

DOI:

УДК 621.43

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ГАЗОДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Сергей ЧЕРНОБРИСОВ, Феликс БУРМЕНКО, Анатолий ДИМОГЛО

Abstract. The article deals with the aspects of testing modern gas-diesel internal combustion engines. The concept of a new diagnostic method has been proposed and an automated experimental setup has been developed for research and testing of tractor internal combustion engines (ICE), which has wide functionality due to the expansion of the ICE test potential in the “gas diesel” mode and the study of factors affecting the magnitude and stability of the injection of the optimized value “ignition” dose of diesel fuel, which increases the reliability of the thermal process of fuel combustion, taking into account the individual characteristics of each ICE. The proposed automated system allows to change the fuel supply and ignition timing depending on the assessment of the energy characteristics (Wobbe number) and methane number of natural gas by measuring the physical characteristics of the gas mixture by the additivity of its composition by measuring the content of each component in natural gas.

Key words: Gas-diesel; Tests; Installation; Stand; Methane number; Start-up dose; High pressure fuel pump; Pipeline.

Реферат. В статье рассмотрены аспекты испытания современных газодизельных двигателей внутреннего сгорания. Предложена концепция нового диагностического метода и разработана автоматизированная экспериментальная установка для исследования и испытаний тракторных двигателей внутреннего сгорания (ДВС), обладающей широкими функциональными возможностями за счет расширения потенциала испытания ДВС в режиме «газодизель» и исследования факторов, влияющих на величину и стабильность впрыска оптимизированной величины «запальной» дозы дизельного топлива, что повышает надежность теплового процесса сжигания топлива с учетом индивидуальных особенностей каждого ДВС. Предложенная автоматизированная система позволяет изменять подачу топлива и угол опережения зажигания в зависимости от оценки энергетической характеристики (числа Воббе) и метанового числа природного газа посредством измерения физических характеристик газовой смеси по аддитивности его состава с помощью измерений содержания каждого компонента в природном газе.

Ключевые слова: Газодизель; Испытания; Установка; Стенд; Метановое число; Запальная доза; Топливный насос высокого давления; Трубопровод.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе технического прогресса в области транспортно-технологических машин и комплексов все больше начинает использоваться компримированный и сжиженный газ в качестве моторного топлива как альтернатива дизельному и бензину получаемых из нефти. Решение проблемы замены дорогостоящего дизельного топлива на более дешевое газообразное возможно и в его использовании в качестве моторного топлива для тракторов, коммунальных и дорожно-строительных машин, технических средств агропромышленного комплекса, природообустройства, ирригации и мелиорации, других мобильных и стационарных энергетических установок.

Учитывая то, что энергетическим источником движущей силы и мощности в этих машинах используются дизельные двигатели внутреннего сгорания, важной задачей становится перевод дизельных ДВС к работе на газомоторное топливо с минимальными конструктивными изменениями в базовой модели ДВС. Такую модернизацию возможно провести при режиме работы ДВС по газодизельному циклу, основанному на комбинированной схеме питания. Основным здесь по-прежнему является дизельное топливо, однако большая его часть замещается газом - метаном или пропаном. Дизельное топливо при этом выполняет функцию воспламенения топливовоздушной смеси - т.н. запальный разряд замещающий искровой. Степень замещения основного топлива альтернативным зависит от нагрузки на двигатель и самой топливной аппаратуры - оригинальной дизельной и устанавливаемой газовой. В настоящее время системы ведущих мировых производителей позволяют замещать до 80% дизтоплива в случае с метаном и до 70% — в случае с пропаном.

Эффективность использования газового топлива в газодизельных ДВС зависит от систем топливopодачи жидкого и газообразного топлив, их настройки и регулировки. Чтобы изучить и исследовать опытные образцы разрабатываемых вариантов конструкций модернизированных объектов необходимо проводить соответствующие испытания и диагностику на различных режимах работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В практике работы для проведения испытаний дизельных ДВС тракторов и автомобилей традиционно используется обкаточно-тормозной стенд.

Такие стенды как правило используются для обкатки, диагностики и приемки ДВС после капитального ремонта и не позволяют проводить снятие всех показателей работы двигателя ввиду недостаточно полного приборного оснащения, что делает их непригодными для опытно-производственных испытаний новых и модернизированных технических средств.

