе будет использоваться стандартное нефтяное топливо, спирты, добавки водорода и водородсодержащих топлив, газовое топливо и различные их сочетания, что позволит решить проблему частичной экономии нефтяного топлива. Вторым этапом будет базироваться на производстве синтетических жидких топлив (СЖТ), подобных нефтяным, производимых из угля, горючих сланцев и т. д. На заключительном третьем этапе будет характерен переход к новым видам энергоносителей (работа двигателей на водороде, использование атомной энергии) [10-12].

Перевод двигателей внутреннего сгорания на водород и водородсодержащее топливо, СЖТ и тем более на новые виды энергоносителей представляет собой сложный социально-экономический процесс, для осуществления которого потребуется крупная перестройка ряда отраслей промышленности. Поэтому на первом этапе наиболее приемлемым вариантом является работа дизелей на спиртосодержащих топливах, для производства которых в промышленных масштабах имеются достаточные сырьевые ресурсы [13, 14].

Существующее на сегодняшний день научно-техническое и технологическое состояние отечественного двигателестроения по экологическим и топливно-экономическим показателям в условиях рыночных отношений по ограничению вредного воздействия компонентов продуктов сгорания дизелей на окружающую среду заставляет моторостроительные заводы коренным образом перестраивать свою техническую политику с учетом необходимости обязательной сертификации своей продукции, в первую очередь в отношении нормативных требований по экологическим показателям.



Поэтому использование в агропромышленном комплексе альтернативных спиртовых топлив может обеспечить решение данных проблем, а именно позволит заместить нефтяные топлива, значительно расширить сырьевую базу для получения моторных топлив, облегчит решение вопросов модернизации топливных систем тракторов и стационарных установок. А возможность получения топлив с требуемыми физико-химическими свойствами позволит целенаправленно совершенствовать рабочие процессы тракторных дизелей и таким образом улучшить показатели топливной экономичности и токсичности ОГ [15-17].

Целью работы является исследование эффективных показателей тракторных дизелей, работающих на различных спиртовых альтернативных топливах, установление зависимостей влияния их нагрузочных режимов работы на мощностные и экономические характеристики и определение их числовых значений.

Для выполнения поставленной цели в Вятском государственном агротехнологическом университете на базе кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов проведены исследования мощностных и экономических показателей тракторных дизелей Д-240 (4Ч 11,0/12,5) для работы на спирто-топливных эмульсиях (спирт 25 %, сукцинимид С-5А 0,5 %, вода 7 %, дизельное топливо 67,5 %); Д-21А1 (2Ч 10,5/12,0) для работы на метаноле (88 %) и МЭРМ (12 %) [18-20].

На рисунках 1 и 2 представлены нагрузочные характеристики эффективных показателей тракторного дизеля, работающего на спирто-топливных эмульсиях.



