

УДК 621.432

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВ- НОЙ СИСТЕМЫ

Бурцев Александр Юрьевич, к.т.н., доцент инженерно-экономической кафедры филиала Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева, г. Белово

Малькова Елена Вячеславовна, к.п.н., доцент кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасности жизнедеятельности», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет» (ЮУрГАУ), г. Челябинск

Битюков Максим Владимирович, аспирант кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасности жизнедеятельности», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»

Аннотация. В результате анализа методов и средств диагностирования системы топливоподачи была проведена их систематизация по принципу наибольшей эффективности при встроенном диагностировании. Анализ конструктивных решений позволил выбрать эффективный метод загрузки путем полного отключения циклов искрообразования или топливоподачи. В статье приводится сравнительная оценка полученных данных эксперимента с теорией. Проведен сравнительный анализ экспериментальных данных и теоретических точек, взятых из модели «MATLAB Simulink 2024». Сравнения приведены для вариантов варьирования жиклеров в системе топливоподачи от 1,0 мм до 0,4 мм. Пределы изменения числа работающих цилиндров составили от $k = 4$ до $k = 1$, с варьируемой частотой вращения коленчатого вала двигателя. Установлены пределы варьирования подачи топлива, подачи воздуха, крутящего момента и мощности двигателя при варьировании эквивалентного сечения линии топливоподачи и тестовых режимов. **Ключевые слова:** тестовое диагностирование, система топливоподачи, топливный насос, контроль топлива, контроль давления, сила тока питания.

Актуальность темы. В настоящее время приоритетным направлением развития автотракторных средств является обеспечение высокой экономичности, экологичности и надежности [1, 2, 3]. Поддержание высокого уровня экологичности и экономичности затрудняется наличием большого количества эксплуатационных факторов, влияющих на надежность автотракторных средств [4, 5, 6]. Особенно весомыми факторами в сельском хозяйстве выступают повышенная запыленность, сложные условия эксплуатации, значительные нагрузки, удаленность от центров обслуживания и другие [7, 8]. Комплексное действие всех перечисленных факторов приводит к заметному ухудшению технического состояния систем ДВС, в частности, топливных систем [9, 10]. Основой контроля технического состояния, поддержания и

управления качественным состоянием является использование методов технического диагностирования [11, 12]. Возникает необходимость в разработке и совершенствовании эффективных методов диагностирования топливных систем без выведения из эксплуатации машин [13, 14, 15]. **Цель исследований:** провести оценку технико-экономических результатов исследования инновационного метода диагностирования топливной системы.

Материалы и методы. Теоретическая часть исследований основана на общих концептуальных положениях узкоспециальных отраслей физики и математики: гидравлике и электротехнике, статистике и теории вероятностей [16, 17]. Практическая часть исследований включает в себя экспериментальные исследования со стендовой установкой и соответствующего диагностического оборудования, проводимые в стационарных условиях [18, 19].

В результате анализа методов и средств диагностирования системы топливоподачи была проведена их систематизация по принципу наибольшей эффективности при встроенном диагностировании [20, 21]. Наибольший эффект обеспечивает сочетание методов прямого и косвенного контроля [22, 23]. Так как наибольшую чувствительность, точность и достоверность обеспечивают электрические сигналы датчиков, то в качестве контрольных были выбраны: датчик мгновенного давления топлива, датчик мгновенного расхода топлива, датчик мгновенного тока цепи питания топливного насоса [24, 25, 26]. В качестве косвенных методов был выбран контроль величины давления топлива, контроль величины расхода топлива, контроль электрических параметров при движении топлива в прямом и обратном топливопроводах [27, 28]. Усилить комбинацию выбранных методов можно посредством применения тестового метода контроля системы топливоподачи двигателя, за счет варьирования величины прикладываемой нагрузки [29, 30].

На основании критического анализа был выбран наименее затратный и эффективный метод реализации нагружения – метод отключения отдельных цилиндров (по топливоподаче и искрообразованию). Анализ конструктивных решений позволил выбрать эффективный метод загрузки путем полного отключения искрообразований или топливоподачи [1, 3, 5]

Чтобы связать степень нагружения двигателя с реальным нагружением, которое обеспечивается стендовым методом, была использована программа «*MATLAB Simulink 2024*» с версией математической модели. Встроенная математическая модель представляет собой расчетный скрипт комплексного моделирования процессов двигателя с питанием бензиновым топливом. Комбинированная модель начинает построение со ступенчатого изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя, варьiruемой величины крутящего момента при анализе встроенной картографии данных массового расхода воздуха и топлива (рисунок 1).