В Казанском государственном энергетическом университете (КГЭУ) разработана и используется в научном и учебном процессах автоматизированная многофункциональная установка для тестирования и эмуляции работы ДВС, оценки механического его состояния, что позволяет сократить время и затраты на разработку и отладку новых систем и механизмов, повысить производительность труда инженера и сократить затраты на отладку, настройку и калибровку адаптацию компонентов систем управления двигателем, а также проводить научно-исследовательские работы над ДВС и автомобилем (Садыков, М. 2018). Анализ технического функционала этой установки показал, что для исследования работы тракторных ДВС работающих на газовом моторном топливе она не пригодна, т.к. не имеет в своем составе системы питания содержащей комплект газового оборудования.

Экспериментальный стенд, разработанный в Северо-Восточный федеральном университете (СВФУ) им. М.К. Аммосова, г. Якутск оснащен системой питания газом используемым в качестве моторного топлива и соответствующим приборным оборудованием с измерительно-вычислительным комплексом позволяющим изучать работу ДВС в газодизельном режиме (Андреев, Д. и др. 2016). Однако он предназначен для исследования ДВС преимущественно автомобильных и не имеет возможности изучать энергетические и тяговые характеристики трактора.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Авторами была предложена концепция нового диагностического метода и разработана автоматизированная экспериментальная установка для исследования и испытаний тракторных ДВС, обладающей широкими функциональными возможностями (практически универсальная) за счет расширения потенциала испытания ДВС в режиме «газодизель» и исследования факторов, влияющих на величину и стабильность впрыска оптимизированной величины «запальной» дозы дизельного топлива, что повышает надежность теплового процесса сжигания топлива с учетом индивидуальных особенностей каждого ДВС. Это было достигнуто за счет оснащения установки системой питания природным газом используемым в качестве моторного топлива, содержащей комплект газового оборудования включающего баллоны для компримированного природного газа, анализатор состава и расходомер газа, заправочную, распределительную, а так же контрольную аппаратуру.

В тоже время штатный топливный насос высокого давления (ТНВД) снабжен механизмом ограничения запальной дозы дизельного топлива который взаимодействует с управляющей рейкой топливного насоса, датчиками давления на топливопроводах и датчиками температуры топлива. Имеется также устройство сбора технических параметров и характеристик испытываемого двигателя которое соединено с ЭВМ для обработки данных.

Включение в конструкцию установки анализатора состава газа обусловлено следующим. Двигатели разных конструкций и марок имеют различные характеристики: разные степени сжатия, удельный расход топлива, угол опережения зажигания (впрыска), способ подачи топлива (распределительный или непосредственный) и т.д. Все перечисленные показатели так или иначе влияют на энергетические свойства двигателя, которые имеют важное практическое значение, как для производителей, так и для потребителей двигателей. Главным показателем природного газа как моторного топлива является его метановое число, в основе которого лежит его физико-химический состав и теплотворная способность (число Воббе) характеризующего величину теплового потока, получаемого при сгорании газа. Учет значений метанового числа (МЧ) и числа Воббе при настройке узла подачи запальной дозы обеспечит минимизацию расхода жидкого топлива, достаточную для воспламенения основного газа (ГОСТ 27577-2000 2004).

Согласно этого стандарта расчетное метановое число (МЧ) и число Воббе природного газа,

используемого в качестве моторного топлива, рассчитывается по правилу аддитивности, т.е. суммой произведений каждого компонента на долю его в смеси. Для определения состава и количества составляющих компонентов газа используется включенный в состав испытательного стенда газовый анализатор. Соответственно расходомер газа (газовый счетчик) предназначен для учета расхода моторного топлива.

Наличие механизма ограничения запальной дозы дизельного топлива служит для уменьшения его цикловой подачи при переходе двигателя с дизельного режима на газодизельный (Димогло, А. и др. 2005). Это обеспечивает полноценную работу всережимного регулятора топливной аппаратуры, что крайне важно при работе двигателя в газодизельном режиме, поскольку механизму ограничения запальной дозы топлива приходится сохранять положение рейки подачи топлива топливного насоса. Уменьшение величины запальной дозы дизельного топлива позволяет оптимизировать процесс сгорания двухтопливной смеси, что позволяет установить порог минимальной запальной дозы дизельного топлива, обеспечивающий надежное воспламенение газо-воздушной смеси в цилиндрах и устойчивую работу двигателя на всех эксплуатационных режимах.

