

## ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

УДК 621.43.052

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2018.82.0.131

БЕЗМОТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭЛЕКТРОУПРАВЛЯЕМЫХ  
ГАЗОВЫХ ДОЗАТОРОВ СИСТЕМ ПИТАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ  
ДВИГАТЕЛЕЙ

Манойло В.М., Харьковский национальный технический университет  
сельского хозяйства им. Петра Василенко

*Аннотация.* Разработан экспериментальный безмоторный стенд, который позволяет проводить исследования по снятию статических и динамических характеристик электроуправляемых газовых дозаторов и основных узлов систем питания автотранспортных двигателей.

*Ключевые слова:* экспериментальный безмоторный стенд, электроуправляемые газовые дозаторы, системы питания, проведение испытаний.

**Введение**

На ранних стадиях проектирования и доводки рабочего процесса автотранспортных газовых ДВС не целесообразно совершенствовать конструкцию и улучшать рабочий процесс топливной аппаратуры на развернутых стендах. На этом этапе исследований возникают сложности согласовать расходные характеристики топливной аппаратуры с характеристиками ДВС. Для этого рациональнее разработать и изготовить безмоторный стенд для проведения исследований элементов топливной аппаратуры газовых двигателей.

Автором разработан и изготовлен такой стенд, предназначенный для проведения исследований элементов топливной аппаратуры, и в частности газовых дозаторов и редукторов, используемых в системах питания ДВС.

**Анализ публикаций**

Вопросу разработки, изготовления и отладки безмоторных стендов для исследования элементов топливной аппаратуры автотранспортных ДВС уделяется большое внимание отечественными и зарубежными специалистами [1, 2].

В работе [1] приведены конструктивные особенности развернутого стенда для проведения испытаний газовых ДВС, причем на стенд устанавливается заранее отрегулированная топливная аппаратура (ТА). Стенд укомплектован серийной газо-топливной аппаратурой, состоящей из газового редуктора

низкого давления и газового смесителя. В процессе исследований контролируются параметры топливной аппаратуры и ДВС. Однако, чтобы оснастить развернутый стенд более совершенной топливной аппаратурой, например системой питания с распределенной подачей газа, управляемой электроникой, не представляется возможным по причине отсутствия расходных характеристик дозаторов. Эти характеристики определяются экспериментально на специальных безмоторных стендах зарубежного производства.

Зарубежными специалистами [2] разработан безмоторный стенд для проверки и регулировки газовых дозаторов косвенным методом. При косвенном методе проверки часть воздуха, проходящая через дозатор, идет в атмосферу, а часть идет на пьезометр. Такой метод измерений искажает пропускную способность (расход газа) дозатора.

Автором предлагается безмоторный стенд для проведения исследований газовых дозаторов без искажения пропускной способности в узлах.

**Цель исследования**

Целью данного исследования является разработка безмоторного экспериментального стенда для проведения стендовых исследований газовых дозаторов, изготовленного на базе серийно выпускаемых унифицированных деталей, узлов, систем и устройств.

### Особенности конструкции безмоторного стенда для проведения испытаний газовых дозаторов

Пневматическая и упрощенная электрическая схемы безмоторного стенда для проведения исследований электроуправляемых газовых дозаторов (ЭГД), приведены на рис. 1.

В схемы стенда входят: электронный блок управления 12 (ЭБУ), комплект электроуправляемых газовых дозаторов 6, газовый редуктор низкого давления 3 (ГРНД) с регулируемым давлением, образцовые манометры 2 и 4, электрический датчик абсолютного давления и температуры 11, ресивер-успокоитель 9, электромагнитный клапан подачи рабочего тела в пневматическую магистраль стенда 1, газовый фильтр 5.

Электроуправляемый газовый дозатор 6 с клапаном подачи рабочего тела 8 в ДВС размещаются в корпусе газовой рампы 7.

Стенд дополнительно оборудуется серийно выпускаемыми электронной осциллографической приставкой 13 и переносным ПК 14 с дисплеем.

Электронный блок управления (ЭБУ) 12 параметрами газового дозатора позволяет:

- имитировать частоту вращения коленчатого вала ДВС;
- регистрировать время открытия клапана подачи рабочего тела электромагнитным газовым дозатором.

