

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.298.09, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК.

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25.03.2020 № 3

О присуждении Лопатину Олегу Петровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения содержания оксидов азота в дизеле» по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели принята к защите 18.12.2019 г., протокол заседания № 21, диссертационным советом Д 212.298.09, созданным на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования РФ, 454080, г. Челябинск, проспект В.И. Ленина, д. 76, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012г.

Соискатель Лопатин Олег Петрович, 1979 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов» по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели защитил в 2004 году, в диссертационном совете Д 220.060.05, созданном на базе федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, работает доцентом на кафедре тепловых двигателей, автомобилей и тракторов в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования

«Вятская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО Вятская ГСХА) Министерства сельского хозяйства РФ.

Диссертация выполнена на кафедре тепловых двигателей, автомобилей и тракторов ФГБОУ ВО Вятская ГСХА Министерства сельского хозяйства РФ.

Научный консультант - доктор технических наук, профессор Лиханов Виталий Анатольевич, заведующий кафедрой тепловых двигателей, автомобилей и тракторов ФГБОУ ВО Вятская ГСХА.

Официальные оппоненты:

1. Ложкин Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», г. Санкт-Петербург;

2. Салова Тамара Юрьевна - доктор технических наук, профессор, доцент кафедры механики и гидромеханики ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», г. Санкт-Петербург, г. Пушкин;

3. Сайкин Андрей Михайлович - доктор технических наук, старший научный сотрудник, начальник управления специальных программ центра «Спецавтомобили», Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП «НАМИ», г. Москва;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» г. Уфа, в своем положительном отзыве, подписанном Гариповым Маратом Даниловичем, д.т.н., профессором кафедры двигателей внутреннего сгорания указала, что Лопатин Олег Петрович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук. Тема диссертационной работы, сформулированные в ней цель и задачи исследования соответствуют паспорту специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели. Перечисленные в заключении основные результаты соответствуют цели и задачам исследования.

Соискатель имеет 370 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации

опубликовано 150 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 50 работ, в журналах, включенных в международные системы цитирования (Scopus и Web of Sciences) – 11 работ, 5 монографий.

Монографии:

1. Лопатин, О.П. Образование и нейтрализация оксидов азота в цилиндре газодизеля [Текст]: монография / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин. – Киров: Вятская ГСХА, 2004. – 106 с. (6,63 п.л. / 3,31 п.л.).

2. Исследование рабочих процессов в цилиндре газодизеля 4Ч 11,0/12,5 [Текст]: монография / В.А. Лиханов, Р.Р. Деветьяров, О.П. Лопатин, П.Н. Вылегжанин. – Киров: Вятская ГСХА, 2004. – 330 с. (20,63 п.л. / 10,31 п.л.).

3. Лопатин, О.П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизелей путем применения альтернативных видов топлива [Текст]: монография / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин. – Киров: Вятская ГСХА, 2009. – 500 с. (31,25 п.л. / 15,63 п.л.).

4. Лопатин, О.П. Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения оксидов азота в дизеле [Текст]: монография / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин; под общ. ред. акад. РАТ, докт. техн. наук, проф. В.А. Лиханова. – Киров: Вятская ГСХА, 2017. – 408 с. (25,50 п.л. / 12,75 п.л.).

5. Лопатин, О.П. Использование природного газа, спиртов и топлив на их основе в дизельных двигателях [Текст]: монография / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин. – Киров: Вятская ГСХА, 2018. – 395 с. (24,69 п.л. / 12,34 п.л.).

Статьи в изданиях, входящих в международные базы данных Scopus и Web of Science:

6. Lopatin, O.P. Use of Natural Gas, Methanol, and Ethanol Fuel Emulsions as Environmentally Friendly Energy Carriers for Mobile Heat Power Plants [Text] / V.A. Likhanov, O.P. Lopatin // Thermal Engineering. – 2017. – Vol. 64. – №12. – P.935. – 944 (0,63 п.л. / 0,31 п.л.).

7. Lopatin, O.P. The Study of the Process of Combustion of the Alcohol-Fuel Emulsions and Natural Gas in a Diesel Engine [Text] / V.A. Likhanov, O.P. Lopatin // International Journal of Applied Engineering Research. – 2018. – V.13. – №3. – P. 1703-

1709 (0,44 п.л. / 0,22 п.л.).