Наличие датчиков давления топлива, установленных на топливопроводах позволяет изучить влияние на стабильность работы топливного насоса при установке минимальной запальной дозы топлива и обеспечении давления топлива во всем объеме линии нагнетания, а это очень важный показатель работы ДВС. Это обуславливается следующим.

Плунжер топливного насоса при активном ходе дает начало двум процессам: перетеканию топлива по линии нагнетания в результате выталкивания топлива плунжером и формированию импульса волны давления в результате сжатия топлива плунжером. Сжатие топлива происходит не во всем объеме линии нагнетания, а только в объеме, непосредственно примыкающем к надплунжерному пространству. Перетекание топлива происходит со скоростью 100...120 м/с, а перемещение импульса - со скоростью звука в среде топлива, это примерно 1200 м/с. Обладая скоростью на порядок выше, импульс быстрее достигает форсунки и под его воздействием срабатывает распылитель. Получается, что давление в полости распылителя возрастает не от того, что в него добавилось топливо, закаченное плунжером, а от того, что к нему подошел импульс волны давления. Скорость распространения импульса колеблется в зависимости от давления топлива в линии нагнетания между очередными активными ходами плунжера. Так, например, при длине топливопровода 1,2 м и частоте вращения коленчатого вала дизеля 2000 об/мин разница между углами действительного начала подачи топлива от различных скоростей распространения импульса может достигать примерно 12° по углу поворота вала. Если учесть, что допустимое отклонение в установке угла действительного начала подачи топлива при установке топливного насоса на дизель составляет всего ± 300 , регулировка насоса и его установка сводятся на "нет" нестабильной работой секции насоса от цикла к циклу. А при установке минимальной запальной дозы дизельного топлива для газодизеля этот вопрос имеет решающее значение.

Наличие датчика температуры необходимо для фиксации температуры топлива. С повышением температуры вязкость топлива уменьшается, а вязкость - это основной показатель дизельного топлива, оказывающий наибольшее влияние на производительность насоса при изменении температурных условий его работы. С уменьшением вязкости дизельного топлива уменьшается подача топлива за один ход плунжера, при этом относительное колебание величины подачи топлива от изменения вязкости топлива может достигать 3...6%, и соответственно на эту же величину уменьшается и масса топлива, подаваемого в цилиндры двигателя.

При увеличении температуры топлива с 20 до 800 0С постигаемый объем топлива уменьшается до 30%. Это влечет за собой уменьшение цикловой подачи топлива, а поскольку для достижения заданной величины давления плунжеру требуется большая величина рабочего хода, в результате чего изменяется и работа дизеля.

Выполнение датчиков давления на топливопроводах газодизеля тензометрическими датчиками позволяет точно фиксировать параметры подачи топлива к форсункам ДВС. Датчики такого типа имеют низкую, практически нулевую инерционность - это время, в течение которого выходная величина принимает значение, соответствующее входной величине, что особенно важно при высоких скоростях перемещения импульса давления топлива. Это достигается тем, что упругий

элемент (тензорезистор) тензодатчика изготавливается из специальной стали и герметизируется лазерной сваркой до степени защиты, позволяющей ему работать в устройствах и механизмах, используемых во всех, без исключения, отраслях промышленности, сельского хозяйства, включая автомобилестроение и дорожное строительство. Принцип измерения и обработки информации по величине осевой нагрузки тензорезисторного датчика позволяет осуществлять замер скорости приложения осевой нагрузки (импульса) в диапазоне скоростей от 0,1 до 1200 м/с, в отличие от пьезодатчиков, чем и обусловлен его выбор.

Конструктивная схема предлагаемой установки представлена на рисунке 1, а ее технические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1. Измеряемые параметры и средства измерения