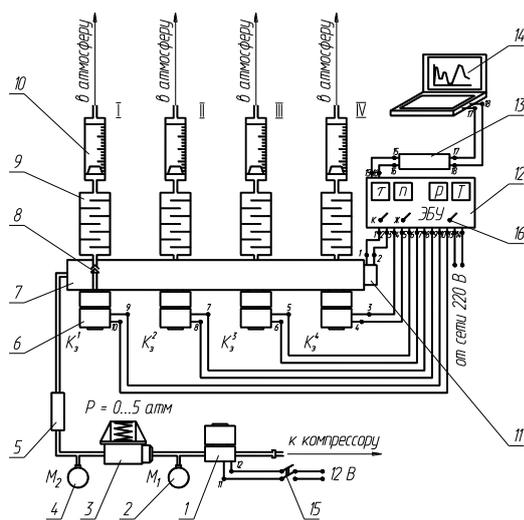


Рис. 1. Пневматическая и упрощенная электрическая схемы безмоторного стенда для проведения испытаний газовых дозаторов

При работе стенда с выходного канала ЭБУ 12 быстропеременные электрические

импульсы (сигналы) поступают на обмотку дозатора 6. Каждый сигнал, идущий на обмотку дозатора создает магнитодвижущую силу, которая воздействует на шток клапана 8 подачи газа, и на некоторое время открывает последний. Сигналы отслеживаются осциллографической приставкой 13, обрабатываются и записываются в память ПК 14, и высвечиваются на дисплее. При снятии электрического сигнала с обмотки дозатора шток клапана возвращается в исходное положение при помощи предварительно сжатой пружины.

В качестве рабочего тела для снятия расходных характеристик дозатора используется сжатый воздух, нагнетаемый в пневмомогастральи стенда автономным приводным компрессором.

Для истечения рабочего тела из открытого калиброванного отверстия (сопла) дозатора 6 необходимо наличие рабочего тела в газовой рампе 7. Перед тем, как попасть в рампу 7, рабочее тело (свежий воздух) предварительно очищается от примесей в газовом фильтре 5. В фильтр рабочее тело поступает из вторичной камеры ГРНД 3.

Серийным приводным поршневым компрессором (на рис.1 компрессор с ресивером не показан), рабочее тело (свежий воздух) сжимается и направляется в воздушный ресивер. Максимальное давление в ресивере ограничивается перепускным клапаном. Из ресивера воздух поступает под давлением 6 – 8 кгс/см<sup>2</sup> (0,6 – 0,8 МПа) в полость электромагнитного клапана подачи (отсечки) рабочего тела 1. При установке тумблера 15 включателя в положение «Включено» на пульте управления, электрический сигнал с напряжением 12 В поступает на обмотку электромагнитного клапана 1, и последний открывается. Сжатый воздух из ресивера компрессора поступает в первичную камеру ГРНД 3. Вторичная камера ГРНД позволяет сглаживать пульсации и перепады, а также регулировать и стабилизировать диапазон изменения давления рабочего тела, поступающего в газовую рампу в пределах 2,5 – 3,5 кгс/см<sup>2</sup> (0,25 – 0,35 МПа).

Для сглаживания пульсаций давления, при истечении рабочего тела из ЭГД 7, после каждого дозатора устанавливается ресивер-успокоитель 9. Из ресиверов-успокоителей рабочее тело со стабилизированным (сглаженным) давлением попадает в газовые ротаметры РМ-04 6.3ГУЗ 10 индивидуальной

шкалой показаний. Где осуществляется замер расхода рабочего тела в каждом отдельно взятом дозаторе 6. Регистрация и запись в ПК расхода рабочего тела с ротаметра осуществляется при помощи датчика, вмонтированного в поплавок данного узла.

Регистрация давления рабочего тела в газовой рампе 7 визуально контролируется образцовым манометром 4, а также отслеживается электрическим датчиком абсолютного давления и температуры 11. Этот сигнал подается на вход в ЭБУ 12 и через осциллографическую приставку 13, записывается в память ПК 14.

Отличительной особенностью разработанного стенда является то, что, все агрегаты стенда собраны из стандартных узлов, которые надежно зарекомендовали себя в условиях эксплуатации.

### Измерительная аппаратура и работа испытательного стенда

Пульт управления стендом, приведенный на рис.2, оснащен приборами для контроля и регистрации параметров состояния рабочего тела протекающего через проходное отверстие (калиброванное сечение) дозатора 6.