8. Lopatin, O.P. Study of Loading Regimes of Diesel Engines Operating on Natural Gas [Text] / V.A. Likhanov, O.P. Lopatin // International Journal of Applied Engineering Research. – 2018. – V. 13. – №5. – P. 2936-2939 (0,25 п.л. / 0,13 п.л.).

9. Lopatin, O.P. Reducing the environmental threat of motor vehicles by converting engines for operating on natural gas [Text] / V. Romanyuk, V.A. Likhanov, O.P. Lopatin // Теоретическая и прикладная экология. – 2018. – №3. – С. 27-32 (0,38 п.л. / 0,13 п.л.).

10. Лопатин, О.П. Снижение токсичности отработавших газов автомобильного дизеля конвертацией на спирто-топливные эмульсии [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Экология и промышленность России. – 2018. – Т.22. – №10. – С. 54-59 (0,38 п.л. / 0,19 п.л.).

11. Lopatin, O.P. Investigation of the speed regime of tractor diesel engine running on natural gas with recirculation [Text] / V.A. Likhanov, O.P. Lopatin // VII International Conference «Modern Technologies for Non-Destructive Testing». IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 457 (2018) 012011 (0,44 п.л. / 0,22 п.л.).

12. Лопатин, О.П. Оценка интегральной токсичности отработавших газов дизеля, работающего на природном газе и спиртовых эмульсиях [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Экология и промышленность России. – 2019. – Т.23. – №10. – С.60-65 (0,38 п.л. / 0,19 п.л.).

13. Lopatin, O.P. Alternative energy: methanol, ethanol and alcohol esters of rapeseed oil as eco-friendly biofuel [Text] / A. Marchuk, V.A. Likhanov, O.P. Lopatin // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – №3. – С.74-80 (0,44 п.л. / 0,15 п.л.).

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК:

14. Лопатин, О.П. Использование спиртов и топлив на их основе для дизелей [Текст] / О.П. Лопатин, В.А. Лиханов // Автомобильная промышленность. – 2019. – № 4. – С. 27–31 (0,31 п.л. / 0,16 п.л.).

15. Лопатин, О.П. Улучшение экологических показателей мобильных теплоэнергетических установок при работе на альтернативных топливах [Текст] / Ю.С. Васильев, В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Вестник машиностроения. – 2019. –

№9. – С.80-84 (0,31 п.л. / 0,11 п.л.).

16. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин, М.А. Олейник, В.Н. Дубинецкий // Тракторы и сельхозмашины. – 2006. – № 11. – С 13-16 (0,25 п.л. / 0,08 п.л.).

17. Лопатин, О.П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин, Е.А. Шишканов // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. – № 9. – С. 8-9 (0,13 п.л. / 0,04 п.л.).

18. Лопатин, О.П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 4 (28). – С. 70-73 (0,25 п.л. / 0,13 п.л.).

19. Лопатин, О.П. Улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля Д-240 путем применения этанола-топливной эмульсии [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. – 2013. – № 1 (1). – С. 29-32 (0,25 п.л. / 0,13 п.л.).

20. Лопатин, О.П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7 (0,13 п.л. / 0,06 п.л.).

21. Лопатин, О.П. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – Т.4. – №16. – С. 170-173 (0,25 п.л. / 0,13 п.л.).

22. Лопатин, О.П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – №4 (40). – С. 21-25 (0,31 п.л. / 0,16 п.л.).

23. Лопатин, О.П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №6. – С. 7-9 (0,19 п.л. / 0,09 п.л.).

24. Лопатин, О.П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метано- и этано-топливных эмульсий [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 3. – С. 3-6 (0,25 п.л. / 0,13 п.л.).

25. Лопатин, О.П. Влияние применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метано- и этано-топливных эмульсий на содержание токсичных компонентов в ОГ [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – №4 (46). – С. 42-47 (0,38 п.л. / 0,19 п.л.).

26. Лопатин, О.П. Улучшение эффективных показателей тракторного дизеля путем применения компримированного природного газа и рециркуляции отработавших газов, метано- и этано-топливных эмульсий [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 7. – С. 12-15 (0,25 п.л. / 0,13 п.л.).

27. Лопатин, О.П. Исследование показателей процесса сгорания в тракторном дизеле при применении природного газа и рециркуляции, метано- и этано-топливных эмульсий [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – №9. – С. 3-5 (0,19 п.л. / 0,09 п.л.).

28. Лопатин, О.П. Трактор с комплексной системой снижения токсичности [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – №3. – С. 10-15 (0,38 п.л. / 0,19 п.л.).