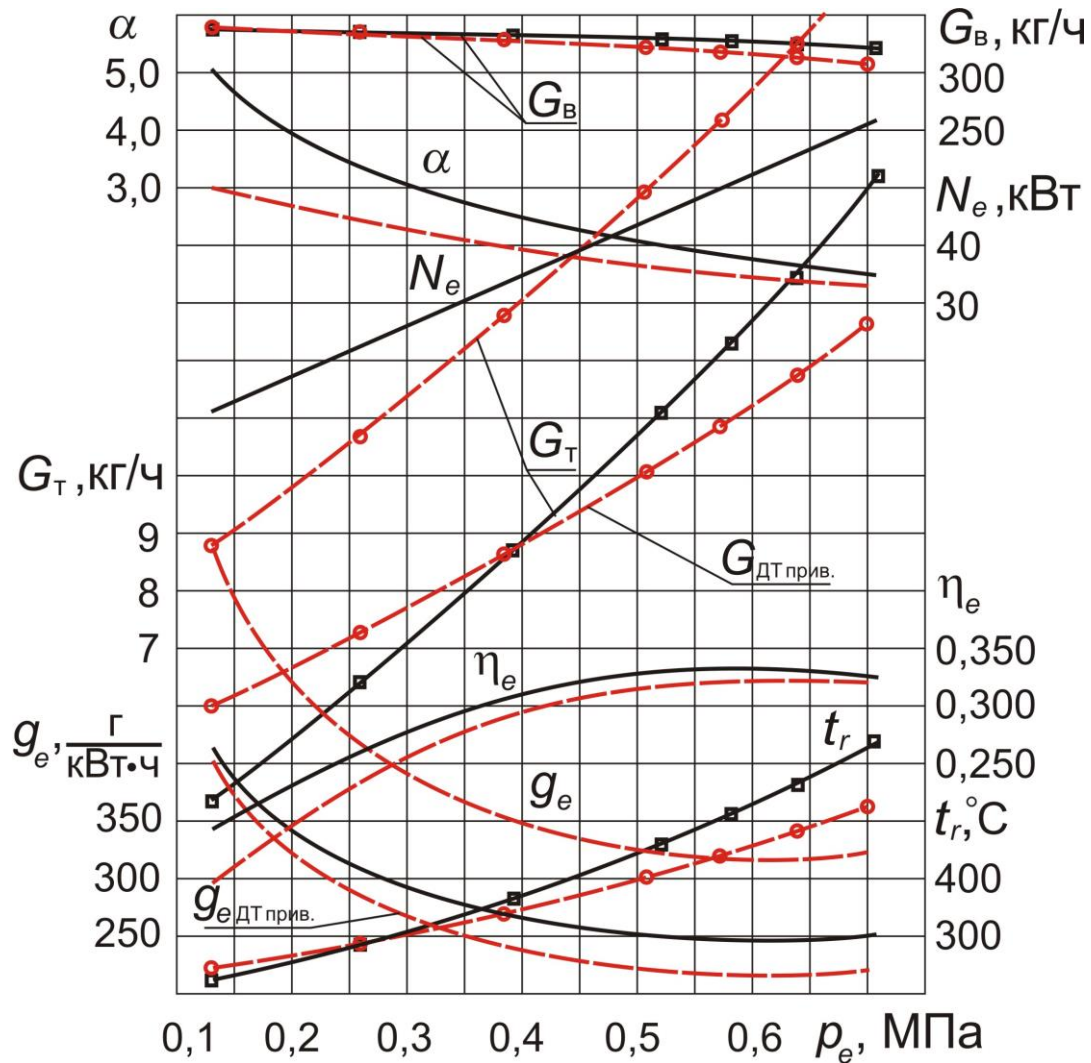


Рисунок 1 – Нагрузочные характеристики мощностных и экономических показателей работы тракторного дизеля 4С 11,0/12,5:

— дизельное топливо; - - - - МТЭ

Анализируя эффективные параметры работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях, следует отметить, что происходит сохранение мощностных показателей и соответствие их значениям дизельного процесса, при этом увеличивается часовой расход топлива G_T и удельный эффективный расход топлива g_e . Так, например, при переходе с дизельного процесса на МТЭ при минимальной нагрузке ($p_e = 0,13$ МПа) G_T повышается в 2,0 раза, а при нагрузке, равной 0,70 МПа, – на 21,2 % (рисунок 1).



