На правах рукописи

КОЖИН СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ВОЗДУХОПОДГОТОВКИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Специальность: 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Рязань – 2018

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент
Шемякин Александр Владимирович

Официальные оппоненты: **Асоян Артур Рафикович,**
доктор технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис»

Иванов Александр Алексеевич,
кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», старший преподаватель кафедры «Техническая эксплуатация транспорта»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва"

Защита состоится «10» декабря 2018 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.057.03, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» по адресу: 390044, Рязанская область, г. Рязань, ул. Костычева, д.1, зал заседаний диссертационных советов

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО РГАТУ, на сайте: www.rgatu.ru, с авторефератом – на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации www.vak3.ed.gov.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 2018г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор технических наук, доцент Юхин И.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время на территории Российской Федерации показатель количества автотракторной техники с дизельным двигателем превышает 4,1 млн. шт., а в мире более 62 млн. единиц подобной техники, и темпы роста сохраняются. В сельском хозяйстве РФ широко используют мобильные сельскохозяйственные агрегаты с самыми распространенными автотракторными дизельными двигателями Д-240, Д-243.

Неэффективность сервисного обслуживания техники, приводит к тому, что 34-40% техники вышедшей из строя на 35…40% не исчерпали ресурс, заложенный в части ее агрегатной базы на заводе изготовителе. Актуальность проведения исследований в области повышения ресурса и надежности основных нагруженных агрегатов, одновременно с эффективностью их функционирования, очень важное и перспективное направление.

Одним из ключевых параметров эффективного использования автотракторных дизельных двигателей является правильное образование топливно-воздушной смеси. От этого зависит качество воспламенения топливной смеси, полнота сгорания в рабочем объеме камеры сгорания двигателя. Внести кардинальные изменения в процессы, происходящие в двигателе внутреннего сгорания практически невозможно не усложнив конструкцию, но оптимизировать, и снизить потери — решаемая задача Повышение надежности должно обеспечиваться путем улучшения качества фильтрации воздуха, с последующим снижением износа агрегатов во время выполнения производственных работ в АПК.

Таким образом, обоснование параметров устройства воздухоподготовки автотракторных дизельных двигателей, повышающего показатели функционирования сельскохозяйственных агрегатов, является важной народно-хозяйственной задачей.

Степень разработанности темы. Вопросами повышения эффективности функционирования использования агрегатов, звеньев, технологических комплексов, в разные годы посвящали свои научные труды: Н.В. Бышов, Р.А. Макаров, А.Н. Мирошниченко, С.Н. Борычев, А.Р. Асоян, А. П. Иншаков, И.А. Успенский, И. И. Курбаков, А.А. Иванов, А.П. Банник, Л.В. Бармашов, А. Н. Кувшинов, А.В. Котин, Г.А. Борисов. Так же занимались схожими проблемами увеличения ресурса основных энергонагруженых деталей и агрегатов сельскохозяйственной техники, В.Н. Болтинский, Г.Д. Кокорев, В.Н. Гришко, М.Ю. Костенко, А.С. Зоробян, Н.Н. Киселев, А.В. Шемякин, А.

В. Филин, Б.П. Загородских, Н.А. Щетинин, М.А. Захаров, В.И. Шнурбайн. А так же Blumenthal R., Buberts S., Kittelson D.B., Nakhjiri, M., Vistamehr A.

Работа выполнена по плану НИР ФГБОУ ВО РГАТУ на 2016-2020 годы по теме 3 "Совершенствование технологий, средств механизации, электрификации и технического сервиса в сельскохозяйственном производстве" в рамках раздела 3.3. «Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники за счет разработки новых конструкций, методов и средств технического обслуживания, ремонта и диагностирования» (подраздел 3.3.3. «Технология и техническое средство для повышения мощности двигателя внутреннего сгорания машин сельскохозяйственного назначения»). Повышение эффективности функционирования использования силовых агрегатов соответствует Указу Президента Российской Федерации №221-ФЗ от 19.07.2018 и Федеральному закону № 196-ФЗ от 26.07.2018 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».

Цель исследований - повышение показателей функционирования сельскохозяйственных агрегатов путем обоснования параметров устройства воздухоподготовки.

Объект исследований - технологический процесс воздухоподготовки в двигателе мобильных сельскохозяйственных агрегатов.