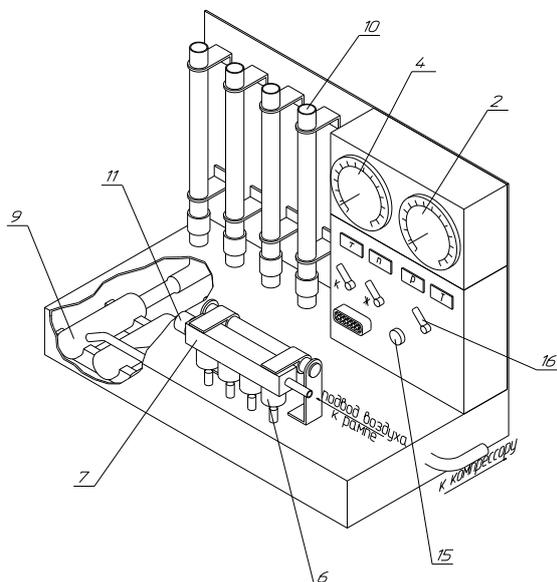


Рис. 2. Общий вид пульта управления

Изменение давления газа в системах стенда контролируется следующим образом:

- значение величины давления перед ГРНД осуществляется образцовым манометром МО-16 2;
- в газовой рампе 7 (где установлен комплект газовых дозаторов), показания давления регистрируется образцовым манометром

МО-5 4 и одновременно контролируется электрическим датчиком абсолютного давления и температуры 11, подсоединенным к ЭБУ, в блоке управления 12 они преобразовываются и записываются в память ПК 14. Показания значений давлений в рампе высвечиваются на индикаторной панели (p) ЭБУ 12.

- Показания температуры топлива поступающего в полость газовой рампы 7 снимаются с датчика абсолютного давления и температуры 11, преобразуется и записывается в память ПК 14. Показания значений температур в рампе высвечиваются на индикаторной панели (T) ЭБУ 12.

Измерение расходов газа протекающих через сечение газовых дозаторов осуществляется при помощи ротаметров РМ-04 6.3ГУЗ 10, в следующей последовательности, для этого необходимо:

1. Включить приводной компрессор и закачать в ресивер воздух до давления 6 – 8 кгс/см<sup>2</sup> (0,6 – 0,8 МПа).

2. Тумблером 15, расположенным на панели приборов стенда, включить электромагнитный клапан подачи рабочего тела в пневмомагистраль стенда.

3. Винтом изменения давления, установленным во вторичной камере ГРНД 3, регулируется (выставляется) необходимое (согласно, условиям эксперимента) давление. Давление в газовой рампе контролируется образцовым манометром МО-5 4.

4. Тумблером 16, закрепленным на панели ЭБУ 12 подается электропитание на блок управления.

5. Используя поворотные ручки (K и Ж) поворотных реостатов, можно снимать расходные характеристики подачи рабочего тела газовых дозаторов. При помощи плавного поворота (по часовой стрелке) поворотной ручки (K) можно изменять значения времени открытия подачи газа через перепускной клапан дозатора (т.е. имитировать нагрузку ДВС), при этом значения времени открытия подачи газа через клапан дозатора изменяются в диапазоне от 0 до 20 мс. Регистрация значений диапазона времени открытия подачи газа клапана дозатора, высвечивается на индикаторной панели ( $\tau$ ) ЭБУ. При помощи плавного поворота (по часовой стрелке) поворотной ручкой (Ж) можно изменять значения частоты вращения коленчатого вала ДВС (имитировать скоростные режимы работы двигателя), при этом значения частоты

вращения коленчатого вала ДВС изменяются в диапазоне от 600 до 6000 мин<sup>-1</sup>. Регистрация значений частоты вращения коленчатого вала ДВС высвечивается на индикаторной панели (*n*) ЭБУ.

Таким образом, углами поворотов двух поворотных ручек можно задавать различные значения (варианты) изменения частоты вращения вала ДВС, времени открытия клапана и подачу газа дозатором. Используя эти варианты можно снимать расходные характеристики подачи рабочего тела газовыми дозаторами в двигатель в широком диапазоне изменения скоростных и нагрузочных режимах работы ДВС.

Вышедшие из каждого дозатора пульсирующие воздушные заряды, поступают в ресиверы-успокоители 9. По мере передвижения воздушного заряда по достаточно большому объему ресивера 9, выполненного в виде лабиринтных ходов, давление рабочего тела в нем стабилизируется. После чего рабочее тело с установившимся (не пульсирующим, сглаженным) давлением направляется в ротаметр 10. Измеряемый воздушный поток воздействует на конический поплавок, изготовленный из пористой резины и расположенный в стеклянной калиброванной трубке ротаметра 10. По высоте (длине) трубки ротаметра нанесена разметка с ценой деления 1 мм. По длине трубка ротаметра имеет коническую форму. Величина расхода рабочего тела через ротаметр оценивается высотой подъема поплавка относительно начала отсчета стеклянной трубки.