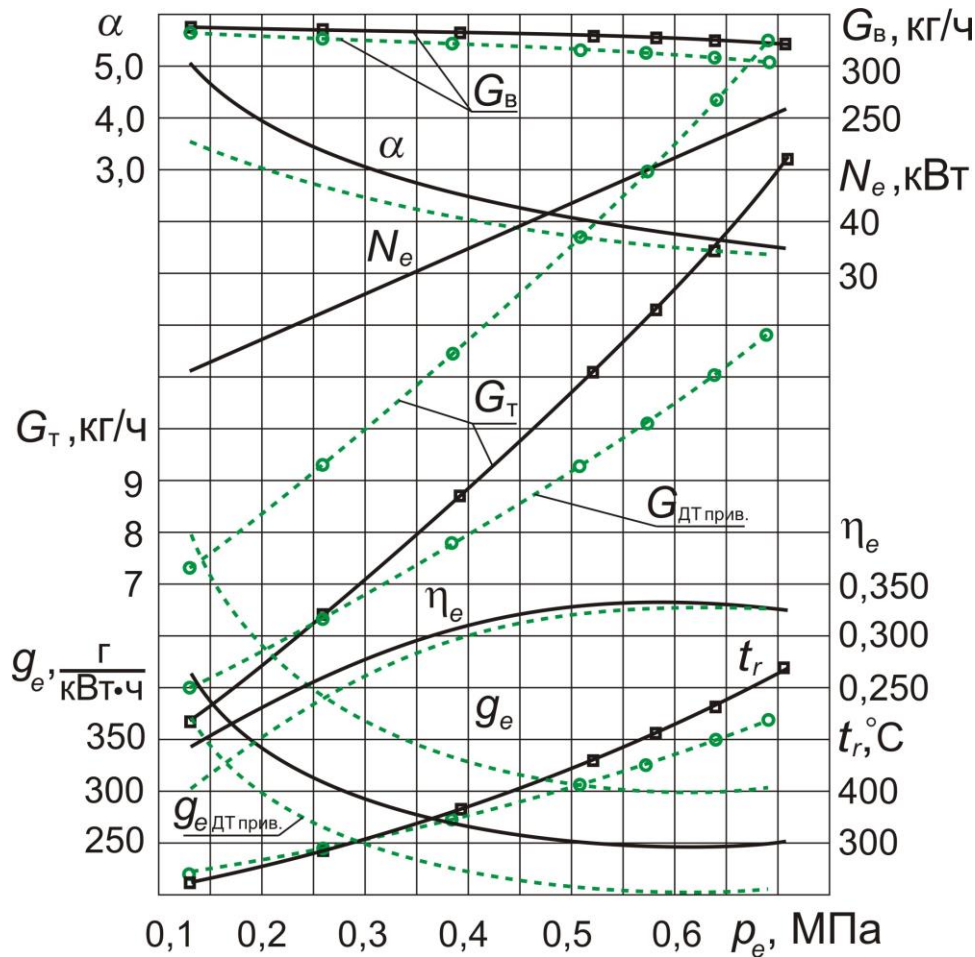


Рисунок 2 – Нагрузочные характеристики мощностных и экономических показателей работы тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5:

— — дизельное топливо; - - - - ЭТЭ

Величина часового расхода дизельного топлива в составе спирто-топливной эмульсии $G_{DTприв.}$ при малых нагрузках растет по отношению к дизельному процессу, а при средних и максимальных снижается. Величина же удельного эффективного расхода топлива в составе спирто-топливной эмульсии $g_{e DTприв.}$ ниже дизельного процесса во всем диапазоне исследования нагрузки. Применение спирто-топливных эмульсий приводит к снижению часового расхода воздуха G_B , коэффициента избытка воздуха α , эффективного коэффициента полезного действия η_e и температуры ОГ t_r [8, 9].



На рисунке 3 представлены нагрузочные характеристики эффективных показателей тракторного дизеля, работающего на метаноле и МЭРМ.