29. Лопатин, О.П. Улучшение экологических показателей дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией [Электронный ресурс] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2016. – № 4 (52). – С. 9 (0,63 п.л. / 0,31 п.л.).

30. Лопатин, О.П. Исследование нагрузочных характеристик токсичности дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – №6. – С. 16-21 (0,38 п.л. / 0,19 п.л.).

31. Лопатин, О.П. Моделирование эмиссии оксидов азота в цилиндре тракторного газодизеля [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Тракторы и

сельхозмашины. – 2016. – №7. – С. 3-8 (0,38 п.л. / 0,19 п.л.).

32. Сгорание и тепловыделение в цилиндре тракторного дизеля при работе на метано-топливной эмульсии [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин, С.А. Романов [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – №11. – С. 14-19 (0,38 п.л. / 0,13 п.л.).

33. Лопатин, О.П. Исследование скоростного режима дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе [Электронный ресурс] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – №1 (61). – С. 12 (0,63 п.л. / 0,31 п.л.).

34. Моделирование процессов испарения и смесеобразования в цилиндре тракторного дизеля при работе на этано-топливной эмульсии [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин, А.И. Чупраков [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ». – 2017. – № 1 (31). – С. 23-27 (0,31 п.л. / 0,10 п.л.).

35. Лопатин, О.П. Исследование нагрузочных режимов тракторного дизеля при работе на спиртовой эмульсии [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин, А.И. Чупраков // Строительные и дорожные машины. – 2017. – №2. – С. 39-43 (0,31 п.л. / 0,10 п.л.).

36. Лопатин, О.П. Рабочий процесс дизеля на природном газе с рециркуляцией [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Вестник транспорта Поволжья. – 2017. – №2 (62). – С. 105-112 (0,50 п.л. / 0,25 п.л.).

37. Лопатин О.П. Исследование динамики процесса сгорания в цилиндре тракторного газодизеля [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2017. – №3. – С. 45-49 (0,31 п.л. / 0,16 п.л.).

38. Лопатин, О.П. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле, работающем на этано-топливной эмульсии [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – №5. – С. 11-18 (0,50 п.л. / 0,25 п.л.).

39. Лопатин, О.П. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – №4. – С. 18-25 (0,50 п.л. / 0,25 п.л.).

40. Лопатин, О.П. Экологичное топливо на основе спирта для тракторных дизелей [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2018. – №7. – С.25-29 (0,31 п.л. / 0,16 п.л.).

41. Лопатин, О.П. Индицирование рабочего процесса дизеля на спирто-топливных эмульсиях [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2018. – №8. – С.42-47 (0,38 п.л. / 0,19 п.л.).

42. Лопатин, О.П. Образование токсичных компонентов и процесс сгорания в тракторных дизелях при работе на биотопливе [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2018. – №9. – С.46-50 (0,31 п.л. / 0,16 п.л.).

43. Лопатин, О.П. Исследование токсичности дизелей, работающих на биотопливах на основе метилового спирта [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Известия МГТУ «МАМИ». – 2018. – №3 (37). – С.51-57 (0,44 п.л. / 0,22 п.л.).

44. Лопатин, О.П. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – №5. – С.15-19 (0,31 п.л. / 0,16 п.л.).

45. Лопатин, О.П. Улучшение экологических показателей дизельных двигателей применением биотоплива [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Двигателестроение. – 2018. – №4 (274). – С.13-17 (0,31 п.л. / 0,16 п.л.).

46. Лопатин, О.П. Моделирование сажеобразования в цилиндре дизеля [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин, А.Н. Козлов // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. – 2019. – Т. 25. – № 1. – С. 47–59 (0,81 п.л. / 0,27 п.л.).

47. Лопатин, О.П. Исследование токсичности биодизельного двигателя, работающего на спирте [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. – 2019. – Т. 25. – №1. – С. 92–100 (0,56 п.л. / 0,28 п.л.).

48. Лопатин, О.П. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – №2. – С.3-9 (0,44 п.л. / 0,22 п.л.).

49. Лопатин, О.П. Сгорание и тепловыделение в дизеле, работающем на смесевом спиртовом топливе [Текст] / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин // Двигателестроение. – 2019. – № 2. – С. 26-31 (0,38 п.л. / 0,19 п.л.).

Патенты:

50. Система регулирования газодизеля [Текст]: пат. 2257482 Рос. Федерация: МПК7 F02D 19/08 / Лиханов В.А., Шишканов Е.А., Деветьяров Р.Р., Вылегжанин П.Н., Лопатин О.П.; заявл. 01.04.2003; опубл. 20.10.2004, Бюл. №21.