Предмет исследований - закономерности воздухоподготовки в двигателе мобильных сельскохозяйственных агрегатов.

Научную новизну работы составляет:

1. Методика обоснования параметров создания устройства воздухоподготовки в автотракторных дизельных двигателях.
2. Закономерность подачи воздуха в зависимости от параметров устройства воздухоподготовки в автотракторных дизельных двигателях.
3. Зависимости влияния устройства воздухоподготовки на износ клапанов и деталей цилиндропоршневой группы автотракторных дизельных двигателях.

Практическую значимость работы составляют: уточнение, теоретически и экспериментально обоснованных параметров устройства воздухоподготовки в автотракторных дизельных двигателях; конструктивно-технологическая схема устройства воздухоподготовки в автотракторных дизельных двигателях.

Методы исследования. Обоснование рациональных параметров устройства воздухоподготовки проводилось по известным и по разработанным оригинальным методикам, в том числе с использованием пакетов программ

«Microsoft Office», «STATISTICA v5», «SolidWork V14». Экспериментальные исследования осуществлялись с использованием теории планирования эксперимента. Обработка результатов исследований проведена методами математической статистики в программе «MathCAD v14.0». Планирование натурных испытаний проводилось с использованием методики, основанной на государственных стандартах.

Положения, выносимые на защиту:

1. Конструктивно-технологическая схема устройства воздухоподготовки в автотракторных дизельных двигателях.
2. Теоретически обоснованные и экспериментально подтвержденные параметры устройства воздухоподготовки в автотракторных дизельных двигателях.
3. Оценка технико-экономического эффекта автотракторных дизельных двигателей, оборудованных устройством воздухоподготовки.

Достоверность результатов исследований. Данные подтверждены в ходе проведения лабораторных и полевых испытаний на дизельном двигателе Д-241/243 с использованием измерительного оборудования 1 класса точности.

Результаты теоретических исследований в высокой степени сходятся с результатами натурных испытаний (сходимость 96,5%). Данные, полученные в ходе выполнения работы согласуются, с опубликованными в независимых источниках по тематике исследования.

Реализация результатов исследований.

Устройством воздухоподготовки оснащены 12 автотракторных дизельных двигателей выполняющие работы в ИП КФХ Кочкина Е.В. (РФ, Рязанская обл. Чучковский район) и КФХ Семенов А.А. (РФ, Рязанская обл. Сасовский район) в период с 2017-2018 год.

Разработка рекомендована к внедрению Министерством сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области в хозяйствах Рязанской области, а так же на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения, №СД 15-7382 от 14.10.2016.

Вклад автора в решение поставленных задач состоит в постановке основных научных задач, являющихся предметом исследования, разработке идеи, теоретической модели устройства воздухоподготовки для автотракторных дизельных двигателей. Постановке экспериментов, проведении испытаний, получении и обработке данных результатов, изложенных в диссертации и опубликованных в научных печатных изданиях.

Апробация работы.

Результаты диссертационного исследования обсуждены на научно-практических конференциях Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева (2015-2017 гг.), Воронежского ГАУ им. Императора Петра I. (2015-2018), Воронежской ГЛУ им. Г.Ф.Морозова. (2015-2018).

Публикации результатов исследований. по теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе 3 статьи в журналах, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ, получен патент на полезную модель №174143. Общий объем публикаций составляет 2,9 п.л., из которых 1,01 п.л. принадлежит лично соискателю.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 147 наименований, 5 приложений. Работа изложена на 168 страницах, включает 49 рисунков и 25 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель исследований. Отражены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» дан обзор источников по теме исследований, анализ технологий и способов повышения ресурса и эффективности автотракторных дизельных двигателей. Проведен анализ зависимости показателей эффективности от наличия систем воздухоподготовки.

