

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Ал-Жавхар Али Еззат Махди на тему «Определение технического состояния дизелей Д-240 по результатам анализа состава отработавших газов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса»

1 Актуальность темы

Условия современной изменчивой экономики требуют от всех участников рынка способности быстро адаптироваться к внешним и внутренним факторам. В сельском хозяйстве одним из таких факторов является состояние машинно-тракторного парка, напрямую влияющее на общую производительность предприятия. Непрерывный мониторинг технического состояния тракторов и комбайнов нацелен главным образом на показатели работы двигателя как наиболее сложной системы.

Развитие приборостроения позволяет задействовать новые методы технического диагностирования, пусть даже и основанные на давно известных измерительных комплексах. В рассматриваемой диссертации используется анализ отработавших газов дизельного двигателя как источник диагностической информации. Необходимо понимать: несмотря на большое количество исследований в данной области, целенаправленный анализ состава отработавших газов как диагностического показателя, фактически, впервые задействован именно автором диссертации.

Тем не менее, практика эксплуатации как бензиновых, так и дизельных ДВС показывает, что состав отработавших газов меняется как в зависимости от общей наработки двигателя, так и от наличия конкретных неисправностей. При этом для дизелей теоретический и практический задел в данной области значительно меньше и затрагивает главным образом текущие параметры работы двигателя, а не его техническое состояние.

Рассматриваемая диссертация заполняет ряд пробелов в рамках поставленной проблематики, поэтому является актуальной.

2 Структура, содержание и оформление диссертации

Диссертация изложена на 152 страницах машинописного текста, содержит 76 иллюстраций, 13 таблиц, библиографию из 108 наименований.

Работа включает в себя введение, пять глав, заключение, два приложения. Оформление выполнено в соответствии с требованиями, предъявляемыми ВАК РФ к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, приведённым в Постановлении Правительства РФ от 24.09.2013 № 842.

Автореферат представлен на 19 страницах, выполнен в соответствии с предъявляемыми требованиями и в необходимой мере раскрывает содержание диссертации.

3 Научная новизна

Прежде всего, автором доказано, что для повторяемости результатов снятие показателей отработавших газов должно проводиться на установившихся режимах холостого хода.

Автор диссертации разработал и опробовал метод оценки состояния дизельного двигателя по составу отработавших газов на различных режимах холостого хода с применением дросселирования и без него. Экспериментально показано, что неисправность форсунки и в целом степень изношенности двигателя могут быть определены при помощи данного метода. Высока вероятность того, что подобное диагностирование способно выявлять и другие неисправности.

Также в работе представлен алгоритм машинного анализа результатов диагностирования.

4 Практическая ценность работы

В диссертации представлен новый метод оперативной дифференцированной оценки технического состояния дизельного двигателя,

относящийся к т.н. индикаторным методам — не требующим демонтажа узлов двигателя.

Разработанные методология и рабочее место позволяют повысить качество диагностирования, обеспечив тем самым более полный мониторинг состояния техники, что в рамках современных стратегий технического сервиса является крайне важной деталью.

5 Достоверность результатов

Достоверность результатов работы подтверждается хорошей повторяемостью показателей в ходе экспериментов и результатами компьютерной обработки получаемых данных при помощи в том числе авторских программ. Помимо того, само по себе значительное изменение показателей отработавших газов при введении неисправности и получение исходных показателей при её ликвидации свидетельствуют о работоспособности представленной методологии.

Замечания по работе.

Замечание 1. По методике эксперимента и обоснованию выбора диагностических компонентов.

В работе убедительно показана информативность оксидов азота (NO_x) и угарного газа (CO) для диагностирования дизелей. Однако из анализа были исключены компоненты O_2 и CH из-за неисправности датчиков газоанализатора. При этом не приведено доказательств, что эти компоненты в принципе не несут диагностической информации применительно к дизельным двигателям. Кроме того, экспериментальная часть выполнена на ограниченном числе объектов: два двигателя Д-240 (разной степени износа) и один Д-145Т. Такая выборка не позволяет утверждать, что выявленные закономерности (например, разнонаправленное изменение NO_x и CO при дросселировании для нового и изношенного двигателя) будут воспроизводиться на других типах тракторных дизелей. Требуется пояснить,

как предполагается адаптировать предложенную методику для двигателей иных моделей и почему не проводилась более широкая апробация.

Замечание 2. По математической обработке и фаззификации диагностических показателей.

Для преобразования количественных значений концентраций в вероятностные показатели используется сигмоидная функция с принудительно заданным коэффициентом крутизны «а». В ряде случаев это приводит к низкой точности аппроксимации: например, для зависимости NO_x при неисправности форсунки коэффициент детерминации R^2 составляет всего 0,2957. Это ставит под сомнение достоверность последующего расчёта вероятности неисправности. Кроме того, в работе не обосновано, почему из множества функций, предложенных (в том числе с более высокими R^2), выбрана именно сигмоида, и как низкое качество аппроксимации влияет на итоговый диагноз. Требуется пояснить, каким образом компенсируется указанная погрешность и насколько устойчивы результаты диагностирования при таком разбросе.

Замечание 3. По экономическому обоснованию эффективности технологии.