51. Устройство для регулирования перепуска отработавших газов во впускной трубопровод двигателя внутреннего сгорания [Текст]: пат. 2260706 Рос. Федерация: МПК7 F02M 25/06 / F02D 21/08, 23/02 / Лиханов В.А., Лопатин О.П.; заявл. 05.04.2004; опубл. 20.09.2005, Бюл. №26.

На диссертацию и автореферат поступило 26 отзывов, все отзывы положительные:

1) ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», д.т.н., профессор, профессор кафедры «Инженерная физика» В.А. Кузьмин; д.т.н., профессор кафедры «Технология машиностроения» С.А. Плотников. **Замечания:** 1. Для использования дизеля по газодизельному процессу, например в тракторе, при взаимной конвертации с газодизельного процесса и обратно одним из главных условий является обеспечение работы и дизеля и газодизеля по всережимной характеристике. Вторым необходимым условием должен быть быстрый перевод работы дизеля с одного вида топлива на другой и обратно. Исходя из этих условий, каким образом будет осуществляться регулирование газодизеля по всережимной характеристике на газодизельном процессе. 2. Не понятно, какой тип смесеобразования будет преобладать в камере сгорания типа ЦНИДИ при работе по газодизельному процессу?

2) ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», д.т.н., профессор, профессор кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» В.Н. Кузнецова. **Замечания:** 1. К сожалению, в автореферате не проведены основные аспекты разработанной автором диссертации научно-методической программы проведения экспериментальных исследований (стр. 17-18).

3) ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», д.т.н., профессор, главный научный сотрудник П.А. Савиных. **Замечания:** 1. Как влияет изменение угла опережения впрыскивания топлива на

содержание оксидов азота в отработавших газах? 2. Не совсем ясно, какой закон подачи рециркулируемых газов рекомендуется для реализации на газодизеле?

4) ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», д.т.н., профессор, профессор кафедры механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции Г.С. Юнусов. **Замечания:** 1. Чем обеспечивалась и как контролировалась величина запальной порции дизельного топлива при работе дизеля по газодизельному процессу. 2. В автореферате представлены результаты экспериментальных исследований только на номинальной частоте вращения, а где исследования на режиме максимального крутящего момента.

5) ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», д.т.н., профессор, главный специалист консультационно-экспертного отдела Г.С. Савельев. **Замечания:** 1. Известно, что индикаторная диаграмма представляет непосредственную запись действительных физических величин, значения которых можно наблюдать без всяких дополнительных расчетов на самой диаграмме, следовательно, в тексте автореферата по нашему мнению следовало бы больше внимания уделить индикаторным диаграммам.

6) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ», д.т.н., заслуженный деятель науки РТ, действительный член Академии наук РТ, заведующий кафедрой «Автомобильные двигатели и сервис» А.Л. Абдуллин. **Замечания:** 1. К сожалению, текст автореферата не дает полного представления о принятой схеме физико-химических процессов в камере сгорания ЦНИДИ, реализующей объемно-пленочное смесеобразование, математической модели и алгоритме решения, представленных во 2-й главе диссертации. В этой связи остается ряд вопросов, связанных с формированием кинетических механизмов, методикой определения «доминирующих механизмов» и т.д. Из автореферата неясно также, как определяются константы C_i в выражении (9) для прогнозирования содержания оксидов азота в продуктах сгорания. 2. В качестве замечаний можно отметить наличие отдельных опечаток, например, $(\ln r_{NO_2} - \ln r_{NO})$ в формуле (9). 3. Кроме того графики сравнения экспериментальных и расчетных данных при верификации разработанной модели хотелось бы видеть на

одной координатной плоскости.

7) ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика» А.П. Уханов. **Замечания:** 1. В соответствии с требованиями ВАК РФ и ГОСТ Р 7.0.11-2011 подраздел в редакции автора «Положения, выносимые на защиту» должен иметь правильное наименование «Научные положения и результаты исследований, выносимые на защиту». В этой связи возникает вопрос: что конкретно из «результатов теоретических и экспериментальных исследований...» выносит автор на защиту? 2. Из автореферата не ясно, с помощью какой аппаратуры снимались индикаторные диаграммы дизеля? 3. В автореферате отсутствуют какие-либо сведения по устройству системы рециркуляции отработавших газов, а также не приведена расшифровка таких сокращений как СТЭ, ГД, ГДП (см. подрисуночные надписи рис. 3 - рис.5).