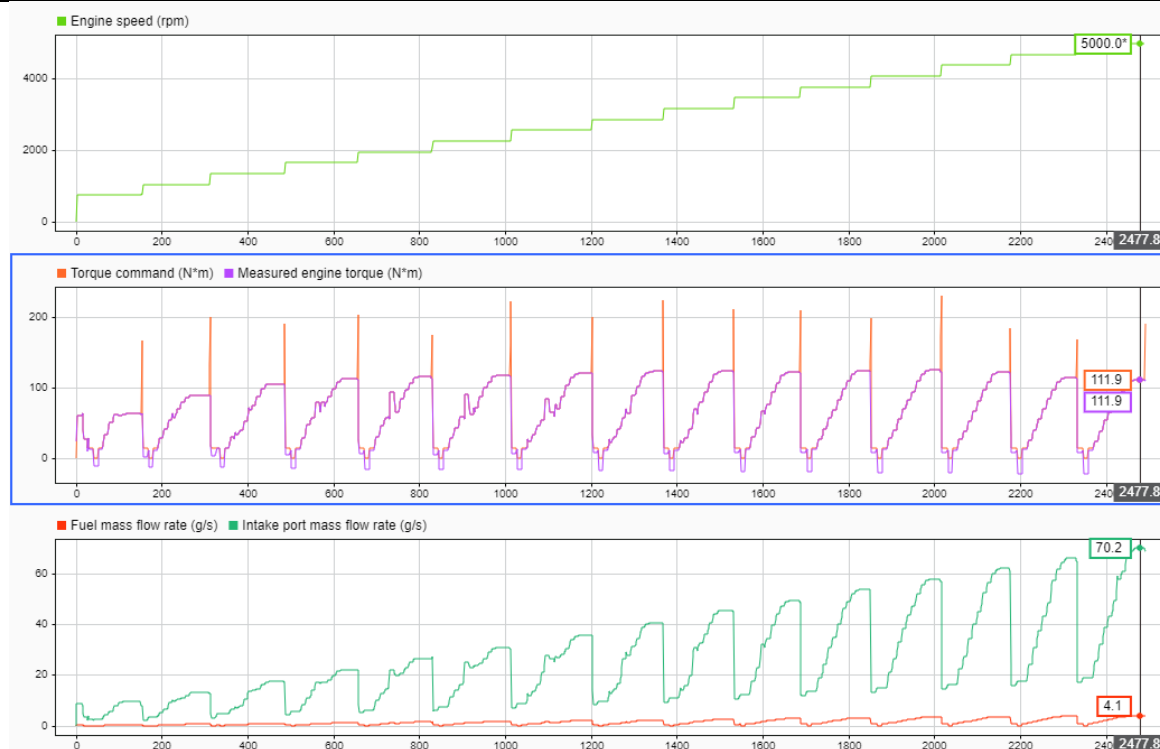


Рисунок 1 – Обобщенная нагрузочная характеристика двигателя (зависимости читать сверху-вниз): частота вращения коленчатого вала двигателя n , мин^{-1} от заданного времени t , с; момент крутящий $M_{кр}$, Н·м от заданного времени t , с; топливоподача G_m , г/с от заданного времени t , с, воздухоподача $G_{Втеор}$, г/с от заданного времени t , с

Как видно из рисунка 1, используя полученные теоретические данные можно оценивать степень реального нагружения двигателя и техническое состояние системы топливоподачи. На рисунке 1, в крайней правой части графика установлен маркер, соответствующий точке со значением частоты вращения коленчатого вала двигателя ($n = 5000 \text{ мин}^{-1}$), для определения параметров: топливоподачи ($G_m = 4,1 \text{ г/с}$), воздухоподачи ($G_{Втеор} = 70,2 \text{ г/с}$), крутящего момента двигателя ($M_{кр} = 111,9 \text{ Н·м}$). При известных значениях частоты вращения коленчатого вала и крутящего момента можно определить мощность двигателя, реализуемую в данной режимной точке ($N_e = 58,6 \text{ кВт}$).