Расчёт экономического эффекта опирается на ряд слабо обоснованных допущений: рост расхода топлива на 2,5 % к каждому текущему ремонту, стоимость двигателей-аналогов, инфляция 5 % в год, доля заработной платы диагноста и т. д. При этом не учтены затраты на приобретение, поверку и обслуживание газоанализатора, обучение персонала, а также возможные потери от ошибочных диагнозов. Срок окупаемости, равный одному году, достигается лишь при парке 33–34 трактора, однако в выводах рекомендуется внедрение для предприятий с парком «30 и более». Это требует уточнения. Кроме того, экономия топлива в значительной степени достигается за счёт настройки форсунок на ТО-2 и ТО-3, но не показано, как предлагаемая технология влияет на периодичность этих воздействий и не дублирует ли она уже существующие регламентные операции.

Замечание 4. По полноте и корректности обзора научного задела.

В первой главе утверждается, что использование состава отработавших газов как диагностического показателя для дизелей «практически отсутствует» в научной литературе, а единственным близким исследованием названа работа В. Н. Ложкина и А. И. Фомичева. При этом в тексте упоминаются и другие источники, в той или иной степени затрагивающие связь состава отработавших газов с техническим состоянием двигателя (например, работы [84], [76], [67; 68], [106], [107]). Критикуя методику Ложкина и Фомичева (использование эластичной ёмкости и режима свободного ускорения), автор не приводит сопоставления собственных результатов с их данными в количественном виде. Остаётся неясным, насколько предложенный подход точнее и чувствительнее уже известных решений. Требуется уточнить, в чём именно заключается приращение научного знания по сравнению с указанными работами и почему они не были приняты за основу.

Замечание 5. По обоснованию выбора режима диагностирования и влиянию внешних факторов.

В работе делается вывод о том, что единственным рациональным режимом измерения является установившийся режим холостого хода. Однако этот вывод получен преимущественно на основе математического моделирования процесса измерения в эластичной ёмкости, а не на прямых экспериментах с реальными газоанализаторами на переходных режимах. При этом не рассмотрено влияние на состав ОГ таких эксплуатационных факторов, как температура охлаждающей жидкости и моторного масла, температура окружающего воздуха, влажность, атмосферное давление, качество топлива, а также техническое состояние системы выпуска (наличие нейтрализатора, сажевого фильтра, EGR). В реальных условиях ТО эти факторы могут вносить погрешность, сопоставимую с диагностическим сигналом. Требуется пояснить, каким образом предлагается нормировать условия измерения и учитывать эти возмущения при постановке диагноза.

Замечание 6. По конструкции дросселирующего устройства и технологичности предложенной оснастки.

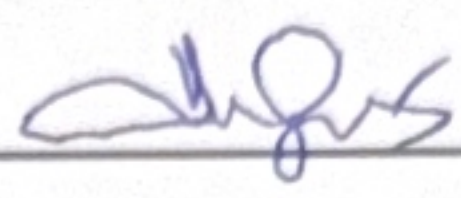
Для дросселирования воздуха на впуске предлагается насадка с постоянным проходным сечением 600 мм^2 , подобранным эмпирически. Однако в работе не обосновано, почему это значение является универсальным для двигателей разной размерности и степени износа, и как оно должно выбираться для других моделей дизелей. Кроме того, в эксперименте отмечалось, что расхождение характеристик при дросселировании для нового и изношенного двигателей, вероятно, вызвано различием в положении заслонки и не плотностями впускного тракта, — то есть сама методика дросселирования не обеспечивает достаточной воспроизводимости. Также в описании мобильного рабочего места диагноста (раздел 5.1.1) и технологии его применения (раздел 5.1.2) приводятся требования к страховочным системам, заземлению, защите от осадков, однако не приведены расчёты прочности конструкции, устойчивости стенда, не указаны нормативные документы, которым он должен соответствовать. Требуется уточнить, каким образом обеспечивается единство условий дросселирования для разных двигателей и насколько предложенная оснастка технологична для серийного изготовления и эксплуатации в условиях рядового сельхозпредприятия.

Общая ценность работы.

Несмотря на перечисленные замечания, представленная работа предлагает научно обоснованное решение практической задачи на базе известных, но ранее не задействованных для диагностирования средств, поэтому её научная и практическая ценность несомненны. Диссертация отвечает требованиям п. 14 Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842) в части кандидатских диссертаций, а её автор, Ал-Жавхар Али Еззат Махди, заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для

агропромышленного комплекса».

Официальный оппонент:

Юденичев Андрей Николаевич 

кандидат технических наук

(4.3.1 – Технологии, машины и оборудование

для агропромышленного комплекса)

старший научный сотрудник 231 научно-
исследовательской лаборатории

ФАУ 25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России

«18» сентября 2026 г.

Подпись Юденичева А.Н. заверяю:

начальник отдела кадров 25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России
 Шкуренко Сергей Викторович

Полное наименование организации: Федеральное автономное
учреждение «25 Государственный научно-исследовательский институт
химмотологии Министерства обороны Российской Федерации»

Адрес: 121467, г. Москва, ул. Молодогвардейская д.10

Тел.: 8(499) 141-97-28

E-mail.ru: 25gosniihim@mil.ru