

водстве сельскохозяйственной продукции», 2-3 июня 2015г. / под ред. В.Б. Ловкиса. – Минск : БГАТУ, 2015. – С. 19–24.

6. Кадровое обеспечение агротехнического сервиса / Н.А. Лабушев, В.Н. Трофимчик, Н.Н. Романюк, В.П. Миклуш // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: докл. респ. науч.-практ. конф. на 21 Междунар. спец. выст. «Белагро-2011», Минск, 9 июня 2011г. / М-во сел. хоз-ва и продовол. Респ. Беларусь, Белагросервис, Беларус. гос. аграр. техн. ун-т ; редкол.: Н.А. Лабушев [и др.]. – Минск, ГИВЦ Минсельхозпрода, 2012. – С. 33–40.

7. Миклуш, В.П. О подготовке инженерных кадров для агротехнического сервиса / В.П. Миклуш, Н.Н. Романюк // Материалы Междунар. науч.-практич. конф. «Роль непрерывного образования и вузовской науки в инновационном развитии АПК», 26-28 января 2012г. / под общ. ред. Н.В. Казаровца. – Минск : БГАТУ, 2012. – С.265–269.

8. Яковчик, Н.С. Опережающая подготовка кадров как ключевой фактор развития агробизнеса через цифровую трансформацию в АПК / Н.С. Яковчик, Н.Н.Романюк, В.Н. Бабин // Сборник научных статей Междунар. науч.-практич. конф. «Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве», 26-27 ноября 2020г. / редкол. : Н.Г. Серебрякова [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2020. – С. 44–50.

9. Международные опыт подготовки IT-специалистов для сельского хозяйства / под ред. J. Smith. Berlin: Springer, 2021. 210 с.

Summary. Training of engineering personnel for agrotechnical service in the conditions of digitalization of the agro-industrial complex is an urgent task. The article discusses key strategies: integration of precision farming technologies, practice-oriented training, development and modernization of curricula and educational programs together with personnel customers for training of demanded specialists.

УДК 621.43.056

Жолобов Л.А., кандидат технических наук, профессор;

Кошелев Р.В., кандидат технических наук, доцент;

Жартун Д.Д., аспирант;

Климов Н.А., аспирант

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева»,

г. Нижний Новгород, Российская Федерация

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТАБИЛИЗАТОРОВ ТОПЛИВА НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В РЕЖИМЕ НАГРУЗОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния стабилизаторов топлива на технико-экономические показатели нагрузочных характеристик бензинового двигателя внутреннего сгорания.

Annotation. The article presents the results of a study of the effect of fuel stabilizers on the technical and economic performance of the load characteristics of a gasoline internal combustion engine.

Ключевые слова. Двигатель внутреннего сгорания, стабилизатор, нагрузочная характеристика.

Keywords. Internal combustion engine, stabilizer, load characteristics.

Нагрузочная характеристика является ключевым показателем, демонстрирующим, как двигатель реагирует на изменение нагрузки при постоянной частоте вращения коленчатого вала. В процессе эксперимента были зафиксированы значения крутящего момента, мощности, часового и удельного расхода топлива при различных нагрузках, что позволило оценить технико-экономические показатели двигателя [2]. Разработана методика проведения испытаний. Полученные результаты позволяют определить оптимальные режимы работы двигателя и возможности для повышения его эффективности и экономичности.

Цель работы – оценить влияние стабилизаторов топлива с диаметром входных отверстий 1,6, 1,8 и 2,0 мм на технико-экономические показатели бензинового двигателя.

Испытания проводились на бензиновом карбюраторном двигателе, установленном на тормозном стенде. Нагрузочная характеристика снималась на частоте вращения 1900 мин⁻¹, что для данного двигателя соответствует максимальному крутящему моменту.

Стабилизаторы топлива представляют собой полые емкости в виде двух соединенных конических элементов, внутренняя полость которых позволяет двигаться топливу по определенным траекториям, что меняет структуру топлива, улучшая его характеристики, что влияет на перемешивание топлива и воздуха в режиме карбюрации.

Топливо поступает во внутреннюю полость через жиклеры одинакового диаметра на входе и на выходе, это позволяет пропускать через стабилизатор определенную дозу топлива независимо от положения установки стабилизатора в системе топливоподдачи.

Внутри объема топливо движется по определенной траектории, что стабилизирует положение молекул в топливе. В процессе испытаний топливо подавалось в прямом направлении от меньшего объема к большему, так и в обратном направлении (схема, рисунок 1).

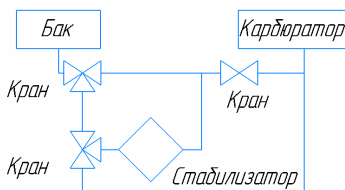


Рисунок 1 – Схема переключения топливоподдачи

Стабилизаторы устанавливаются параллельно штатной системе питания ДВС. Для подключения стабилизатора в систему питания установлена обводная система топливоподдачи, т.е. в первом случае, топливо в ДВС подается по штатной системе, в другом случае, топливо подается в систему питания через стабилизатор (рисунок 1).