Измеряемый параметр	Средство измерения	Диапазон измерения	Погрешность средств измерения (абс.)
Частота вращения коленчатого вала, п, мин-1	Тахометр ТЭСА ГОСТ-15150	500...1500	±5
Момент крутящий, Мк, Н м	ВКМ-150	0...1500	±5
Расход дизельного топлива, GЗ, кг/ч	Расходомер	0...35	±0,15
Расход газового топлива, QГ, м/ч	Счетчик	0...40	±0,2
Температура масла, воды, газового и дизельного топлива, воздуха и газозвоздушной смеси двигателя, °С	Датчик ТСМ-0879-01 Прибор А 566-02-10	0...150	±0,5
Температура отработавших газов, °С	Термопара ХА 11/2П679 Прибор КСП-4	100...800	±2,5
Давление масла в ГММ, Рм, кгс/см ² , (МПа)	Манометр МТП-160 ГОСТ 2405	0...5	±0,05
Разрежение в сопле при замере расхода воздуха, разрежение во впускном коллекторе, давление отработавших газов в выпускном коллекторе, давление газового топлива, давление картерных газов ΔРлем, мм.вод.ст (кПа)	U-образный манометр ГОСТ 9933	0...200	±1,0
Угол ПКВ, соответствующий началу впрыска топлива, фвпр, град. ПКВ	Датчик вибрации ПАК МТ Pro 4.1	360	±1,0
Давление газов в цилиндре, Р, МПа, (кгс/см ²)	Датчик давления PS100 ПАК МТ Pro 4.1	0...15	±0,2
Угол ПКВ, фвпр, град. ПКВ	Фотодатчик ПАК МТ Pro 4.1	360	±1,0
Атмосферное давление, Вокр, мм.рт.ст	Барометр-анероид БАММ-1 ТУ 25-11-1513-79	400...800	±2,0
Относительная влажность атмосферного воздуха, фокр, %	Психрометр МВ-4М	0...100	±2,0

Установка для исследования работы дизельных ДВС (рис.1.) содержит силовой привод, который представляет собой электрический двигатель-тормоз 1, регулировочный реостат 2, весовой механизм 3 предназначенный для замера тормозного и крутящего моментов, расходомер дизельного топлива 4, датчики оборотов на валу 5, температуры 6 и давления 7 в масляной магистрали, момента на валу 8 двигателя внутреннего сгорания 9, температуры охлаждающей жидкости 10, температуры выхлопных газов 11, при этом выходы всех датчиков соединены со входом регистрирующего устройства (микропроцессорного контроллера) 12, а тот в свою очередь соединён с ЭВМ 13.

Для проведения исследований ДВС в режиме «газодизель» на установке имеется комплект газового оборудования 14 включающий набор баллонов 15 для компримированного природного газа (метана) с заправочной 16, распределительной 17 и контрольной 18 аппаратурой, газоанализатор 19 со счетчиком расхода газа 20. Штатный топливный насос высокого давления 21 (ТНВД) с механизмом ограничения запальной дозы дизельного топлива 22 взаимодействующего с управляющей рейкой топливного насоса 23 дополнительно оснащен датчиками давления 24 и температуры 25 установленными на подводящих топливопроводах 26.