Общий вид панели управления безмоторного стенда приведен на рис. 3, а подвод рабочего тела от приводного компрессора к стенду поясняется рис. 4.

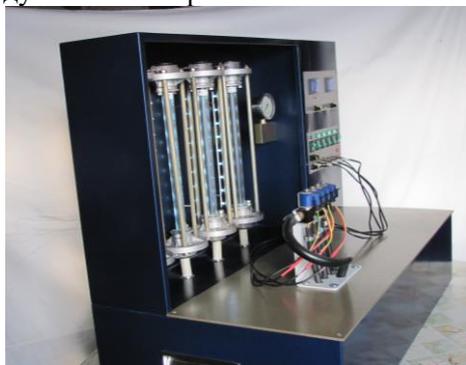


Рис. 3. Общий вид панели управления безмоторного стенда



Рис. 4. Подвод рабочего тела к безмоторному стенду от приводного компрессора

### Выводы

1. Стенд позволяет проводить серию разнообразных исследований над газовыми дозаторами в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимах работы двигателя, а также осуществлять проверку конструктивных изменений вносимых в топливную аппаратуру при ее доводке.

2. Конструктивная схема стенда позволяет выполнять следующие виды работ:

- снимать статические характеристики разрабатываемых и серийно выпускаемых дозаторов (определять расход газа, проходящий через дозатор в зависимости от изменения диаметра проходного сечения перепускного клапана, давления и температуры рабочего тела в газовой рампе);

- снимать динамические характеристики дозаторов (определять расход газа, проходящий через дозатор в зависимости от изменения времени открытия перепускного клапана). Возможности стенда позволяют снять серию динамических характеристик с учетом изменения конструктивных и режимных параметров дозатора, таких как: диаметр проходного сечения перепускного клапана, давления и температуры рабочего тела в газовой рампе.

3. Осуществлять проверку, регулировку и диагностирование серийно выпускаемых, а также отремонтированных дозаторов на равномерность подачи газа и заданную производительность (каждого дозатора, входящего в комплект ТА).

### Литература

1. Богомолов В.А. Экспериментальная установка для доводки систем зажигания и управления газовым двигателем 6Ч13/14 с искровым зажиганием / В.А. Богомолов,

- В.М. Манойло и др. // Международный научно-технический журнал АГЗК. – М.: 2005.– Вып.4 (25). –С.42-45.
2. <http://www.elpigaz.ru/teh-informacija/stend-proverki-forsunok/> [Электронный источник].
  3. Богомолов В.А. Экспериментальная стендовая электронная система управления газовым двигателем 6Ч 13/14 с искровым зажиганием / В.А. Богомолов, А.В. Бажинов, В.М. Манойло и др.// Автомобильный транспорт. – Х.: ХНАДУ.– 2007. – Вып. 20. – С. 81-87.
  4. Абрамчук Ф.И. Особенности конструкций электромагнитных дозаторов газа систем питания ДВС / Ф.И. Абрамчук, В.М. Манойло, М.С. Липинский, А.А. Дзюбенко // Автомобильный транспорт. – Х.: ХНАДУ. – 2010. – Вып. 27. – С. 43–51.
  5. Дзюбенко А.А. Структурный синтез системы управления распределенной подачей газа / А.А. Дзюбенко, В.М. Манойло, М.С. Липинский // Вісник СевНТУ. Севастополь. – 2012. – Вып. 134. – С. 100–103.

#### Reference

1. Bogomolov V.A., Manoylo V.M. et al. (2005). Eksperimental'naya ustanovka dlya dovodki sistem zazhiganiya i upravleniya gazovym dvigatelem 6CH13/14 s iskrovym zazhiganiyem [Experimental installation for finishing ignition systems and control of gas engine 6CH13 / 14 with spark ignition]. *Mezhdunarodnyy nauchno-tekhnicheskyy zhurnal AGZK – International Scientific and Technical Journal AGZK*, 4, 42-45 [in Russian].
2. <http://www.elpigaz.ru/teh-informacija/stend-proverki-forsunok/> [Electronic source].
3. Bogomolov V.A., Bazhinov AV, Manoylo V.M. et al. (2007). Eksperimental'naya stendovaya elektronnaya sistema upravleniya gazovym dvigatelem 6CH 13/14 s iskrovym zazhiganiyem [Experimental bench electronic control system of a gas engine 6CH13/14 with spark ignition]. *Avtomobil'nyy transport – Automobile transport*, 20, 81-87 [in Russian].
4. Abramchuk F.I., Manoylo V.M., Lipinsky M.S., Dzyubenko A.A. (2010). Osobennosti konstruktivnykh elektromagnitnykh dozatorov gaza sistem pitaniya DVS. [Features of the design of electromagnetic gas metering systems for power supply systems of the internal combustion engine]. *Avtomobil'nyy transport – Automobile transport*, 27, 43–51.
5. Dzyubenko A.A., Manoylo V.M., Lipinsky M.S. (2012). Strukturnyy sintez sistemy upravleniya raspredelennoy podachey gaza. [Structural synthesis of a distributed gas supply control system]. *Visnik SevNTU – Herald SevNTU*, 134, 100–103.

