



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F02M 45/00 (2018.01); F02M 55/00 (2018.01)

(21)(22) Заявка: 2016127251, 06.07.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.07.2016

Дата регистрации:
03.07.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.07.2016

(45) Опубликовано: 03.07.2018 Бюл. № 19

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Старкова
Е.Е. (НОЦ "Поршневое двигателестроение и
спецтехника")

(72) Автор(ы):

Грехов Леонид Вадимович (RU),
Денисов Александр Александрович (RU),
Старков Егор Евгеньевич (RU),
Калюнов Андрей Станиславович (RU),
Дробышев Олег Владимирович (RU),
Онищенко Дмитрий Олегович (RU),
Волкова Галина Ивановна (RU),
Глухов Владимир Михайлович (RU),
Чжао Цзяньхуэй (RU),
Худякова Татьяна Алексеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский государственный
технический университет имени Н.Э.
Баумана" (национальный исследовательский
университет) (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)

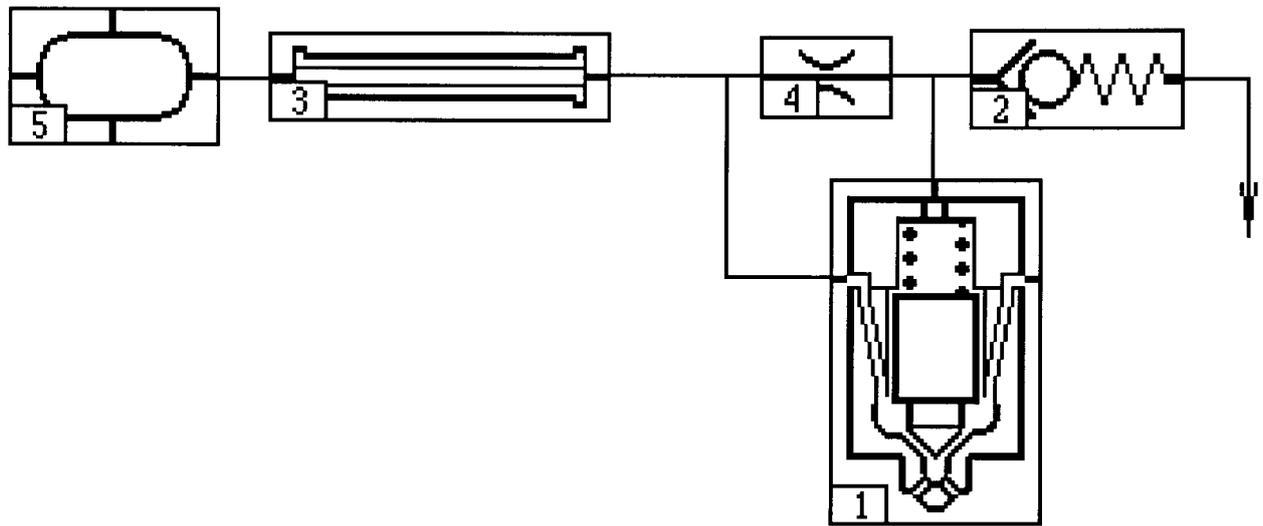
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2011882 C1, 30.04.1994. RU
2063536 C1, 10.07.1996. Книга "Системы
управления дизельными двигателями"
М.: ЗАО "КЖИ "За Рулем", 2004. - 480 с. EP
3032086 A1, 15.06.2016.

(54) Аккумуляторная топливная система дизельного двигателя

(57) Реферат:

Предложена аккумуляторная топливная система дизельного двигателя, включающая аккумулятор, нагнетательный топливопровод, электрогидравлическую форсунку с входной полостью и каналами. Система отличается от традиционной тем, что нагнетательный топливопровод имеет внутренний диаметр 1,5-3 мм, а общая длина нагнетательного топливопровода и каналов высокого давления оценивается по соотношению $l_{тр} = (0,1-0,15) \cdot a \cdot t_{впр}$, где a - скорость звука при давлении в аккумуляторе; $t_{впр}$ - продолжительность

впрыскивания топлива на номинальном режиме работы. Возможно применение мультипликатора давления. Использование такой топливной системы приводит к формированию ступенчатого переднего фронта характеристики впрыскивания, а также впрыскиванию топлива в завершающей стадии при повышенных давлениях. Благодаря этому обеспечивается снижение максимального давления в цилиндре, жесткости сгорания, шума, выбросов с отработавшими газами как окислов азота, так и твердых частиц. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 7 ил.