На основании проведенного анализа состояния проблемы и в соответствии с поставленной в работе целью сформулированы **задачи исследований:**

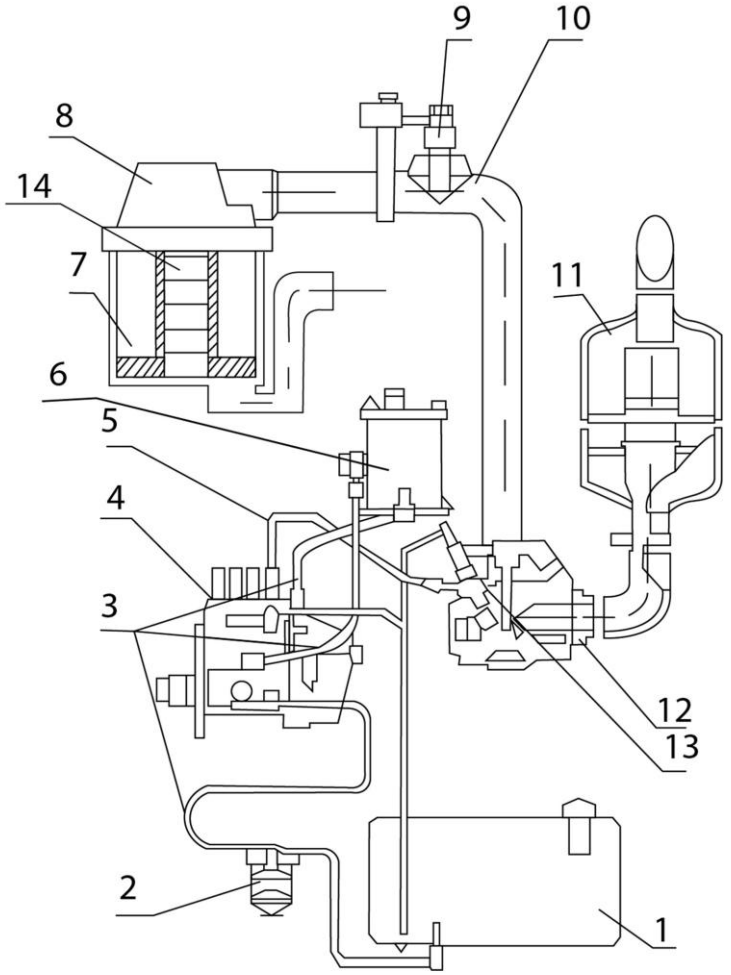
1. Проведение анализа причин и факторов снижения показателей функционирования агрегатов.
2. Разработка конструктивно-технологической схемы устройства воздухоподготовки двигателя автотракторных дизельных двигателей.
3. Теоретическое обоснование и экспериментальное уточнение параметров устройства воздухоподготовки для автотракторных дизельных двигателей.
4. Оценить технико-экономический эффект сельскохозяйственных агрегатов оборудованных предлагаемым устройством воздухоподготовки.

Во второй главе «Теоретическое обоснование параметров системы и устройства воздухоподготовки в автотракторных дизельных двигателях д - 240/243» теоретически рассмотрены предпосылки к созданию эффективной системы воздухоподготовки. Охарактеризованы преимущества и недостатки имеющихся средств повышающих функционирование силовых установок.

Предоставлены данные по подбору нового фильтрующего элемента для двигателя Д-240/243 методом сравнительного вычисления пропускной способности серийного и модернизированного варианта формула 1

$$(V_{д\text{-}240}.1600)/2 = (V_{cummins}.*2500)/2 \qquad (1)$$

Разработана конструктивно-технологическая схема модернизированной системы питания с бумажным воздушным фильтрующим элементом кассетного типа и одноразовым уплотнением (рис 2),



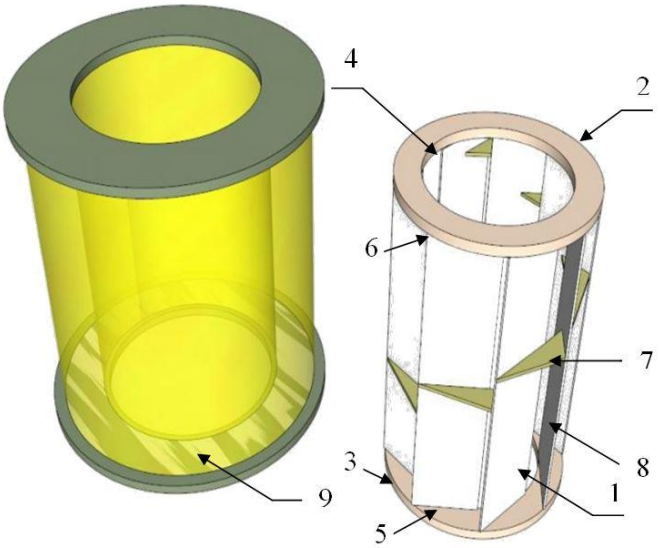
1 – Топливный бак.
2 – топливный фильтр
3 – топливная магистраль
4 – Топливный насос высокого давления
5 – топливная магистраль высокого давления
6 – механический насос прокачки топливной системы
7 – воздушный фильтр сухого типа сменный, кассетный.
8 – корпус воздушного фильтра сухого типа, сменного кассетного.
9 – электрофакельный подогреватель
10 – впускной коллектор.
11 – глушитель шума выхлопных газов
12 – выпускной коллектор
13 – форсунка
14 – устройство воздухоподготовки.

Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема измененной системы питания.

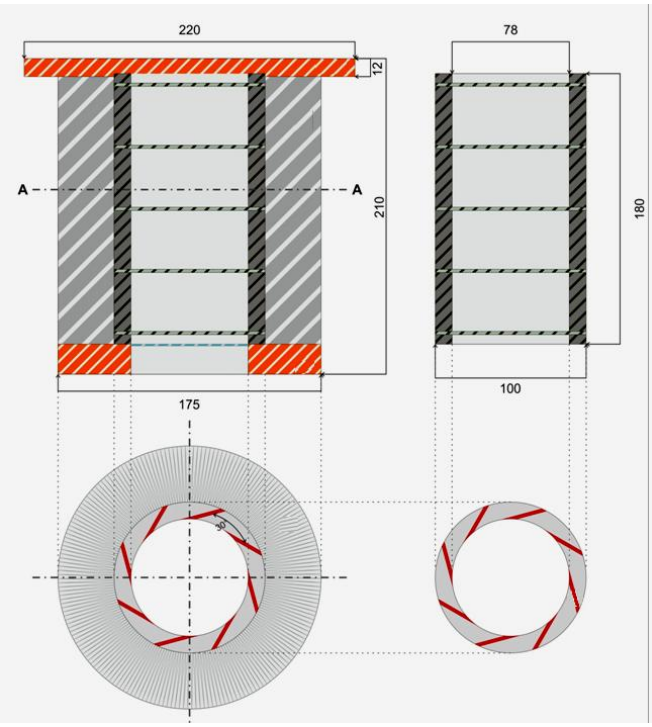
Обосновано место размещения устройства воздухоподготовки в полости фильтрующего элемента. После фильтрующего элемента скорость и вектора отклонения частиц максимальны, происходит интенсивный переход по

возрастанию скорости от максимальной площади фильтрующего элемента к минимальному сечению впускного трубопровода. Дана формула предлагаемого устройства на основании данных патента РФ на полезную модель №174143 «Устройство для завихрения воздуха для двигателя внутреннего сгорания».

Обоснованы параметры устройства воздухоподготовки, 3D модель разработанного устройства представлена на рисунке 2.



1 – вертикальные направляющие лопатки
2 - верхнее основание,
3 - нижнее основание,
4 - внутренние отверстия верхнего и нижнего оснований,
5 - нижние торцевые поверхности лопастей,
6 – верхние торцевые поверхности лопастей,
7 – соединительные элементы для придания жесткости конструкции.
8 - открытые промежутки между лопастями,
9 – воздушный фильтр.



Параметры устройства:
- $L_{устр.}$ – 18см
- $D_{устр.}$ – 7,8см
- $A_{устр}$- 8
- $H_{лопаток}$ – 0,2см
- β – угол установки лопаток. Определяется как тангенциальный от $D_{устр}$ но не более 30°.
- 1,33 – коэффициент тягоусиления в эжекторе.
- 1,768 – коэффициент возрастания скорости потока.
-

-

Рисунок 2 – Модель устройства воздухоподготовки.