**Манойло Владимир Максимович – к.т.н., доцент, кафедра тракторов и автомобилей, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенко, тел.: (095) 710 –96 – 28, vladimir.m.manoylo@gmail.com**

#### NON-MOTORIZED STAND FOR RESEARCH OF POWER DISPENSERS GAS SUPPLY SYSTEMS OF MOTOR ENGINES

**Manoylo V.M., Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko**

**Abstract. Problem.** Currently there are no non-motorized stand that can help you diagnose and evaluate the technical condition of the electromagnetic metering gas supply systems of motor engines. **Methodology.** The article presents the features of the design and the principle of the nonmotor stand for the study of electromagnetic gas dispensers of motor vehicles. The stand allows to carry out a certain series of various studies on gas injectors in a wide range of high-speed and loading modes of engine operation, as well as to verify the structural changes introduced into the fuel equipment in its evolution. The design scheme of the stand involves performing the following types of work: to remove the static characteristics of the developed and serially released injectors (to determine the flow of gas passing through the dispenser, depending on the change in the diameter of the inlet passage of the bypass valve, the pressure and temperature of the working body in the gas ramp); to remove the dynamic characteristics of dispensers (to determine the flow of gas passing through the injector, depending on the change in the time of opening the bypass valve). **Practical value.** Possibilities of the stand allow to remove a series of dynamic characteristics taking into account changes in the design and mode parameters of the dispenser, such as: the diameter of the intersection of the intake valve, the pressure and temperature of the working body in the gas ramp. With the help of the given stand you can explore fundamentally new, as well as diagnose electromagnetic gas dispensers, which are serially produced for motor vehicles. Motorless test bench for gas injectors is designed to perform diagnostic, repair and adjustment and prophylactic works at service stations, as well as conduct research in research and production centers and factory test laboratories.

**Key words:** experimental non-motor stand, electrically controlled gas metering devices, power systems, testing.

#### БЕЗМОТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕЛЕКТРОКЕРОВАНИХ ГАЗОВИХ ДОЗАТОРІВ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ДВИГУНІВ

**Манойло В.М., Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка**

***Анотація.** В даний час відсутні безмоторні стенди за допомогою яких можна провести діагностику та оцінити технічний стан електромагнітних газових дозаторів систем живлення автотранспортних двигунів. У статті наведені особливості конструкції і принцип дії безмоторного стенду для дослідження електромагнітних газових дозаторів автотранспортних двигунів. Стенд дозволяє проводити певну серію різноманітних досліджень над газовими дозаторами в широкому діапазоні швидкісних і навантажувальних режимах роботи двигуна, а також здійснювати перевірку конструктивних змін внесених в паливну апаратуру при її доведенні. Конструктивна схема стенда передбачає виконувати наступні види робіт: знімати статичні характеристики розроблюваних і серійно виготовлених дозаторів (визначати витрату газу, що проходить через дозатор в залежності від зміни діаметра прохідного перетину перепускного клапана, тиску і температури робочого тіла в газовій рампі); знімати динамічні характеристики дозаторів (визначати витрату газу, що проходить*

*через інжектор в залежності від зміни часу відкриття перепускного клапана). Можливості стенду дозволяють зняти серію динамічних характеристик з урахуванням зміни конструктивних і режимних параметрів дозатора, таких як: діаметр прохідного перетину перепускного клапана, тиску і температури робочого тіла в газовій рампі. За допомогою наведеного стенду можна досліджувати принципово нові, а також діагностувати електромагнітні газові дозатори, що серійно випускаються для автотранспортних двигунів. Безмоторний стенд для випробування газових дозаторів, розроблений для виконання діагностичних, ремонтних і налагоджувально-профілактичних робіт на сервісних станціях технічного обслуговування, а також проведення науково-дослідних робіт в науково-виробничих центрах і заводських випробувальних лабораторіях.*

**Ключеві слова:** експериментальний безмоторний стенд, електрокеровані газові дозатори, системи живлення, проведення випробувань.

---