Фиг. 3

RU 2659713 C1

RU 2659713 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F02M 45/00 (2006.01)
F02M 55/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F02M 45/00 (2018.01); F02M 55/00 (2018.01)

(21)(22) Application: **2016127251, 06.07.2016**

(24) Effective date for property rights:
06.07.2016

Registration date:
03.07.2018

Priority:

(22) Date of filing: **06.07.2016**

(45) Date of publication: **03.07.2018** Bull. № 19

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,
MGTU im. N.E. Baumana, TSZIS, dlya Starkova
E.E. (NOTS "Porshnevoe dvigatelestroenie i
spetstekhnika")

(72) Inventor(s):

**Zhao Jiaohui (RU),
Denisov Aleksandr Aleksandrovich (RU),
Starkov Egor Evgenevich (RU),
Kalyunov Andrej Stanislavovich (RU),
Drobyshev Oleg Vladimirovich (RU),
Onishchenko Dmitrij Olegovich (RU),
Volkova Galina Ivanovna (RU),
Glukhov Vladimir Mikhajlovich (RU),
Chzhao Tszyankhuj (RU),
Khudyakova Tatyana Alekseevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj
tekhnicheskij universitet imeni N.E. Baumana"
(natsionalnyj issledovatel'skij universitet)"
(MGTU im. N.E. Baumana) (RU)**

(54) **DIESEL ENGINE ACCUMULATOR FUEL SYSTEM**

(57) Abstract:

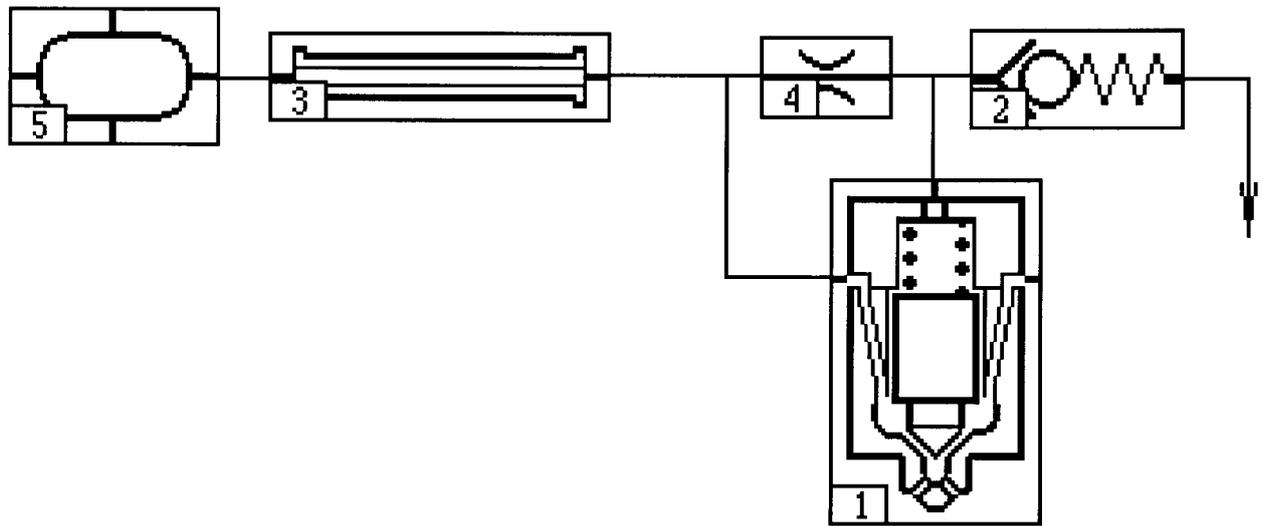
FIELD: motors and pumps.