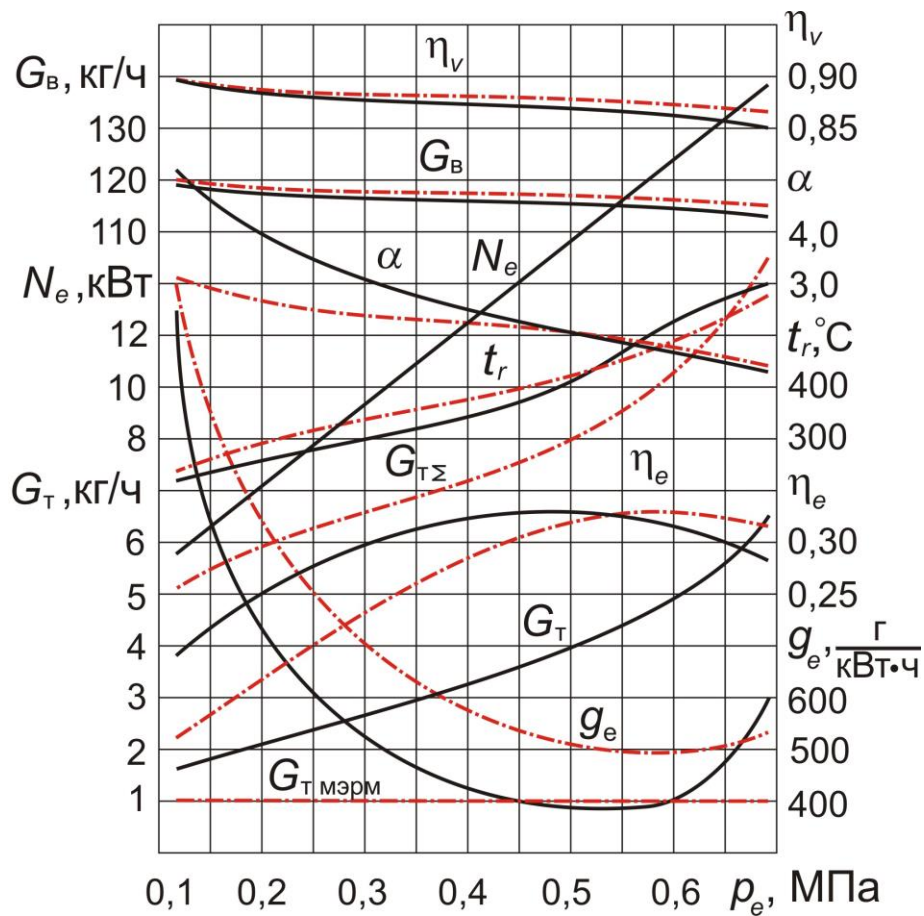


Рисунок 3 – Нагрузочные характеристики мощностных и экономических показателей работы тракторного дизеля 2Ч 10,5/12,0:

— дизельное топливо; - - - метанол и МЭРМ

Рассматривая значения мощностных и экономических показателей тракторного дизеля (рисунок 3), необходимо выделить увеличение суммарного расхода метанола и метилового эфира в сравнении с расходом дизельного топлива на всём диапазоне изменения нагрузки. При этом на нагрузке, соответствующей минимальному среднему эффективному давлению ($p_e = 0,12$ МПа), суммарный расход составляет 5,1 кг/ч, а расход дизельного



топлива – 1,6 кг/ч. При увеличении нагрузки до номинальной ($p_e = 0,59$ МПа) суммарный расход метилового спирта и МЭРМ также выше и составляет 9,1 кг/ч, а на дизельном процессе при той же нагрузке равен 4,9 кг/ч. Необходимо отметить, что наблюдаемое увеличение суммарного расхода при работе на указанных альтернативных топливах обусловлено меньшей низшей теплотой сгорания метилового спирта и МЭРМ по сравнению с дизельным топливом [10].

Суммарный удельный эффективный расход топлива g_e при работе двигателя на метаноле и МЭРМ также выше, чем расход дизельного топлива. Так, при работе на метаноле и МЭРМ при $p_e = 0,12$ и $0,59$ МПа g_e равняется 1409 и 490 г/(кВт·ч) соответственно, а на дизельном процессе при этих же значениях нагрузки величина g_e составляет 447 и 263 г/(кВт·ч) [10].

Так же можно заметить отличия при работе на метаноле и МЭРМ по отношению к дизельному процессу, характеризующиеся смещением максимума эффективного КПД η_e вправо в сторону высоких нагрузок, ростом температуры ОГ на малых нагрузках и снижением на максимальных, увеличением часового расхода топлива G_B и коэффициента наполнения η_v , снижением коэффициента избытка воздуха на малых и средних нагрузках и небольшой рост на максимальных.

Выводы. По результатам проведенных лабораторно-стендовых исследований нагрузочных рабочих процессов тракторных дизелей, работающих на газомоторном топливе, спирто-топливных эмульсиях, метаноле и МЭРМ, получены важные сведения о часовом и удельном расходах топлива, расходе воздуха, коэффициентах наполнения и избытка воздуха, эффективного КПД и мощности, температуры ОГ. При этом установлены зависимости влияния режимов работы тракторных дизелей на характеристики мощностных и экономических показателей и определены их числовые значения.



СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Impact of methanol alternative fuel on oxidation reactivity of soot emissions from a modern ci engine / J. Wei, L. Qiu, Y. Qian, C. Wang, Q. Teng, C. Fan, M. Pan // Fuel. 2020. V. 268. P. 117352.
2. Effects of diethyl ether introduction in emissions and performance of a diesel engine fueled with biodiesel-ethanol blends / M. Carvalho, F. Torres, V. Ferreira, J. Silva, J. Martins, E. Torres // Energies. 2020. V. 13, № 15. P. 3787.
3. Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1715-р : утверждено 13.11.2009 г.
4. Effects of biodiesel addition on the physical properties and reactivity of the exhaust soot particles from diesel engine / X. Zhang, G. Lyu, C. Song, Y. Qiao // Energies. 2020. V. 13, № 6. P. 4206.
5. Performance and emission characteristics of diesel engine fueled with ternary blends of linseed and rubber seed oil biodiesel / S. Kanthasamy, V. Ramalingam, V. J. P. Manoj, K. Alagar, P. Madhu // Fuel. 2021. V. 285. P. 119255.
6. Experimental and empirical analysis of a diesel engine fuelled with ternary blends of diesel, waste cooking sunflower oil biodiesel and diethyl ether / B. Devaraj Naik, U. Meivelu, V. Sivasankaralingam, V. Thangarasu, S. Annamalai // Fuel. 2022. V. 320. P. 123961.
7. Özer S. Effects of alternative fuel use in a vehicle with TSI (Turbocharged direct-injection spark-ignition) engine technology // International Journal of Green Energy. 2021. P. 1904406.
8. Biomass-derived 2,5-dimethylfuran as a promising alternative fuel: An application review on the compression and spark ignition engine / X. P. Nguyen, V. V. Pham, A. T. Hoang, A. I. Ölçer, D. Angel, S. K. Nayak // Fuel Processing Technology. 2021. V. 214. P. 106687.



9. Yadav P., Kumar N., Gautam R. Improvement in performance of ci engine using various techniques with alternative fuel // Energy Sources. Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. 2021. P. 1864517.
10. Venue H., Appavu Pillai. Al₂O₃ nanoadditives blended polanga biodiesel as a potential alternative fuel for existing unmodified di diesel engine // Fuel. 2020. V. 279. P. 118518.
11. Paparao J., Murugan S. Dual-fuel diesel engine run with injected pilot biodiesel-diesel fuel blend with inducted oxy-hydrogen (HHO) gas // International Journal of Hydrogen Energy. 2022. V. 47, № 40. P. 17788-17807.
12. Comparative assessment of performance, combustion, and emission of compression ignition engine fuelled with different generations of biodiesel / V. S. Kumbhar, A. Pandey, A. Varghese, V. Patil // International Journal of Sustainable Engineering. 2021. V. 14, № 6. P. 2082-2096.
13. Lopatin O.P. The effect of operational modes of diesel engines to emissions of nitrogen oxides // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862. 2020. 062087.
14. Emission and performance evaluation of a diesel engine using addition of ethanol to diesel/biodiesel fuel blend / E. S. C. Freitas, L. L. N. Guarieiro, K. K. S. Amparo, B. A. S. Machado, E. T. A. Guerreiro, M. V. I. da Silva, J. F. C. de Jesus, E. A. Torres // Energies. 2022. V. 15, № 9. P. 15092988.
15. Effect of hydrogen on compression-ignition (CI) engine fueled with vegetable oil/biodiesel from various feedstocks: a review / S. Thiyagarajan, E. Varuvel, V. Karthickeyan, A. Sonthalia, G. Kumar, C. G. Saravanan, B. Dhinesh, A. Pugazhendhi // International Journal of Hydrogen Energy. 2022. P. 147.
16. Lopatin O. P. Chemistry of the process of formation of nitrogen oxides in the combustion chamber of gas-diesel // Journal of Physics : Conf. Series 1515. 2020. 052004.



17. Singh R., Kumar R. Insights into the influence of n-butanol with neat biodiesel and biodiesel-diesel blends on diesel engine characteristics: review // International Journal of Energy Research. 2021. P. 7550.
18. Лиханов В.А., Лопатин О.П. Исследование дизеля на спиртовом и газомоторном топливах : монография / под общ. ред. В. А. Лиханова. Киров : Вятский ГАТУ, 2021. 175 с.
19. Лиханов В. А., Лопатин О. П. Сгорание, тепловыделение и образование оксидов азота в дизеле, работающем на альтернативных топливах : монография / под общ. ред. В. А. Лиханова. Киров : Вятский ГАТУ, 2021. 173 с.
20. Лиханов В. А., Лопатин О. П. Теория образования оксидов азота в дизеле, работающем на альтернативных топливах : монография / под общ. ред. В. А. Лиханова. Киров : Вятская ГСХА, 2020. 162 с.