Приведены формулы расчета параметров эффективности силовой установки и построена последовательность вычисления на основании полученных опытных данных коэффициента избытка воздуха в модернизированном двигателе. Среди них: коэффициент наполнения (2)

$$\alpha = \frac{G_B}{G_T l_0} \quad (2)$$

Где G_B часовой расход воздуха; G_T- часовой расход топлива; l_0- табличное значение для дизельного топлива

Определение количества свежего заряда (3)

$$M_1 = \alpha L_0 \quad (3)$$

коэффициент наполнения (4)

$$\eta_v = \xi_{доз} * \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} * \frac{p_a}{P_k} * \frac{T_k}{T_k + \Delta T} * \left(1 - \frac{\xi p_r}{\varepsilon p_a}\right) \quad (4)$$

где: $\xi_{доз}$ - коэффициент дозаряда; ε - степень сжатия двигателя; p_a - давление в конце впуска; P_k - давление на впуске (для атмосферных моторов принимается $p_k = p_0$, где p_0 = давление окружающей среды; T_k - температура свежего заряда на впуске;ΔT – подогрев свежего заряда на впуске. (принимается по табличным значениям 10К); ξ - отношения теплоемкостей; p_r – параметр остаточных газов.

Исходя из того, что по эффективности работы повышения давления во впускной системе установка устройства воздухоподготовки равна эффективности настроенной системы впуска в их предельных величинах примем коэффициент дозаряда с учетом потерь и погрешностей $\xi_{доз} = 1{,}035$

$$p_a = \xi_{вп} p_k \quad (5)$$

Где p_a - давление в конце впуска; p_k - давление на впуске; $\xi_{вп}$ – коэффициент, учитывающий суммарные потери давления при впуске; Давление на впуске в двигателях без наддува определяется как равное давлению окружающей среды, $p_k = 0{,}1 МП$ (*табличное значение*).

Для определения давления остаточных газов используем формулу 6

$$p_r = \xi_{вып} * p_0 \quad (6)$$

Где p_0 – атмосферное давление; $\xi_{вып}$ - коэффициент сопротивления выпускной системы. По табличным данным для двигателя Д-240 коэффициент $\xi_{вып}$= 1,11

Далее переходим к расчету индикаторного КПД по формуле 7

$$\eta_i = \frac{p_i R_\mu M_1 T_k}{P_k \eta_v Hu} \quad (7)$$

Где: p_i- действительное среднее индикаторное давление; R_μ – газовая постоянная; Hu – низшая теплота сгорания топлива;
M_1 – колличество свежего заряда; T_k - температура на впуске; P_k – давление на впуске; η_v – коэфициент наполнения

Для определения среднее эффективного давления p_eиспользуем уравнение 8:

$$p_e = p_i * \eta_M \quad (8)$$

Величина среднеэффективного давления играет важную роль в итоговой формуле 9

$$N_e = \frac{p_e i V_h n}{30\tau_д} \quad (9)$$

Где: N_e - эффективная мощность; n – частота вращения коленчатого вала; p_e – среднее эффективное давление; iV_h - рабочий объем цилиндров; τ – тактность двигателя; i–количество цилиндров;

Теперь произведем расчет удельного эффективного расхода топлива.

$$g_e = \frac{3600}{Hu * \eta_e} \quad (10)$$

Где: Hu – низшая теплота сгорания топлива; η_e - эффективный КПД определяемый по формуле 11

$$\eta_e = \eta_i \eta_M \quad (11)$$

где : η_i – коэффициент наполнения; $\eta_M = 0{,}8513$

Формула удельного эффективного расхода топлива

$$g_e = \frac{3600}{Hu\eta_e} \quad (12)$$

Уравнение эффективного крутящего момента принимает вид

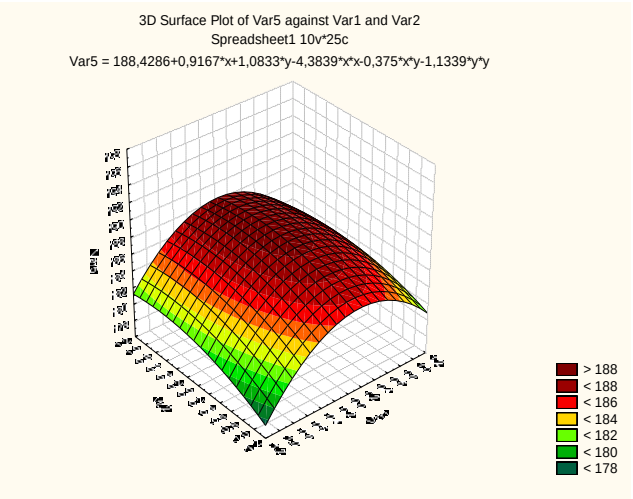
$$M_{k\,e} = \frac{9550 * N_e}{n} \quad (13)$$

Уравнение эффективного крутящего момента13 и эффективной мощности 9 являет собой итоговые формулы определения эффективности функционирования автотракторных дизельных двигателей на основании изменившегося параметра расхода воздуха при сохранении цикловой подачи топлива.