SUBSTANCE: disclosed is the diesel engine accumulator fuel system, including accumulator, injection fuel pipeline, electrohydraulic injector with inlet cavity and channels. System differs from the conventional one in that the injection fuel pipeline has internal diameter of 1.5–3 mm, and the injection pipeline and high-pressure channels total length is estimated by the ratio $l_{\text{pipe}}=(0.1-0.15) \cdot a \cdot t_{\text{inj}}$, where a is the speed of sound at the pressure in accumulator; t_{inj}

is the fuel injection duration at the rated operating mode. It is possible to use the pressure multiplier. Use of such a fuel system leads to the injection characteristic stepped leading edge formation, as well as the fuel injection at the final stage at elevated pressures.

EFFECT: due to this enabling the maximum pressure in the cylinder, rigidity of combustion, noise, and both nitrogen oxides and solid particles with exhaust gases emissions reduction.

6 cl, 7 dwg



Фиг. 3

RU 2659713 C1

RU 2659713 C1

Техническое решение относится к области двигателестроения, а именно к системам питания двигателей внутреннего сгорания аккумуляторного типа с электронным управлением.

Известны аккумуляторные топливные системы с мультипликацией давления, способные к формированию переднего фронта характеристики впрыскивания. Так, аккумуляторные системы с двухканальным управлением через два независимых электроуправляемых клапана позволяют получать два участка характеристики впрыскивания (без применения и с применением мультипликации давления) - см. Leonhard R., Parche M, Alvarez-Avila C. Pressure-amplified Common Rail System for Commercial Vehicles // MTZ 0512009 Volume 70, s. 10-15.

Недостатком таких систем является избыточная сложность и комплекс недостатков, присущих системам с мультипликацией давления, по этим причинам они не находят широкого использования.

Известны многочисленные схемы аккумуляторных топливных систем с мультипликацией давления с одним каналом управления (см., например, Patent US 5894992 A, F02M 57/02. Hydraulically actuated fuel injector with injection rate shaping pressure intensifier. - Cummins Engine Company, Inc. - Filed. 18.07.1996. Pub. 20.04.1999). Благодаря использованию дополнительных каналов и гидрорегулируемых клапанов удается получить задержку подачи топлива на первом участке характеристики впрыскивания. Однако, такие системы уже не имеют свободы управления характеристиками, как в предыдущей системе, но сохраняют важнейшие недостатки таких систем: большую сложность, дороговизну, а также специфические проблемы: "вялое" окончание впрыскивания, проблему демпфирования свободно движущихся массивных механических узлов, сниженную надежность работы и др.

Наконец, широко известны аккумуляторные топливные системы с аккумулятором топлива высокого давления, нагнетательным топливопроводом, электрогидравлической форсункой, содержащей корпус с входной полостью, каналы высокого давления, электроуправляемый клапан, распылитель с запорной иглой, распыливающими отверстиями и полостями распылителя, сообщенными с каналами высокого давления (см., например, рис. 3.4 и рис. 3.31 в учебнике Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. - М.: Изд-во Легион-Автодата, 2005. - 344 с.).

Эти системы получили наибольшее распространение среди аккумуляторных систем благодаря относительной простоте. Они выполняются с таким сочетанием параметров, при которых минимизируются волновые процессы, протекающие в нагнетательном топливопроводе во время подачи топлива, а характеристика впрыскивания приобретает вид трапеции (фиг. 1).

Известны также аккумуляторные топливные системы дизельного двигателя, оснащенные плунжерным мультипликатором давления. Такие системы также называют насос-форсунками с гидроприводом плунжера (см. там же). Мультипликатор давления включает плунжерную пару с плунжером и полостью, сообщенной с распылителем, гидроцилиндр с поршнем, механически связанным с плунжером, причем полость привода сообщена с каналами высокого давления (через управляющий клапан или напрямую).

Такие системы также выполняются с сочетанием параметров, минимизирующих волновые процессы, в нагнетательном топливопроводе. В них характеристика впрыскивания также схожа с трапецией (фиг. 1), но как правило, еще имеет несколько важных и трудноустраняемых дефектов.