Система предусматривает движение топлива через стабилизатор, как в прямом, так и в обратном направлении. С этой целью жиклеры подачи топлива в стабилизатор выполнены одного диаметра.

При проведении испытаний использовались три стабилизатора с жиклерами 1,6, 1,8 и 2 мм. В этом случае, с одним стабилизатором снималась три нагрузочных характеристики: штатная, движение топлива в прямом направлении и движение топлива в обратном направлении. Далее штатное движение топлива будем обозначать индексом – 1, при движении в стабилизаторе в прямом направлении индексом – 2, при этом же условии в обратном направлении индексом – 3.

При сохранении условия проведения испытаний в процессе снятия одной точки, каждый стабилизатор «переворачивался» без остановки работы двигателя за счет переключения топливоподдачи в двигатель через кран.

Методика снятия нагрузочной характеристики заключается в следующем: в начале испытаний устанавливается минимальное открытие дроссельной заслонки, при котором наблюдается устойчивая работа двигателя на заданной частоте вращения – 1900 мин^{-1} топливо подается напрямую в ДВС из бака.

Затем кран переключается, и топливо подается через стабилизатор. После этого стабилизатор «переворачивается на 180 градусов», и испытания повторяются.

Следующие точки характеристики снимаются при равномерной открытии дроссельной заслонки до полного ее открытия через равные интервалы. Это позволяет получить не менее пяти значимых значений показателей усилия на тормозном стенде.

Данная характеристика снимается вначале в штатном режиме, затем, при установке стабилизатора топлива в прямом положении, затем в обратном положении.

Таким образом, при последовательной установке каждого из трех стабилизаторов с двигателя снимается три характеристики: штатная, прямое движение топлива по стабилизатору и обратное движение топлива через стабилизатор. Следовательно, при наличии трех стабилизаторов с двигателя снимается 9 нагрузочных характеристик. Результаты, которых представлены в виде графиков на рисунках 2–4.

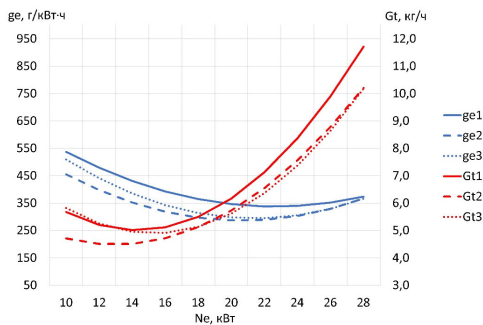


Рисунок 2 – Суммарная нагрузочная характеристика диаметр жиклера стабилизатора 1,6 мм

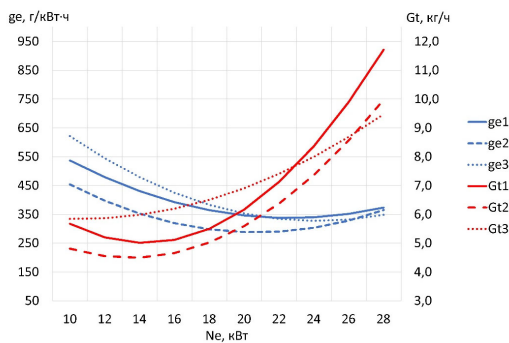


Рисунок 3 – Суммарная нагрузочная характеристика диаметр жиклера стабилизатора 1,8 мм

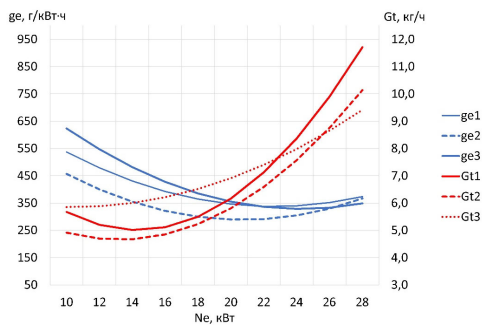


Рисунок 4 – Суммарная нагрузочная характеристика диаметр жиклера стабилизатора 2,0 мм

После проведения испытаний в виде снятия нагрузочной характеристики с тремя видами стабилизаторов с диаметрами жиклера 1,6, 1,8 и 2,0 мм мы провели оценку гипотезы о влиянии испытуемого устройства на показатели работы двигателя. При этом оценивали, в трех экспериментах с разными жиклерами устройства, влияние на удельный расход топлива при условии штатного течения бензина, при прямом движении через стабилизатор и при обратном переключении через испытуемое устройство.