Данные нагрузочной характеристики определяются в диапазонах нагружения двигателя при $n = 1000 \dots 5000 \text{ мин}^{-1}$, при числе работающих цилиндров $k = 4 \dots 1$.

В качестве основной методики был выбран план проведения трехфакторного эксперимента с разными уровнями варьирования входных параметров. В качестве входных параметров были выбраны: диаметр проходного сечения, число работающих цилиндров, частота вращения коленчатого вала двигателя. В качестве выходных параметров были выбраны: рабочее давление в топливной системе, сила тока питания топливного насоса, расход топлива в прямом и обратном топливопроводе, массовый расход воздуха, часовой расход топлива, длительность впрыска.

Проведем сравнение экспериментальных результатов с теоретическими расчетами, проведенными в программе «*MATLAB Simulink 2024*». Приведем сравнительные зависимости при изменении гидравлического сопротивления топливной магистрали от $d_{ж} = 1,0$ мм до $d_{ж} = 0,4$ мм.

Рассмотрим в начале зависимость $Q_{возд}$, г/с от n , мин⁻¹ при варьировании степени отключения цилиндров $k = 4 \dots 1$, для жиклеров с диаметрами $d_{ж} = 1,0$ мм и $d_{ж} = 0,4$ мм (рисунок 2).

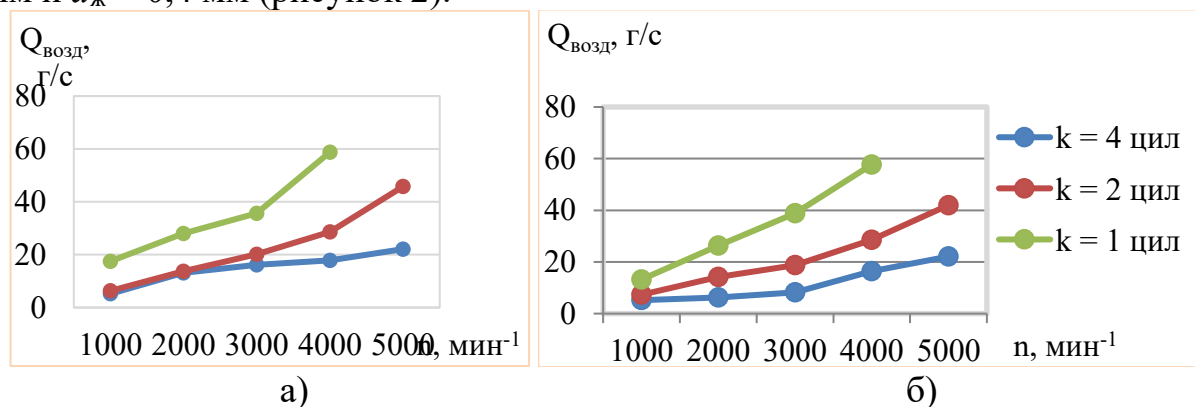


Рисунок 2 – Зависимость воздухоподдачи $Q_{возд}$, г/с от частоты вращения коленчатого вала двигателя n , мин⁻¹: а) при $d_{ж} = 0,4$ мм; б) при $d_{ж} = 1,0$ мм

Как видно из рисунка 2 б), при наименьшей степени нагружения ДВС ($k = 4$ цилиндра), линия зависимости $Q_{возд}(n)$ имеет наименьший наклон. При $k = 4$ цилиндра даже в точке $n = 5000$ мин⁻¹, воздухоподдача составляет $Q_{возд} = 22,1$ г/с. $Q_{возд}$ косвенно характеризует нагружение ДВС. Наибольший уровень нагружения возникает при $k = 1$. Резкий рост $Q_{возд}$ связан с догружением одного оставшегося в работе цилиндра мощностью механических потерь трех других выключенных цилиндров.

Анализ аналогичного по принципу варьирования числа включенных цилиндров для значения $d_{ж} = 0,4$ мм (рисунок 2 а)) показывает, что при работе двигателя на всех четырех цилиндрах максимальный уровень воздухоподдачи достигается при $n = 5000$ мин⁻¹ и составляет 22,1 г/с. Как видно из рисунка 2 а), при наибольшем нагружении ДВС при $k = 1$, наблюдается резкое увеличение $Q_{возд}$ на всем диапазоне варьирования n .