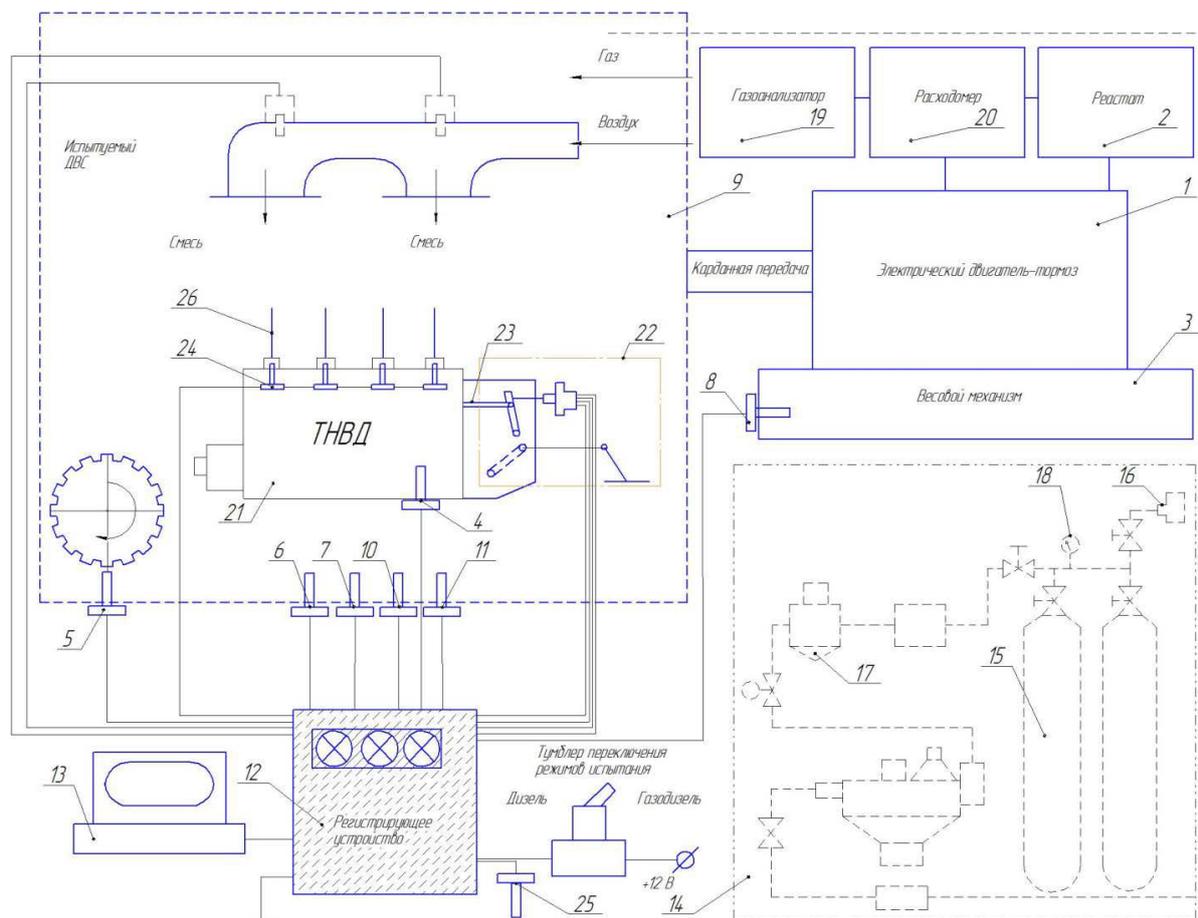


Рисунок 1. Установка для исследования работы дизельных ДВС

Установка работает следующим образом.

Для проведения исследований испытываемый ДВС подключают к топливным магистралям и системе охлаждения. Устанавливают на испытуемый ДВС 9 необходимые датчики и подключают их к регистрирующему устройству (микропроцессорному контроллеру) 12. Снятием показателей газоанализатора 19 со счетчиком расхода газа 20 расчетным путем определяется метановое число и число Воббе газообразного моторного топлива и согласно полученным данным делаются соответствующие коррективы ДВС 9 и настройка установки.

Пуск установки осуществляется через пульт управления реостата 2, и погружением его электродов производится запуск силового привода 1, а тот в свою очередь передает крутящий момент на испытуемый двигатель 9. Как только испытуемый двигатель 9 запустится все измеряемые технические параметры передаются на регистрирующее устройство (микропроцессорный контроллер) 12 с периодичностью четыре раза в секунду. Обработанные регистрирующим устройством (микропроцессорным контроллером) 12 данные передаются на ЭВМ 13 для вывода на экран в виде графической информации, либо представляет в другом удобном виде.

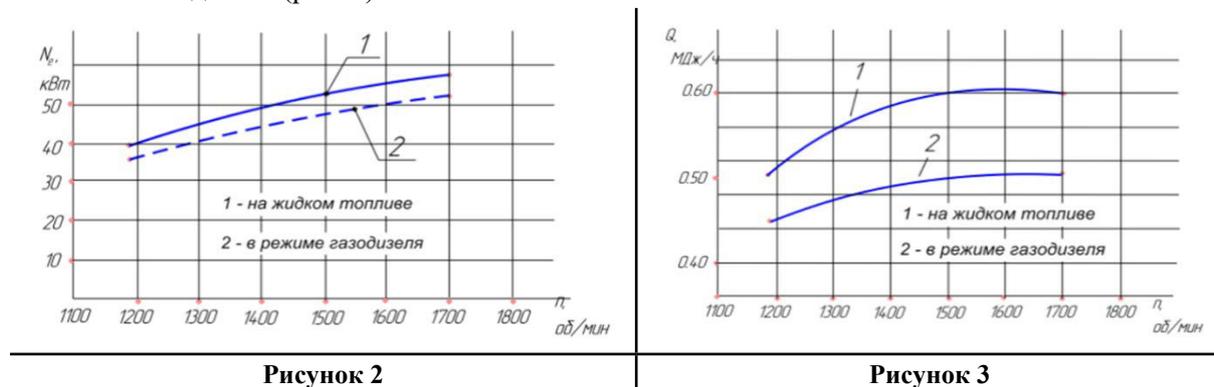
Расчетная оценка энергетической характеристики (числа Воббе) и метанового числа (МЧ) природного газа осуществляется посредством измерения физических характеристик газовой

смеси по аддитивности его состава - сумме произведений каждого компонента на долю его в составе смеси с помощью измерений содержания каждого компонента в природном газе газоанализатором и расходомером газа и введении этой информации и показателей датчиков температуры и давления топлива в компьютерную программу для настройки оптимальной величины и угла подачи запальной дозы дизельного топлива.