В третьей главе «Методика экспериментального обоснования параметров устройства воздухоподготовки» описаны методики проведения лабораторных и натурных испытаний по определению параметров устройства воздухоподготовки на основе планирования многофакторного эксперимента по плану Бокса-Бенкена с дальнейшим анализом в программе «Статистика». Описаны способы и технические средства контроля основных параметров диагностики и работы автотракторного дизельного двигателя оборудованного устройством воздухоподготовки. На основании общепринятой методики измерений расхода топлива ГОСТ 20306-90 «Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний» разработана программа проведения испытаний с получением числовых значений расхода топлива. Создан план проведения испытаний автотракторных дизельных двигателей на

интенсивность изнашивания силовых установок с получением числовых значений применения устройства воздухоподготовки.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований» предоставляются данные определения параметров устройства воздухоподготовки по результатам многофакторного эксперимента и обработкой данных в программе статистика. Получен отклик поверхности, представленный на рисунке 4



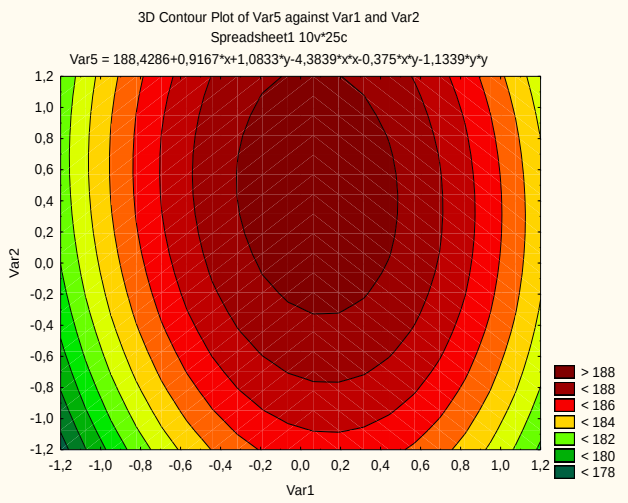


Рисунок 4 – график определения параметров устройства воздухоподготовки, на основании значения расхода воздуха автотракторным дизельным двигателем.

Произведен расчет показателей силовой установки по имеющимся значениям потребляемого топлива и воздуха, на основании изменившегося коэффициента избытка воздуха по методике главы 2 получены расчетные показатели эффективной мощности, эффективного крутящего момента, удельного эффективного расхода топлива, эффективного КПД, индикаторного КПД и коэффициента наполнения, они представленные в таблице 2.

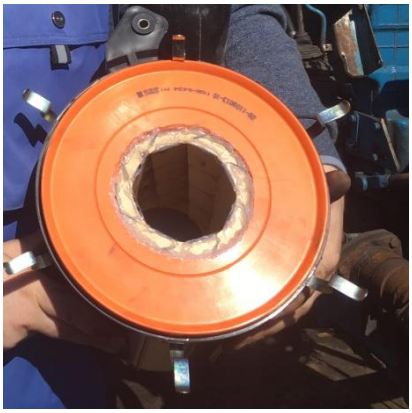


Рисунок 5 – опытное устройство воздухоподготовки.

Таблица 2 – сравнительные расчеты серийного и модернизированного автотракторного дизельного двигателя.

Показатель	Серийный двигатель д-243	Двигатель Д-243 оснащенный устройством	Разница в единицах	Разница в %
$M_{k\,e}$эффективный крутящий момент	238 Нм	243,3Нм	5,3 Нм	2,2%
η_e эффективный КПД	0,3604	0,3811	0,1231	5,74%
g_e удельный эф. расход топлива	235 г/ кВт*ч.	207 г/ кВт*ч	28г	-11,9%
N_eэффективная мощность	51 кВт	53,507кВт	6,173	10,2%
η_i индикаторный КПД	0,4001	0,42491	0,02481	6,2%
η_v коэффициент наполнения	0,79	0,877	0,087	11,012%
α коэф.избытка воздуха	1,54	1,6909	0,1509	9,79%

Построен график эффективности рисунок 6,7.