После нахождения значений $Q_{возд}$ при варьировании значений n на пересечении были выбраны точечные значения $M_{кр}$. На основании полученных данных построена зависимость крутящего момента $M_{кр}$, Н·м от частоты вращения коленчатого вала двигателя n , мин⁻¹ при варьировании нагрузки от $k = 4$ до $k = 1$ (рисунок 3).

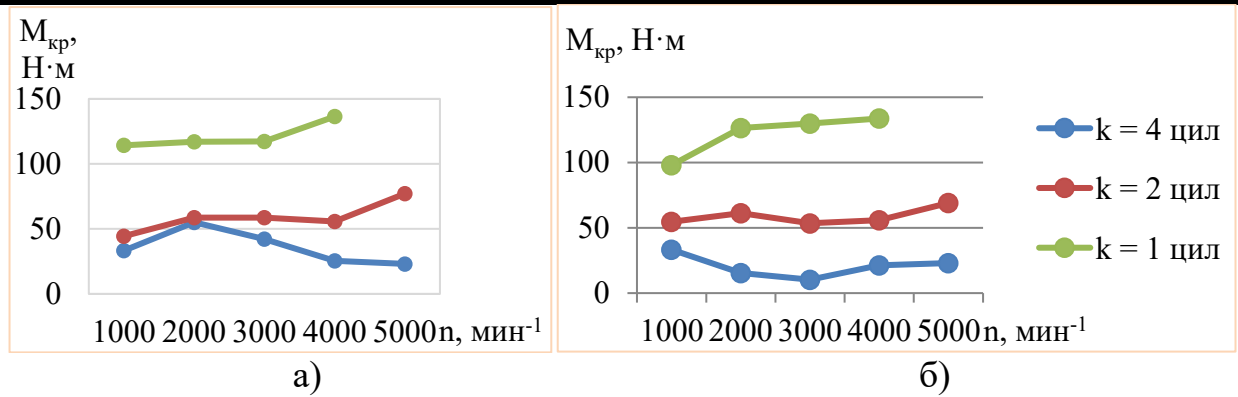


Рисунок 3 – Зависимость крутящего момента $M_{кр}$, Н·м от частоты вращения коленчатого вала двигателя n , мин⁻¹: а) при $d_{ж} = 0,4$ мм; б) при $d_{ж} = 1,0$ мм

Данная зависимость (рисунок 3) позволяет провести эквивалент степени нагружения в виде числа отключенных цилиндров и величин крутящего момента. Зная данную связь можно косвенно в стационарных условиях производить нагружение ДВС путем отключения цилиндров и сопоставлять с $M_{кр}$ для понимания реальной величины нагрузки.

Далее, после построения зависимостей $Q_{возд}(n)$ и $M_{кр}(n)$ определены точечные значения $Q_{топл}$. В итоге были получены точечные данные и по ним построена зависимость $Q_{топл}$, г/с от величины частоты вращения коленчатого вала двигателя n , мин⁻¹ при варьировании степени нагружения от $k = 4$ до $k = 1$ (рисунок 4).

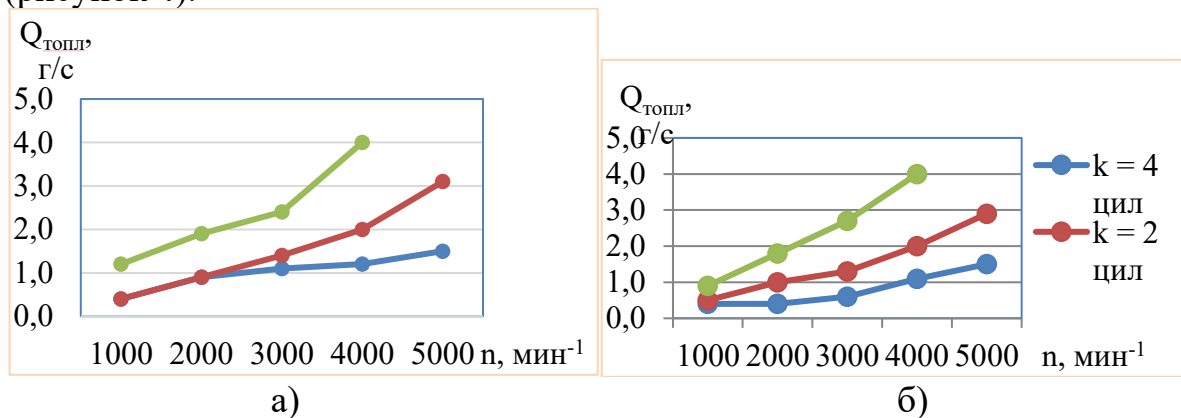


Рисунок 4 – Зависимость топливоподачи $Q_{топл}$, г/с от частоты вращения коленчатого вала двигателя n , мин⁻¹: а) при $d_{ж} = 0,4$ мм; б) при $d_{ж} = 1,0$ мм