8) ФГБОУ ВО Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, к.т.н., профессор, профессор кафедры эксплуатации мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин Л.А. Жолобов. **Замечания:** 1. Из текста автореферата не совсем понятно, в чем отличие стерического фактора от трансмиссионного коэффициента. 2. Непонятно, как (с каким шагом) изменялись концентрация спирта и присадки при проведении исследований стабильности спирто-топливных эмульсий?

9) ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ», д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тракторы, автомобили и энергетические установки» К.А. Хафизов; к.т.н., доцент кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки» С.А. Сеницкий. **Замечания:** 1. В автореферате желательно указать процентное содержание каждого вида топлива в спирто-топливной эмульсии при проведении теоретических и экспериментальных исследований. 2. Из автореферата не совсем понятно, как осуществлялось регулирование величины запальной порции дизельного топлива на различных скоростных и нагрузочных режимах работы дизельного двигателя. 3. Довольно не просто понять из автореферата, где готовились спирто-топливные эмульсии, используемые для проведения экспериментальных исследований?

10) ФГБОУ ВО Костромская государственная сельскохозяйственная академия, д.т.н., профессор, проректор по учебной работе М.С. Волхонов; к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Тракторы и автомобили» А.М. Молодо; к.т.н., доцент, доцент кафедры «Тракторы и автомобили» И.Л. Соколов. **Замечания:** 1. Текст автореферата не раскрывает технической информации по переоборудованию дизеля для работы на природном газе и спирто-топливных эмульсиях. 2. Соискатель не приводит в тексте диссертации конкретных рекомендаций улучшения эффективных и экологических показателей работы дизеля на малых нагрузках.

11) ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», д.т.н., профессор кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин А.П. Иншаков. **Замечания:** 1. Не достаточно полно отражены эксплуатационные требования, которым должны удовлетворять альтернативные топлива при использовании их в качестве моторного. 2. Следует уточнить, каким образом выделялись реакции, дающие наиболее весомый вклад в общий процесс образования NO_x (стр.14).

12) ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», д.т.н. доцент, профессор кафедры «Транспортно-технологические машины и комплексы» Ю.Ф. Казаков; к.т.н., доцент, доцент кафедры «Транспортно-технологические машины и комплексы» В.П. Мазяров. **Замечания:** 1. Не обосновано использование топлива марки Л в соответствии с ГОСТ 305-2013 (стр. 18) для исследования. Такое топливо не допускается к реализации через автозаправочные станции общего пользования, а в обороте находятся топлива по ГОСТ 32511-2013. 2. В автореферате не приведено отличие горения разных СТЭ в цилиндре двигателя и большее снижение NO_x на ЭТЭ, чем на МТЭ (таблица 2), не раскрыты причины меньшего снижения CO (10%) и C (5,6 раза) при работе на ПГ с РОГ 20, чем на ПГ с РОГ 10 (CO – 20%, C в 6,9 раза), а также повышения дымности при 20% степени рециркуляции ОГ, чем при 10% (таблица 6).

13) ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», д.т.н. доцент, профессор кафедры автомобилей и технологических машин Н.В. Лобов. **Замечания:** 1. В автореферате отсутствует информация об

объеме эксплуатационных затрат, которые неизбежно возникнут при замене дизельного топлива на альтернативные виды энергии. Возникнут ли дополнительные затраты, связанные с переоборудованием топливной аппаратуры дизельного двигателя?

14) ФГБОУ ВО Российский государственный агроинженерный университет Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, академик РАН, д.т.н., профессор, заведующий, профессор кафедры «Автомобильный транспорт» О.Н. Дидманидзе. **Замечания:** 1. Непонятно, как оценивалась эффективность эмульгатора и присутствие воды в исследуемых спирто-топливных эмульсиях? 2. Из текста автореферата не ясно, какой спирт использовался при проведении испытаний?

15) ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», д.т.н., профессор, профессор кафедры «Автомобильный транспорт» В.И. Васильев. **Замечания:** 1. В тексте реферата отсутствует пояснение, почему для снижения содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля, работающего по газодизельному процессу, была применена рециркуляция отработавших газов, а не другие способы снижения NO_x , описанные в первой главе диссертации.

16) ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологических и транспортных машин и комплексов В.В. Голубев; к.т.н., доцент, заведующий кафедрой ремонта машин и эксплуатации машинно-тракторного парка А.Ю. Смирнов. **Замечания:** 1. В автореферате отсутствует информация о том, при каком давлении начала подачи запального дизельного топлива при работе по газодизельному процессу и спирто-топливных эмульсий проводились экспериментальные исследования. 2. Из автореферата не ясно, как поведёт себя спирто-топливная эмульсия при отрицательных температурах окружающего воздуха.

17) ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», д.т.н., профессор кафедры «Эксплуатация и ремонт машин» В.Ф. Первушин; к.т.н., доцент кафедры «Тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины» Д.А. Вахрамеев. **Замечания:** 1. По тексту работы не понятно, каким образом учитывались режимы холостого хода при исследованиях интегральной токсичности дизеля,

работающего на природном газе и спирто-топливных эмульсиях.

18) ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», д.т.н., доцент, профессор ВШ энергетического машиностроения института энергетики Ю.В. Галышев. **Замечания:** 1. Как уже было отмечено, в диссертационной работе разработана модель, позволяющая проводить теоретические расчеты оксидов азота как в цилиндре по углу поворота коленчатого вала, так и в отработавших газах, но не указывается какая методика была принята за основу при расчете оксидов азота по углу поворота коленчатого вала? 2. Известно, что такие спирты как этиловый и метиловый имеют более низкие значения цетановых чисел по отношению к дизельному топливу. Да в цилиндр дизеля подается не чистый спирт, а его смесь с дизельным топливом и присадкой в виде спирто-топливной эмульсии, но все же, как более низкие значения цетанового числа у этанола и метанола отразятся на работоспособности дизеля при работе его на спирто-топливных эмульсиях?

19) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», д.т.н., профессор, заведующий вузовско-академической лабораторией НИИ СО РАН-АлтГТУ, профессор кафедры ДВС П.К. Сеначин. **Замечания:** 1. В теоретическом плане в работе рассмотрены константы скоростей реакций образования оксидов азота NO_x в КС дизеля (без упоминаний об энергиях активации) и метод прогнозирования их содержания на каждом шаге расчета $\Delta\varphi$ по эмпирической формуле (9) на стр. 15, с использованием констант C_i , смысл которых в автореферате не раскрыт. 2. В то же время, рассмотрение химических процессов в продуктах сгорания требует полного описания физических процессов в цилиндре двигателя. Эти вопросам в работе уделено крайне малое внимание и отсутствует балансовое уравнение энергии (или динамики давления в двигателе), а также дифференциальные уравнения энергии во всех рассматриваемых зонах в данный момент времени. Последние позволяют найти динамику температуры в зонах, без которой рассмотрение химических процессов бессмысленно.

20) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» д.т.н., доцент, доцент кафедры «Автомобили, тракторы и технический сервис» Р.Т. Хахимов. **Замечания:** 1. В работе не указано, каким образом

определялись значения коэффициентов весоности при исследовании интегральной токсичности дизеля, работающего на природном газе и спирто-топливных эмульсиях. 2. По автореферату не понятно учитывалась ли при моделировании гидрофильность метанола к воде, которая может присутствовать в топливной системе, как известно, метанол имеет способность втягивать воду, в результате которой возможно засорение топливной системы и образование ядовитых отложений, также способствующие негативно влиять на окружающую среду. 3. Насколько универсальны и адекватны разработанные модели при адаптации их к другим типам современных поршневых двигателей, учитывая их конструктивные особенности.

21) ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», д.т.н., профессор, профессор кафедры «Энергетические машины и системы управления» А.П. Шайкин. **Замечания:** 1. В п. 4 заключения автор предлагает использовать РОГ свыше 20%, до 40%. При этом по данным самого автора удельный расход топлива возрастёт не менее, чем на 10%. Как это согласуется с одной из задач по экономии топлива? Кроме этого автор рекомендует оптимальным угол опережения впрыска топлива 23 градуса, хотя на рис. 9а оптимальный диапазон 22-24, 9б – 25-27. 2. На рис. 17 не все виды топлива удовлетворяют требованиям по выбросам оксидов азота при условиях с ограниченным воздухообменом, автор в последнем абзаце, стр. 28, утверждает все. 3. В формуле 9 первый член в скобках равен нулю. Очевидно это описка.

22) ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», д.т.н., доцент, профессор кафедры «Строительные и дорожные машины» В.А. Николаев. **Замечания:** 1. В автореферате имеется массовое применение аббревиатуры, сокращений, что не допустимо. На рисунках 10, 11, 13 и других вместо изобилия графиков следовало привести лишь наиболее характерные зависимости. Имеются другие недостатки, затрудняющие понимание излагаемого материала. 2. Не отражена технология и технические средства приготовления смеси компонентов топлива при ее массовом применении в системе питания двигателей. 3. Не представлены результаты расчета экономической эффективности применения

природного газа и спирто-топливных эмульсий.

23) ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева», д.т.н., профессор кафедры технического сервиса и механики А.М. Баусов; к.т.н., доцент, заведующий кафедрой технического сервиса и механики В.В. Терентьев. **Замечания:** 1. Отсутствует характеристика и данные о значении цетановых чисел исследуемых топлив. Хотя дается ссылка на ГОСТы, но нет марки и основных показателей качества использованного для сравнения дизельного топлива. 2. На стр. 22 автореферата представлены скоростные характеристики эффективных и токсических показателей дизеля при работе на природном газе и спирто-топливных эмульсиях, а какие именно это скоростные характеристики работы дизеля не указано.

24) ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей В.И. Оробинский; к.т.н., доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей А.В. Божко. **Замечания:** 1. Из автореферата не ясно, рассматривается ли в диссертационной работе вопрос влияния на моторесурс двигателя работа дизеля на ПГ, ПГ с РОГ и СТЭ.

25) ООО «Челябинский тракторный завод - УРАЛТРАК», и.о. зам. генерального директора по спецпродукции М.А. Старунский; к.т.н., главный специалист, ученый секретарь НТС КТЦ «ГСКБД» А.П. Маслов. **Замечания:** 1. Из автореферата не ясно, при каких характеристиках природного газа проводились экспериментальные исследования тракторного дизеля и представлены их результаты в виде графических зависимостей.

26) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», д.т.н., профессор, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин М.Н. Фархшатов. **Замечания:** 1. Тема диссертационной работы Лопатина О.П. «Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения содержания оксидов азота в дизеле», т.е. мы снижаем оксиды азота применением природного газа и спирто-топливных эмульсий. В тексте автореферата не сказано,

почему для снижения содержания оксидов азота использовали именно природный газ и спирто-топливные эмульсии, а не какие-то другие способы? 2. Поскольку в тексте автореферата отсутствуют пояснения чисел, открытых Вебером, Нуссельтом, Прандтлем, Больцманом, Планком, то этот вопрос адресуется автору работы.

На все вопросы и замечания ведущей организации, оппонентов и приведенные в отзывах на автореферат соискатель предоставил содержательные и обоснованные ответы и пояснения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований по теме диссертационной работы и соответствует требованиям постановления правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 30.07.2014) «О порядке присуждения ученых степеней». Выбранные оппоненты и ведущая организация являются признанными специалистами и компетентны в области исследования, выполненного соискателем, а также имеют публикации в соответствующем направлении. Работы оппонентов и ведущей организации, представленные в информационной справке, опубликованы в рецензируемых изданиях за последние 5 лет с 2014 по 2019 гг., что свидетельствует об актуальности и новизне выполненных научно-исследовательских работ, а также об их осведомленности в современных тенденциях развития в области исследования внутрицилиндровых процессов и показателей работы тепловых двигателей.

Диссертационный совет отмечает, что **на основании выполненных соискателем исследований:**

Разработаны модели описания скоростей химических реакций образования и определения объемного содержания оксидов азота, в частности комплекса химических реакций в процессе образования оксидов азота при работе дизеля на традиционном (дизельном) и альтернативных (природном газе, природном газе с рециркуляцией отработавших газов и спирто-топливных эмульсиях) топливах;

Получены результаты теоретических и экспериментальных исследований изменения объемного содержания оксидов азота при работе дизеля на традиционном и альтернативных топливах, включая оценку их влияния на эффективные показатели, характеристики выгорания и тепловыделения, экологические показатели (объемное

содержание и массовую концентрацию оксидов азота, интегральной токсичности и дымность отработавших газов) дизеля 4Ч 11,0/12,5 с камерой сгорания ЦНИДИ на различных нагрузочных и скоростных режимах при изменении регулировочных параметров;

Предложены практические рекомендации по улучшению экологических показателей и топливной экономичности с учетом оптимальных, экспериментально установленных, значений эффективных показателей, характеристик выгорания топлива и тепловыделения при работе дизеля на традиционном и альтернативных топливах;