В то же время для организации малотоксичного процесса двигателя требуется

профиль переднего фронта ступенчатой или ломаной формы, изображенной на фиг. 2 (см., например, Kuleshov A.S., Grekhov L.V. Multidimensional Optimization of DI Diesel Engine Process Using Multi-Zone Fuel Spray Combustion Model and Detailed Chemistry NOx Formation Model SAE Tech. Pap. Ser. - 2013. - №2013-01-0882; Future Emission Demands for Ship and Locomotive Engines - Challenges, Concepts and Synergies from HD-Applications - A. Wiartalla, L. Ruhkamp, T. Koerfer и др. // Paper No. 174, CIMAC Congress 2010, Bergen, p. 14; Leonard R., Parche M. Pressure-amplified common rail system for commercial vehicles / R. Leonard, M. Parche // MTZ 05.2009 Volume 70. p. 10-15)

Недостатками упомянутых выше традиционных технических решений является трапецевидный профиль характеристики впрыскивания. Требуемую ступенчатую форму переднего фронта характеристики впрыскивания описанные решения организовать не способны. Напротив, традиционные электрогидравлические форсунки без плунжерных мультипликатором запираания иглы и насос-форсунки с гидроприводом плунжера склонны к получению крутого переднего фронта вплоть до максимума подачи и более полого заднего фронта.

Вместе с тем, для малотоксичных дизельных двигателей в формировании ступенчатой характеристики впрыскивания есть острейшая необходимость: на номинальном режиме всех двигателей и всех режимах среднеоборотных и малооборотных двигателей многократная подача не применяется и остается способ воздействия на рабочий процесс двигателя со стороны топливной системы только с помощью формирования ступенчатой характеристики впрыскивания единственного импульса подачи.

Задача, на решение которой направлено заявленное изобретение, заключаются в повышении эффективности работы аккумуляторной топливной системы в дизельном двигателе за счет формирования переднего фронта характеристики впрыскивания. В частности, в соответствии с требованиями оптимальности организации малотоксичного и энергоэффективного рабочего процесса ставится задача в начале первого участка переднего фронта характеристики впрыскивания обеспечения быстрого начала подачи топлива до оптимизированного значения давления впрыскивания, что предотвращает образование крупных капель. Первый участок переднего фронта должен быть ступенчатый, т.е. ограниченным по амплитуде, для снижения максимального значения и скорости повышения давления впрыскивания, т.е. ограничения эмиссии окислов азота, нагрузок на детали и шума сгорания. Второй, завершающий участок характеристики впрыскивания должен проводиться при максимально достижимых давлениях впрыскивания с целью получения мелких капель, быстрого диффузионного сгорания и образования минимума сажистых частиц.

Таким образом, целью изобретения является снижение эмиссии с отработавшими газами как окислов азота, так и твердых частиц, а также снижения давления в цилиндре, скорости повышения этого давления ("жесткости сгорания"), шумности работы, а также увеличения устойчивости малых цикловых подач топлива путем снижения давления впрыскивания на первом участке топливоподачи.

Поставленная задача решается за счет того, что аккумуляторная топливная система дизельного двигателя включает в себя аккумулятор топлива высокого давления, нагнетательный топливопровод, электрогидравлическую форсунку, которая содержит корпус с входной полостью, расположенной в нем, каналы высокого давления, распылитель с запорной иглой, распыливающими отверстиями и полостями распылителя, размещенными в нем и сообщенными с каналами высокого давления, электроуправляемый клапан.

В отличие от известных систем, в предлагаемой аккумуляторной системе

нагнетательный топливопровод имеет внутренний диаметр 1,5-3 мм, а общая длина нагнетательного топливопровода и каналов высокого давления оценивается по соотношению (м): $l_{тр}=(0,1-0,15) \cdot a \cdot t_{впр}$, где a - скорость звука при давлении в аккумуляторе (м/с), $t_{впр}$ - продолжительность впрыскивания топлива на номинальном режиме работы (с).

В частном случае общий объем полостей форсунки составляет не более (1,5-7) от объемной цикловой подачи на номинальном режиме работы. Эта оценка позволяет уточнить интервал эффективности предлагаемого решения.