Анализ данных на рисунке 4 б) показывает на непрерывно восходящий тренд величины $Q_{топл}$ на всем протяжении изменения величины n . Наименьшее значение $Q_{топл}$ достигается при $k = 4$ в точке $n = 1000$ мин⁻¹ и составляет 0,4 г/с. Максимум $Q_{топл}$ при $k = 4$ достигается в точке $n = 5000$ мин⁻¹ и составляет 1,5 г/с. Зная величину максимального значения $Q_{топл}$ также можно косвенно судить о степени нагружения ДВС. Однако, в отличие от величин $Q_{возд}$ и $M_{кр}$ величина $Q_{топл}$ связана с множеством других процессов ДВС и менее информативна при контроле системы топливоподачи и ДВС в целом.

Анализ аналогичного по принципу варьирования числа включенных цилиндров для значения $d_{ж} = 0,4$ мм рисунка 4 а) показывает, что в начале ха-

рактических при $k = 4$ и $k = 2$ обнаруживаются одинаковые значения $Q_{\text{топл}}$ в точках $n = 1000$ и $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$, после чего наблюдается расхождение трендов развития характеристик. Тренд при меньшем нагружении при $k = 4$ соответствует более пологому росту характеристики. Тогда, как более высокий уровень нагружения при $k = 2$ вызывает резкий рост значений $Q_{\text{топл}}$ по сравнению с характеристикой при $k = 4$. Максимальная разница двух характеристик при $k = 4$ и $k = 2$ обнаруживается в точке $n = 5000 \text{ мин}^{-1}$ и составляет $3,1 - 1,5 = 1,6 \text{ г/с}$, т.е., двукратное увеличение $Q_{\text{топл}}$.

После нахождения значений $M_{\text{кр}}$, соответствующих заданным значениям n при варьировании степени отключения цилиндров можно определить точечные значения мощности N_e по формуле (1):

$$N_e(i) = \frac{M_{\text{кр}i} \cdot n_i}{9554} \quad (1)$$

где N_e – эффективная мощность ДВС, кВт; n_i – частота вращения коленчатого вала ДВС, мин^{-1} ; $M_{\text{кр}i}$ – крутящий момент двигателя, Н·м; 9554 – коэффициент приведения.

С учетом рассчитанных значений мощности по формуле (1) и табличных данных построим зависимость мощности N_e , кВт от частоты вращения коленчатого вала двигателя n , мин^{-1} при варьировании степени нагружения ДВС от $k = 4$ до $k = 1$ (рисунок 5).