Доказана на основании разработанных теоретических положений и результатов экспериментальных исследований перспективность применения альтернативных топлив для улучшения экологических показателей и топливной экономичности автотракторного дизеля с камерой сгорания типа ЦНИДИ с использованием научно обоснованных технических и технологических решений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Предложены комплекс химических реакций и математическая модель их описания, позволяющие теоретически, без экспериментальной оценки, определять объемное содержание оксидов азота и оценивать влияние традиционного и альтернативных топлив на эффективные и экологические показатели дизеля в широком диапазоне режимов работы;

Получены зависимости изменения объемного содержания оксидов азота от угла поворота коленчатого вала дизеля при работе на альтернативных (природном газе, природном газе с различными степенями рециркуляции отработавших газов и спирто-топливных эмульсиях) топливах на различных нагрузочных и скоростных режимах;

Изучено влияние традиционного топлива, состава альтернативных топлив и регулировочных параметров топливной аппаратуры на объемное содержание оксидов азота в цилиндре и в отработавших газах дизеля с камерой сгорания типа ЦНИДИ.

Значение полученных соискателем результатов исследования для

практики подтверждается тем, что:

Определены оптимальные значения степени рециркуляции отработавших газов, эффективных показателей, характеристики выгорания, тепловыделения и уровни экологических показателей дизеля с камерой сгорания ЦНИДИ при работе на традиционном и альтернативных топливах.

Представлены результаты исследований экологических показателей дизеля, работающего на природном газе, природном газе с различными степенями рециркуляции отработавших газов и спирто-топливных эмульсиях в условиях его эксплуатации, свидетельствующие об их соответствии требованиям ГОСТ 17.2.2.05-97, ГОСТ 17.2.2.02-98 и Правилам ЕЭК ООН №96.

Разработаны практические рекомендации по улучшению экологических показателей и топливной экономичности дизеля при работе на альтернативных топливах.

Результаты исследований используются в учебном процессе при изучении дисциплин аспирантуры по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (направленность программы 05.04.02 «Тепловые двигатели»); бакалавриата и магистратуры по направлениям подготовки 23.03.03, 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.04.01 «Технология транспортных процессов», 35.03.06, 35.04.06 «Агроинженерия» в Вятской, Костромской, Нижегородской, Чувашской государственных сельскохозяйственных академиях и Казанском государственном аграрном университете.

Создан макетный образец дизеля в тракторе МТЗ-80, который переоборудован для работы на природном газе и спирто-топливных эмульсиях, прошедший эксплуатационные испытания в ЗАО племзавод «Октябрьский» Кировской области.

Результаты исследований рассмотрены и рекомендованы: Министерством сельского хозяйства и продовольствия Кировской области к внедрению в предприятиях, занимающихся производством и переработкой продукции сельского хозяйства; ООО «Газпром межрегионгаз Киров» для использования при переводе техники для работы на природном газе; ОАО «КировПассажирАвтотранс» для

использования в производстве при переводе действующего автотранспортного парка для работы на природном газе.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использованы поверенные и аттестованные современные средства измерения и испытаний, предусмотренные действующими отечественными и международными стандартами;

использованы общепризнанные методики и опыт проведения испытаний по оценке эффективных и экологических характеристик, параметров процесса сгорания и тепловыделения дизелей;

теория построена на известных, проверяемых данных, общепризнанных закономерностях теории горения и окисления азота при горении топлив, которая согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на опыте и анализе исследований процессов образования оксидов азота и способах снижения его содержания в дизелях;

использованы результаты сравнения численного моделирования и экспериментальных исследований для верификации моделей;

установлено удовлетворительное совпадение полученных результатов с известными данными различных исследователей.

Личный вклад соискателя состоит в: разработке математической модели определения объемного содержания оксидов азота при работе дизеля на альтернативных топливах; разработке комплекса химических реакций в процессе образования оксидов азота при работе дизеля на природном газе, природном газе с рециркуляцией отработавших газов и спирто-топливных эмульсиях; разработке модели оценки скоростей реакций образования и содержания оксидов азота при работе дизеля на альтернативных топливах; в получении результатов теоретических и экспериментальных исследований при работе дизеля на природном газе, природном газе с рециркуляцией отработавших газов и спирто-топливных эмульсиях; подготовке публикаций по выполненной работе. Все результаты, приведенные в диссертации, получены самим автором или при его непосредственном участии.

На заседании 25.03.2020 г. (протокол № 3) диссертационный совет принял решение присудить Лопатину Олегу Петровичу ученую степень доктора технических наук по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 20, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного совета

Ю.В. Рождественский

Ученый секретарь диссертационного совета

А.А. Абызов

25.03.2020 года