После замера мощности, расхода топлива и других исследуемых параметров и показателей установка выключается и диагностика считается законченной.

Таким образом, разработанная установка позволяет проводить исследования работы ДВС в режиме «газодизель» и определять факторы, влияющие на величину и стабильность впрыска оптимизированной величины «запальной» дозы дизельного топлива при диагностике, обкатке и испытаниях. Все показатели так или иначе влияющие на энергетические свойства двигателя имеют важное практическое значение, как для производителей, так и для потребителей двигателей, что наглядно подтвердили проведенные исследования работы ДВС на предлагаемой установке.

Как показывают исследования на данной установке достигается минимальное падение мощности в двигателях на газе с присадкой жидкого топлива напы всех числах оборотов на 10...12%, в сравнении с двигателем, работающим на жидком топливе. Сравнительная характеристика работы двигателя на жидком топливе и газодизеля представленная на рисунке 2 свидетельствуют о том, что работа двигателя по газодизельному циклу, особенно на номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя дает более низкие результаты. Это связано с более низкой теплотворной способностью газа по сравнению с дизельным топливом, что приводит к работе с достаточно высоким коэффициентом избытка воздуха, а это в свою очередь, приводит к снижению теплотворности рабочей смеси, уменьшению скорости сгорания, и, тем самым, к снижению мощности двигателя, что наглядно показывает сравнительная характеристика работы двигателя на жидком топливе и газодизеля (рис. 3).



Сравнительные характеристики работы двигателя на жидком топливе и газодизеля

Установка также позволила провести исследования по определению оптимальной величины импульса при стандартной длине трубопровода высокого давления, уровень которых влияет не только на норму впрыска величины запальной дозы дизельного топлива, но и величину угла начала подачи дизельного топлива до 120 по углу поворота коленчатого вала, что сводит на нет регулировку насоса нестабильной работой его секции от цикла к циклу.

Исследования выявили важный фактор при регулировке и установке запальной дозы на топливной аппаратуре, это длина трубопроводов высокого давления. Если при регулировке ТНВД дизельного двигателя этим фактором можно пренебречь, то для газодизеля он является ключевым моментом. При изменении длины трубопровода резко изменяются нормы впрыска топлива, особенно это сказывается при работе с минимальными дозами впрыска (рис. 4).

Полученные данные рисунке 4 показывают, что при увеличении длины трубопровода высокого давления увеличивается и норма впрыска дизельного топлива. Возникает необходимость в регулировке ТНВД (для газодизеля) на данной установке, используя трубопроводы той же длины, что установлены на двигателе.