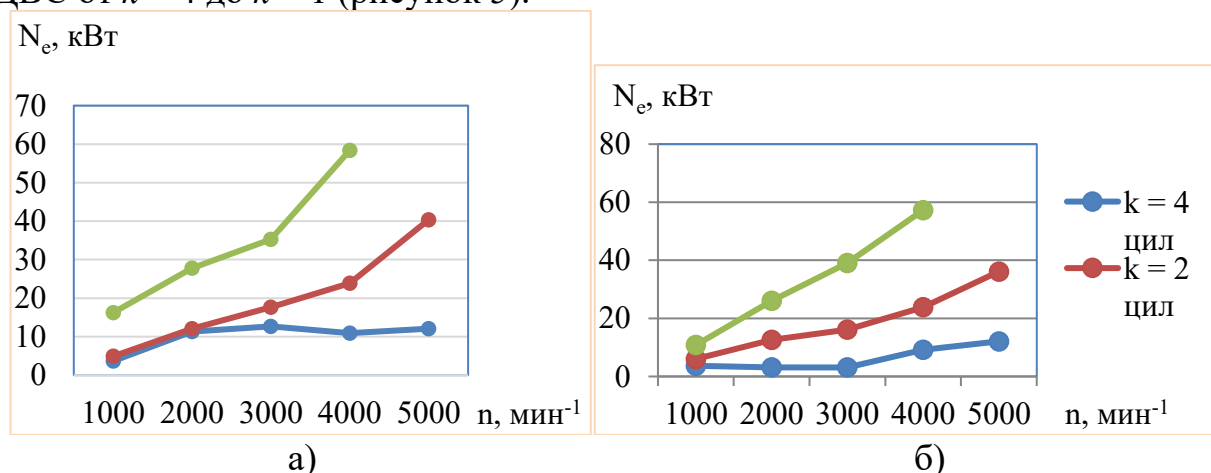


Рисунок 5 – Зависимость мощности N_e , кВт от частоты вращения коленчатого вала двигателя n , мин^{-1} : а) при $d_{\text{ж}} = 0,4 \text{ мм}$; б) при $d_{\text{ж}} = 1,0 \text{ мм}$

Анализ данных на рисунке 5 б) показывает, что в случае нагружения ДВС при $k = 4$ цилиндра наблюдаются очень незначительные приросты N_e . Так, при $n = 1000...3000 \text{ мин}^{-1}$, N_e фактически находится на одном уровне и не превышает 3,67 кВт. После $n = 3000 \text{ мин}^{-1}$, дальнейший рост n вызывает динамичный прирост величины N_e до максимума в точке $n = 5000 \text{ мин}^{-1}$, где N_e составляет 12 кВт.

Значение N_e является расчетной величиной, обобщающей все предыдущие характеристики, но в обобщенном виде показывает достижимый уровень максимума нагружения. Если в процессе статического нагружения методом отключения цилиндров не удастся достичь заданного значения N_e , то это говорит о появлении неисправностей. Но данных неисправностей может быть

большое множество и определить с какой системой это связано очень сложно. Поэтому использование точечных данных по трем предыдущим графикам (рисунки 2-4) позволяет установить исчерпывающую картину оценки технического состояния топливной системы ДВС, а зависимость N_e от n позволяет констатировать степень снижения эффективности работы ДВС при конкретном уровне развития неисправностей топливной системы.

Анализ результатов, представленных на рисунке 5 а) показывает на рост N_e с увеличением степени нагружения ДВС. Так, при наименьшем нагружении, при $k = 4$, наблюдается изменчивый тренд линии N_e , который в начале возрастает до точки $n = 3000 \text{ мин}^{-1}$, а потом обнаруживает практически линейный тренд, не превышая значения $N_e = 12,6 \text{ кВт}$.

Выводы. Таким образом, построены графики четырех изменяемых параметров $Q_{\text{возд}}$, $Q_{\text{топл}}$, $M_{\text{кр}}$, N_e со значительной точностью характеризующие процесс нагружения ДВС и чувствительный отклик на него системы топливоподачи при варьировании величины сечения линии топливоподачи $d_{\text{ж}}$ от 1,0 мм до 0,4 мм. В случае недостаточной подачи топлива электробензонасосом, двигатель не сможет развить максимальных значений $M_{\text{кр}}$ и N_e , что косвенно характеризует техническое состояние системы топливоподачи. При этом недостаточная топливоподача электробензонасосом характеризуется существенным снижением величины обратного топлива в обратной магистрали. В критической ситуации $Q_{\text{топл(обр)}} = 0 \text{ л/ч}$ и при последующем нагружении все четыре характеристики будут резко снижаться до критического уровня. Уменьшение значений параметров $Q_{\text{возд}} \leq 50 \text{ г/с}$, $Q_{\text{топл}} \leq 3 \text{ г/с}$, $M_{\text{кр}} \leq 100 \text{ Н·м}$, $N_e \leq 50 \text{ кВт}$ при этом говорит о недостаточном количестве топлива, подаваемого ЭТН. При уменьшении $d_{\text{ж}} \leq 0,4 \text{ мм}$, обнаруживаются критические нарушения топливоподачи в цилиндры ДВС.