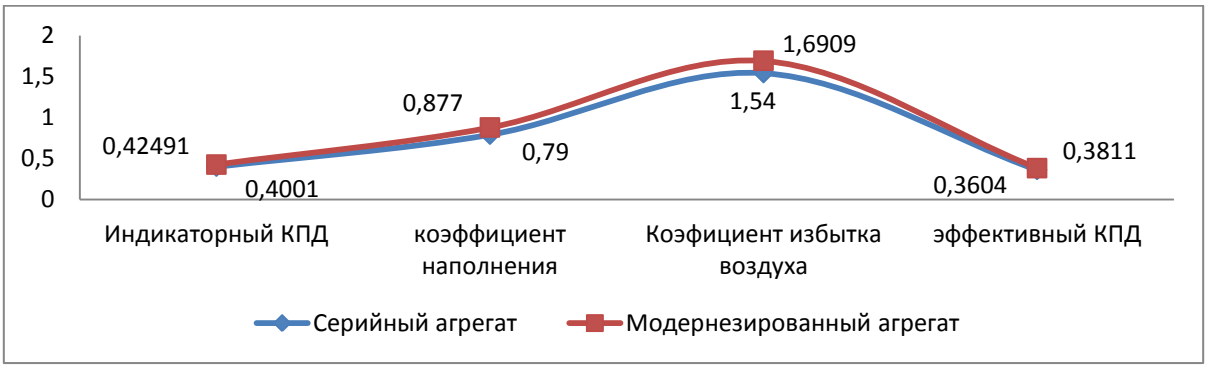


Рисунок 7 – Значения параметров серийного и модернизированного автотракторного дизельного двигателя.

Из графиков видно, что на модернизированном агрегате увеличился эффективный и индикаторный КПД, коэффициент наполнения, коэффициент избытка воздуха.

Проведены расчеты средних показателей двух групп мобильных агрегатов участвующих в испытаниях по интенсивности износа таблица 3.

На основании экспериментальных данных наблюдается снижение интенсивности износа у экспериментальной группы автотракторных дизельных двигателей в сравнении с контрольной группой. Показатель компрессии — снижение интенсивности износа цилиндров, показатель полного вакуума — снижение износа механизма клапанов, а показатель остаточного вакуума — плотность прилегания колец к стенкам цилиндра.

Таблица 3 – Сравнение данных по интенсивности износа двух групп опытных автотракторных дизельных двигателей принимавших участие в испытаниях.

Значение	Серийные автотракторные дизельные двигатели (ср. наработка 715 моточасов)	Модернизированные автотракторные дизельные двигатели (ср. наработка 875 моточасов)
Компрессия		
Значение до эксперимента	37,775	35,45
Значение после эксперимента	34,63	35,325
Разница до-после за Атм/наработанный моточас	1,145	0,125
Разница серийный – модернизированный Атм/1000 моточасов	1,4585	
Полный вакуум		
Значение до эксперимента	0,8833	0,8833
Значение после эксперимента	0,8275	0,8716
Разница до-после за Ед/наработанный моточас	0,0558	0,0117
Ед/1000 моточасов	0,078	0,0133
Разница серийный – модернизированный ед/1000 моточасов	0,0647	
Остаточный вакуум		
Значение до эксперимента	0,1425	0,1483
Значение после эксперимента	0,1225	0,145
Разница до-после за Ед/наработанный моточас	0,02	0,0033
Разница до-после Ед/1000 моточасов	0,0279	0,0037
Разница серийный – модернизированный ед/1000 моточасов	0,0242	

Проведены полевые испытания на измерение расхода топлива по разработанной методике. Натурные испытания автотракторного дизельного двигателя оборудованного устройством воздухоподготовки использовавшегося на транспортных работах в КФХ Кочика Е.В. и КФХ Семенов А.А. Чучковского и Сасовского района Рязанской области показали снижение расхода топлива на 11% и общую сходимость теоретических и практических результатов на уровне 96.5.%.

В пятой главе «Экономический эффект от применения устройства воздухоподготовки автотракторных дизельных двигателей» дается оценка экономического эффекта при переоборудовании одной сельскохозяйственной единицы за период уборочной. Учтены особенности переоборудования машин,

используемых в хозяйстве, отмечено удорожание их балансовой стоимости. Результаты расчетов занесены в таблицу 4. Оценка экономического эффекта внедрения разработки проводилось в ценах 2018 года.