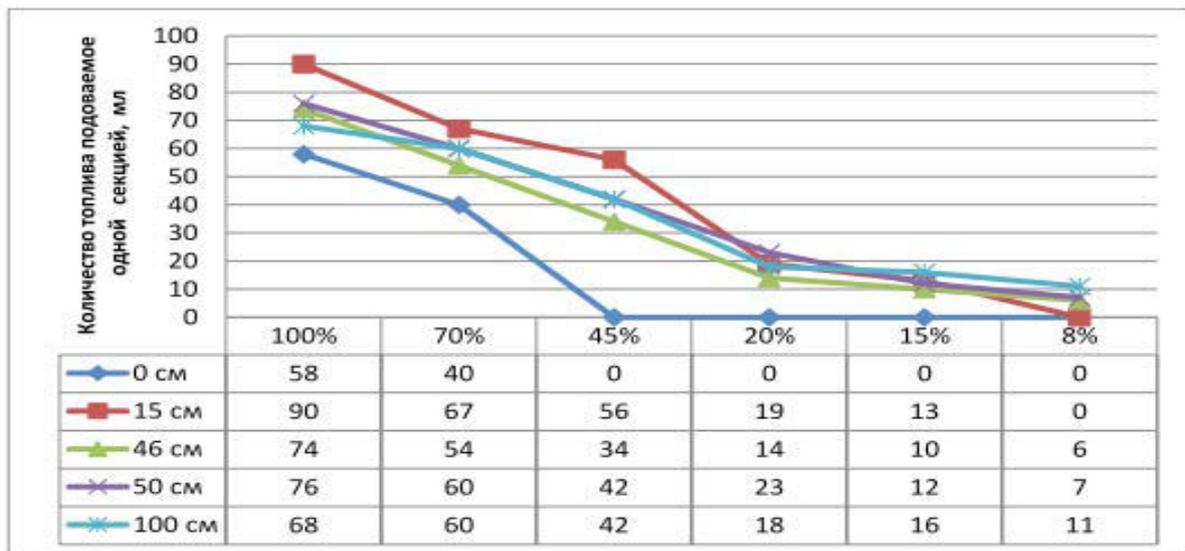
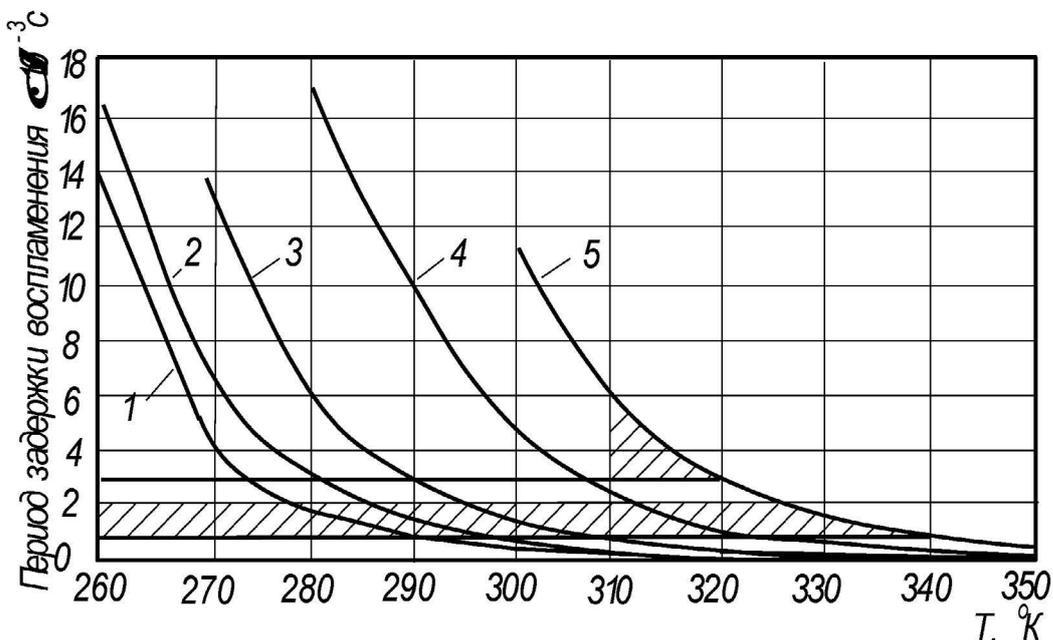


Рисунок 4. Зависимость изменения количества запальной дозы от длины трубопровода высокого давления

На рисунке 5 представлены кривые, представляющие показательные функции зависимости периода задержки воспламенения от температуры (тепловой мощности – числа Воббе) свежего заряда подаваемого газообразного топлива свежего для разных углов момента опережения впрыска. Наибольшая интенсивность крутизны кривых расположена в зоне температур свежего заряда характерных для дизельных тракторных двигателей (310 ... 3500 К).



- 1 - Угол опережения впрыска 0° ; 2 - Угол опережения впрыска 10° ;
 3 - Угол опережения впрыска 15° ; 4 - Угол опережения впрыска 20° ;
 5 - Угол опережения впрыска 25°

Рисунок 5. Зависимость периода задержки воспламенения от температуры свежего заряда

Для исследуемого двигателя СМД, момент начала подачи топлива равен 18° ... 20° поворота коленчатого вала двигателя до прихода поршня в ВМТ. Следовательно, момент впрыска находится

примерно около 20°. Это наглядно подтверждает, что температура свежего заряда (тепловой мощности) поступающего в двигатель газодизеля оказывает решающее влияние на процесс сгорания топлива и, соответственно, на мощностные и экономические показатели работы двигателя. Это позволяет снизить расход дорогого дизельного топлива и обеспечить в максимальной степени его замещение более дешевым природным газом (Анисимов, И. и др. 2007).