Список литературы:

1. Gritsenko, A. V. Monitoring Engine Toxicity Parameters and Selective Control of Its System Operation / A. V. Gritsenko, Z. V. Almetova, V. V. Rudnev // Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019) : Conference proceedings. Series: Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME), Sochi, 25–29 марта 2019 года. Vol. 1. – Cham: Springer International Publishing, 2020. – P. 829-838. – DOI 10.1007/978-3-030-22041-9_88. – EDN SZIRIV.
2. Снижение токсичности отработавших газов дизельного двигателя путем отключения части его цилиндров / В. Н. Кожанов, А. А. Петелин, А. В. Гриценко, В. Д. Шепелев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2018. – Т. 18, № 2. – С. 34-44. – DOI 10.14529/engin180204. – EDN XREQWL.
3. Битюков, М. В. Теоретический контроль баланса топлива в прямой и обратной магистрали топливной системы / М. В. Битюков, А. В. Гриценко, И. Х. Гималтдинов // Мобильные машины и проблемы экологии. – Казань: Казанский ГАУ, 2025. – С. 508-516. – EDN AQZABC.

4. Битюков, М. В. Исследование баланса энергий при изменении технического состояния топливного насоса машин сельскохозяйственного назначения при использовании тестового диагностирования / М. В. Битюков, А. В. Гриценко // АПК России. – 2024. – Т. 31, № 2. – С. 185-195. – DOI 10.55934/2587-8824-2024-31-2-185-195. – EDN MDQIUL.
5. Меньшенин, А. С. Исследование адаптивных методов коррекции параметров ДВС при использовании тестовых методов / А. С. Меньшенин, А. В. Гриценко, И. Х. Гималтдинов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации. – Казань: Казанский ГАУ, 2022. – С. 219-226. – EDN MGVXOK.
6. Methodical Framework for Evaluating the Level of the Carrying Capacity of Transport Systems in View of the Irregularity of Cargo Flows / Z. Almetova, V. Shepelev, E. Shepeleva [et al.] // Transportation Research Procedia, Padova, 07–09 марта 2018 года. – Padova, 2018. – P. 226-235. – DOI 10.1016/j.trpro.2018.09.025. – EDN MBAUBF.
7. Гриценко, А. В. Диагностирование электрических бензонасосов системы питания автомобилей с микропроцессорной системой управления двигателем / А. В. Гриценко, К. А. Цыганов // Достижения науки - агропромышленному производству. – Челябинск: ЧГАА, 2013. – С. 49-55. – EDN UGVCMX.
8. Тестовое диагностирование электрических топливных насосов / А. В. Гриценко, К. И. Лукомский, Д. Б. Власов, К. В. Глемба // АПК России. – 2017. – Т. 24, № 5. – С. 1161-1167. – EDN ZXVRDP.
9. Диагностирование электромагнитных форсунок по изменению качественного состава топливной смеси / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, К. В. Глемба [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-11. – С. 2380-2384. – EDN TARFPD.
10. Gritsenko, A. V. Diagnostics of the fuel supply system of auto ICEs by the test method / A. V. Gritsenko, V. D. Shepelev, I. V. Makarova // Journal of King Saud University. Engineering Sciences. – 2021. – DOI 10.1016/j.jksues.2021.03.008. – EDN RXLLVJ.
11. Forecasting the Passage Time of the Queue of Highly Automated Vehicles Based on Neural Networks in the Services of Cooperative Intelligent Transport Systems / V. Shepelev, S. Aliukov, S. Zhankaziev [et al.] // Mathematics. – 2022. – Vol. 10, No. 2. – P. 282. – DOI 10.3390/math10020282. – EDN RGEZLG.
12. Гриценко, А. В. Комплексное диагностирование электрического бензонасоса системы топливоподачи / А. В. Гриценко, Д. Б. Власов, А. М. Плаксин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2016. – Т. 4, № 5-4(25-4). – С. 239-243. – EDN XAYBJH.
13. The Role of Reverse Logistics in the Transition to a Circular Economy: Case Study of Automotive Spare Parts Logistics / I. Makarova, K. Shubenkova, P. Buyvol [et al.] // FME Transactions. – 2021. – Vol. 49, No. 1. – P. 173-185. – DOI 10.5937/FME2101173M. – EDN PXKYDE.
14. Диагностирование электрических насосов по силе тока питания при сопротивлении в топливосистеме / К. В. Глемба, А. В. Гриценко, К. А. Цыга-