Для плана эксперимента при количестве выборок $k = 3$, объемы выборок $n_1 = 5$, $n_2 = 5$, $n_3 = 5$ мы должны отвергнуть гипотезу об отсутствии эффектов обработки (нулевую гипотезу) на приближенном уровне значимости $\alpha = 0,05$, это утверждение верно, при вычисленном значении статистики Краскела-Уоллиса равным или больше табличного значения $H(\alpha = 0,05, k = 3, n_1 = 5, n_2 = 5, n_3 = 5) = 5,780$ [1].

Выборки сравнивались по удельному расходу топлива, наблюдаемое при одинаковых значения мощности двигателя.

В нашем случае, при испытании устройства с отверстием равным 1,6 мм при вышеуказанных условиях получили следующие значения суммы рангов по выборкам: $R_1 = 57$, $R_2 = 30$, $R_3 = 33$. Расчетное значение статистики критерия $H_b = 4,34$, что меньше табличного.

Из вышесказанного делаем вывод, что обработка топлива на диаметре жиклера стабилизатора 1,6 мм не имеет эффекта. Аналогично расчет проводился по другим условиям опытов, результаты сведены в таблицу.

Из анализа таблицы делаем вывод, что обработка топлива стабилизатором на представленных диаметрах жиклеров стабилизатора не дает существенного влияния на значение удельного расхода топлива.

Это объясняется тем, что диаметры входных и выходных штуцеров сопоставимы с диаметром главного жиклера, т.е. в испытуемых стабилизаторах происходит торможение при подаче топлива в ДВС.

Таблица 1 – Суммы рангов и квантили по выборкам

Диаметром входных отверстий, мм	Суммы рангов по выборкам			Статистика Краскела-Уоллиса
	R_1	R_2	R_3	
1,6	57	30	33	4,38
1,8	56	28	36	4,16
2,0	55	30	35	3,50

Предложение по дальнейшему развитию конструкции рассматриваемого оборудования заключается в следующем: чтобы увеличить проходное сечение штуцеров необходимо пропорционально увеличить диаметр самого стабилизатора, так как диаметры входных и выходных штуцеров зависят от геометрии самих стабилизаторов.

Список использованной литературы

1. Тюрин, Ю. Н. Анализ данных на компьютере : [Учеб. пособие] / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров ; Под ред. В. Э. Фигурнова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Инфра-М, 2003. – 543 с. : ил., табл. : 22 см. – ISBN 5-16-001316-4.
2. Иванов, В. Н. Экономия топлива на автомобильном транспорте / В. Н. Иванов, В. И. Ерохов. – Москва : Транспорт, 1984. – 302 с. : ил., табл. – (Экономия топлива и электроэнергии). – Библиогр.: с. 299–300.
3. Токсичность автотракторных двигателей и способы её снижения / Н. П. Самойлов, Е. И. Игонин, О. А. Кашеваров, Д. Н. Самойлов ; Под ред. акад., докт. техн. наук, проф. Н. П. Самойлова. – Казань : Изд-во Каз. ун-та, 1997. – 169 с. : ил. : 20 см.; ISBN 5-7464-1252-X.

Summary. The proposal for further development of the design of the equipment under consideration is as follows: in order to increase the flow cross-section of the nozzles, it is necessary to proportionally increase the diameter of the stabilizer itself, since the diameters of the input and output nozzles depend on the geometry of the stabilizers themselves.

УДК 621.43-6:629.3.066

Тарасенко В.Е., кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ОБРАБОТКА МАССИВА ВИБРОСИГНАЛОВ ТОПЛИВНЫХ ФОРСУНОК ПОКОЛЕНИЯ CRIN2 РАЗЛИЧНОЙ НАРАБОТКИ

Аннотация. Изложены результаты научно-исследовательской работы по обработке вибросигналов топливных форсунок поколения CRIN2 с разложением исходного сигнала на уровни, определением амплитуд колебаний и характерных частот колебаний наиболее ответственных элементов форсунки. Данные спектрограмм, полученные в привязке к форсункам различной наработки и конкретным режимам нагружения, формируют базу результатов анализа динамики спектральных, вейвлетных и статистических образов вибросигналов форсунок поколения CRIN2.

Abstract. The results of the research work on processing vibration signals of CRIN2 generation fuel injectors with decomposition of the original signal into levels, determination of oscillation amplitudes and characteristic oscillation frequencies of the most important elements of the injector are presented. Spectrogram data obtained in relation to injectors of different operating time and specific loading modes form the basis of the results of the analysis of the dynamics of spectral, wavelet and statistical images of vibration signals of CRIN2 generation injectors.

Ключевые слова. Форсунка, стенд, тестирование, показатель, спектр.

Keywords. Injector, stand, testing, indicator, spectrum.

Вибрационный процесс, возникающий при работе топливной форсунки в соответствии с управляющими импульсами, является