Таблица 4 – итоговые показатели экономического эффекта модернизированного трактора МТЗ-80М и серийного трактора МТЗ-80

Показатель	МТЗ - 80	МТЗ -80 М
Балансовая стоимость трактора, руб.	44000	51168,3
Дополнительные затраты, руб.	-	7168,3
Расход топлива, кг/ч	6,4	5,1
Сезонная экономия топлива, кг	-	263,25
Эксплуатационные издержки, тыс. руб.	179,67	170,17
Сезонная экономия, руб.	-	9494,71
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, сезон		0,75

Исходя из таблицы 4 видно, что вложенные средства в размере 7 168.3 рублей окупаются только экономией топлива за 0.75 зерноуборочного сезона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведенного анализа причин и факторов снижения надежности автотракторных дизельных двигателей обобщены виды износа сельскохозяйственных машин. Фактором повышения надежности и снижением износа техники является совершенствование системы воздухоподготовки.

2. Разработана конструктивно-технологическая схема оснащения устройством воздухоподготовки для автотракторных дизельных двигателей, устанавливаемое в канале впуска, содержащая вертикальные направляющие лопатки, выполненные в виде пластин прямоугольной формы и установленные по касательной к цилиндрической поверхности, образованной верхним и нижним основаниями в форме кольца.

3. На основе теоретических исследований определены значения параметров устройства воздухоподготовки. Диаметр основания устройства 78 мм, высота устройства 180 мм, количество лопаток 8, угол схождения лопаток 30^0 первый коэффициент изменения площади сечений 1.768, второй коэффициент изменения площади сечения 1,33.

4. Экономический эффект от использования устройства воздухоподготовки в дизельном двигателе трактора МТЗ-80 + прицеп 2-ПТС4 на транспортных работах в размере 67,5 моточаса, составил 9494,71 рублей за один зерноуборочный сезон.

Рекомендации производству:

Устройство воздухоподготовки рекомендуется использовать в отраслях сельского хозяйства, где большую часть производимой работы

осуществляет двигатель внутреннего сгорания. Снижение эксплуатационных затрат будет приносить дополнительный доход в виде экономии энергетических ресурсов.

Перспективы дальнейшей разработки темы:

В перспективе научных исследований этой области следует рассмотреть создание устройства воздухоподготовки для мобильных сельскохозяйственных агрегатов оснащенных системой турбонаддува.

Положения диссертации и полученные результаты отражены в следующих основных публикациях:

Публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России

1. Кожин С.А. Практический опыт и результат работы устройства вихревого действия на двигателе внутреннего сгорания [Текст] / Шемякин А.В., Кожин С.А., Кирилин А.В. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева - 2016. – № 3 (31). – С. 71-76.
2. Кожин С.А. Применение вихревых технологий повышения тягово-эксплуатационных, и экономических показателей двигателя внутреннего сгорания [Текст] / Кожин С.А. // Инновации в АПК: проблемы и перспективы - 2017– № 3 (15) – С. 31-37.

Патенты

3. Пат. РФ на ПМ №174143 «Устройство для завихрения воздуха для двигателя внутреннего сгорания/ С.А. Кожин, А.В. Шемякин, Н.В.Бышов, Е.В.Лунин, А.В.Кирилин.2017.

Статьи в других изданиях

4. Кожин С.А. Альтернативный способ повышения мощности и крутящего момента в двигателе внутреннего сгорания [Текст] / Кожин С.А., Шемякин А.В. // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2016. – № 1 (2). – С. 177-183.
5. Кожин С.А. Применение вихревых технологий в двигателестроении [Текст] / Кирилин А.В., Кожин С.А., Шемякин А.В. // В сборнике: инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы национальной науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева", 2016. – С. 79-83.

6. Кожин С.А. Проблема развития современного двигателестроения в направлении поиска дополнительных мощностных ресурсов двигателя внутреннего сгорания [Текст] / Кожин С.А., Шемякин А.В., Кузин Е.Г. // В сборнике: Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. Министерство сельского хозяйства РФ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 106-110.

.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная
Усл. печ. л.1 Тираж 100 экз. Заказ № 1394
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1
Отпечатано в издательстве учебной литературы и учебно-методических пособий
ФГБОУ ВО РГАТУ
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1