- нов, Д. Б. Власов // Евразийское Научное Объединение. – 2015. – Т. 1, № 11(11). – С. 16-18. – EDN VBYJXB.
15. Гриценко, А. В. Исследование характеристик электрических топливных насосов бензиновых двигателей при имитации основных неисправностей топливной системы / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, Д. Б. Власов // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2(46). – С. 18-27. – DOI 10.20291/2079-0392-2020-2-18-27. – EDN CBGEFE.
16. Гриценко, А. В. Разработка средств и методов диагностирования с частично параллельным резервированием элементов, а также с устранением лишних диагностических операций и диагностических параметров / А. В. Гриценко // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 7(70). – С. 120-125. – EDN OZOFGE.
17. Гриценко, А. В. Результаты экспериментальных исследований пропускной способности электромагнитных форсунок бензиновых двигателей внутреннего сгорания / А. В. Гриценко, С. С. Куков, Д. Д. Бакайкин // Вестник МГАУ имени В.П. Горячкина. – 2012. – № 5(56). – С. 40-42. – EDN RBIJSV.
18. Соловьев, Р. Ю. Методы и средства тестового диагностирования системы питания двигателей внутреннего сгорания автомобилей. Технологические рекомендации: Технологические рекомендации / Р. Ю. Соловьев, А. В. Гриценко, С. С. Куков. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка Россельхозакадемии, 2013. – 40 с. – EDN VBZBHT.
19. Методы снижения токсичности и экологичность современных автомобилей / Н. Н. Русакова, В. Е. Уланов, А. В. Гриценко, И. Х. Гималтдинов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации. – Казань: Казанский ГАУ, 2022. – С. 285-291. – EDN BRNVAB.
20. Гриценко, А. В. Диагностирование датчиков массового расхода воздуха легковых автомобилей / А. В. Гриценко, О. Н. Ларин, К. В. Глемба // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 113-118. – EDN PLTZPV.
21. Гриценко, А. В. Диагностирование автомобильных генераторов по осциллограммам напряжения / А. В. Гриценко, С. С. Куков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 2. – С. 13-15. – EDN UWUPXT.
22. Гриценко, А. В. Способ диагностирования системы топливоподачи двигателей внутреннего сгорания легковых автомобилей / А. В. Гриценко, С. С. Куков, Д. Д. Бакайкин // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2011. – Т. 59. – С. 30-32. – EDN OZPFMD.
23. Тестовые методы диагностирования систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей: Монография / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, К. В. Глемба [и др.]; Южно-Уральский государственный аграрный университет, Институт Агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – 210 с. – ISBN 978-5-88156-729-3. – EDN VYANWJ.

24. Разработка метода и средства диагностирования электробензонасосов системы топливоподачи ДВС / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2015. – № 1. – С. 40-44. – EDN TMPZVN.
25. Гриценко, А. В. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности систем питания и смазки двигателей внутреннего сгорания (экспериментальная и производственная реализация на примере ДВС автомобилей): специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве": автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Гриценко Александр Владимирович. – Челябинск, 2014. – 40 с. – EDN ZPGZRB.
26. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности систем топливоподачи и смазки двигателей внутреннего сгорания / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, К. И. Лукомский, В. В. Волынкин // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 7(125). – С. 53-58. – EDN QZDVGF.
27. Результаты исследования выходных характеристик электрических насосов автомобилей при имитации сопротивления в нагнетательном топливопроводе / А. В. Гриценко, А. М. Плаксин, К. В. Глемба [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-5. – С. 991-995. – EDN SYEFIZ.
28. Гриценко, А. В. Обоснование и разработка средств и методов диагностирования двигателей внутреннего сгорания автомобилей / А. В. Гриценко, С. С. Куков // Достижения науки - агропромышленному производству: Материалы I Международной научно-технической конференции, Челябинск, 01–02 марта 2011 года / Редактор: Н.С. Сергеев. Том Часть 3. – Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2011. – С. 7-11. – EDN UCGEWP.
29. Бакайкин, Д. Д. Техническое обслуживание элементов системы топливоподачи бензинового двигателя с электронной системой управления / Д. Д. Бакайкин, С. С. Куков, А. В. Гриценко // Вестник Челябинского агроинженерного университета. – 2006. – Т. 47. – С. 10-13. – EDN UWOGAH.
30. Гриценко, А. В. Алгоритм, информационные характеристики процесса технического диагностирования, методики проектирования и оптимизации устройств диагностирования / А. В. Гриценко // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2013. – Т. 63. – С. 38-41. – EDN RSCQCT.