Концептуальная схема компоновки установки и способ испытаний и исследований ДВС в газодизельном режиме защищены патентами на изобретения (Димогло, А. и др. 2005; Димогло, А. и др. 2020а; Димогло, А. и др. 2020б), а сама установка используется в учебном процессе при подготовке инженеров по специальности «23.05.01-Наземные транспортно-технологические средства» на аграрно-технологическом факультете и в инженерно-техническом институте ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

ВЫВОДЫ

В научной лаборатории кафедры «Технических систем и электрооборудования в АПК» аграрно-технологического факультета ПГУ им. Т.Г. Шевченко создана автоматизированная экспериментальная установка для разработки и исследования газодизельных двигателей внутреннего сгорания, которые работают на сжатом природном газе.

Установка оснащена полным комплексом измерительной аппаратуры для определения индикаторных и эффективных показателей двигателя.

Автоматизированная система исследования дополнена целым рядом устройств, позволяющих изменять подачу топлива и угол опережения зажигания в зависимости от оценки энергетической характеристики (числа Воббе) и метанового числа (МЧ) природного газа посредством измерения физических характеристик газовой смеси по аддитивности его состава с помощью измерений содержания каждого компонента в природном газе газоанализатором и расходомером газа и введении этой информации и показателей датчиков температуры и давления топлива в компьютерную программу для управления ТНВД при переходе двигателя с дизельного режима на газодизельный.

Проведенные на данной установке исследования работы тракторного ДВС с использованием природного газа в качестве моторного топлива в газодизельном режиме показали ее эффективность. Расширенный функционал и универсальность позволили проводить исследования работы ДВС в режиме «газодизель» и определять факторы, влияющие на величину и стабильность впрыска оптимизированной величины «запальной» дозы дизельного топлива при диагностике, обкатке и испытаниях. Все снимаемые показатели так или иначе влияющие на энергетические свойства двигателя имеют важное практическое значение, как для производителей, так и для потребителей двигателей.

Концептуальная схема компоновки установки и способ испытаний и исследований ДВС в газодизельном режиме защищены патентами на изобретения, а сама установка используется в учебном процессе при подготовке инженеров по специальности «23.05.01-Наземные транспортно-технологические средства» на аграрно-технологическом факультете и в инженерно-техническом институте ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- САДЫКОВ, М.Ф. (2018). Автоматизированная многофункциональная установка для исследования, разработки и тестирования двигателя внутреннего сгорания. В: Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, Том 20, № 9,10, с. 138-145
- АНДРЕЕВ, Д.В. и др. (2016) Экспериментальный стенд для исследования автомобильного биогазового ДВС. Журнал. В: Молодой учёный, № 1 (105), с.118-121.
- ГОСТ 27577-2000. (2004). Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия. Введ. 01.01.2002. – М.: Изд-во стандартов.
- ДИМОГЛО, А.В., ЧЕРНОБРИСОВ, С.Ф., АНИСИМОВ, И.Ф. ПАТЕНТ Приднестровской молдавской республики № 294, опубликовано 31.01.2005 г.
- АНИСИМОВ, И.Ф., ЧЕРНОБРИСОВ, С.Ф., ДИМОГЛО, А.В. (2007). Период задержки воспламенения в газодизеле. Тракторы и сельскохозяйственные машины. В: Машиностроение, № 6, с. 19-20.

6. ДИМОГЛО, А.В., БУРМЕНКО, Ф.Ю. ПАТЕНТ Приднестровской молдавской республики № 524. (2020).
Способ регулирования мощности двигателя внутреннего сгорания.
7. ДИМОГЛО, А.В., БУРМЕНКО, Ф.Ю. ПАТЕНТ Приднестровской молдавской республики № 525. (2020).
Установка для исследования работы дизельных двигателей внутреннего сгорания

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ЧЕРНОБРИСОВ Сергей  <https://orcid.org/0000-0003-1480-6972>
кандидат технических наук, доцент кафедры Технических систем и электрооборудования в АПК,
Приднестровский Государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Республика Молдова
E-mail: dimoglo@rambler.ru

БУРМЕНКО Феликс Юрьевич  <https://orcid.org/0000-0001-9818-9750>
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой Машиноведения и технологического
оборудования, Приднестровский Государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Республика Молдова
E-mail: burmenco@mail.ru

ДИМОГЛО Анатолий Владимирович  <https://orcid.org/0000-0002-3226-1200>
аспирант, старший преподаватель, заведующий кафедрой Технических систем и электрооборудования в
АПК, Приднестровский Государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Республика Молдова
E-mail: dimoglo@rambler.ru

Data prezentării articolului: 30.09.2020

Data acceptării articolului: 20.11.2020