В частном случае сечение топливопровода составляет (5-15) от общей площади распыливающих отверстий. Эта оценка позволяет уточнить интервал эффективности предлагаемого решения.

Те же задачи могут решаться в аккумуляторной топливной системе дизельного двигателя с мультипликатором давления. Предлагается аккумуляторная топливная система дизельного двигателя, включающая в себя аккумулятор топлива высокого давления, нагнетательный топливопровод, электрогидравлическую насос-форсунку, которая содержит корпус с входной полостью, расположенной в нем, каналы высокого давления, распылитель с запорной иглой, распыливающими отверстиями и полостями распылителя, размещенными в нем и сообщенными с каналами высокого давления, электроуправляемый клапан, а также мультипликатор давления, включающий плунжерную пару с плунжером и полостью, сообщенной с распылителем, гидроцилиндр с поршнем, механически связанным с плунжером, имеющий полость привода, сообщенную с каналами высокого давления. При этом, в предлагаемом решении нагнетательный топливопровод имеет внутренний диаметр $(1,5-3) \cdot k_{мульти}$, где $k_{мульти}$ - коэффициент мультипликации определен как отношение площадей гидроцилиндра и плунжера мультипликатора давления, а общая длина нагнетательного топливопровода и каналов высокого давления оценивается по соотношению $l_{тр}=(0,1-0,15) \cdot a \cdot t_{впр}$.

В частном случае, аккумуляторная топливная система может включать мультипликатор давления с общий объем полостей гидропривода может составлять не более $(3-10) \cdot k_{мульти}$ объема топливопровода. Эта оценка позволяет уточнить интервал эффективности предлагаемого решения.

В частном случае, в аккумуляторной топливной системе с мультипликатором давления сечение топливопровода может составлять $(7-20) \cdot k_{мульти}$ от общей площади распыливающих отверстий. Эта оценка позволяет уточнить интервал эффективности предлагаемого решения.

Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков, является формирование характеристики впрыскивания со ступенчатым или, по крайней мере, ломанным передним фронтом: быстрым началом подачи в начале первого участка, ограничением подачи на первом участке и проведение подачи при наибольших возможных давлениях на последующем втором участке, как это изображено на фиг. 2 (см. также Грехов Л.В., Денисов А.А., Старков Е.Е. Формирование характеристик впрыскивания для малотоксичных средне- и высокооборотных дизелей наземных транспортных средств как требование к перспективной топливоподающей аппаратуре // Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени. - Екатеринбург, 2015, - №8(13). Ч. 1. - С. 28-31).

Эффект формирования ступенчатого фронта в топливной системе по фиг. 3 обязан кратковременному снижению давления у форсунки 1 в начале подачи в результате расходования топлива через распыливающие отверстия и на слив через управляющий

клапан 2. Образовавшееся разрежение обеспечивает снижение расхода подачи и давления впрыскивания на первом участке характеристики впрыскивания (фиг. 4).

Образовавшаяся волна разрежения двигается по топливопроводу 3. Она отражается от аккумулятора 5 волной сжатия и возвращается к форсунке 1, обеспечивая окончание

5 впрыскивания топлива при повышенном давлении.

Таким образом, реализация предложенного технического решения позволяет путем получения ступенчатого переднего фронта обеспечить:

- снижение эмиссии вредных веществ в отработавших газах;

- снижение максимального давления в цилиндре;

10 - снижение скорости повышения давления в цилиндре;

- снижение шумности работы;

- снижение эмиссии твердых частиц в отработавших газах при допуске увеличении угла опережения впрыскивания (как оптимум между альтернативными вредными выбросами).

15 Сущность изобретения поясняется графическими изображениями. На фиг.

5 представлена аккумуляторная топливная система дизельного двигателя с более детальным изображением электрогидравлической форсунки. Система включает в себя аккумулятор топлива высокого давления 1, нагнетательный топливопровод 2,

электрогидравлическую форсунку, которая содержит корпус 5 с расположенными в

20 нем входной полостью 3, каналами высокого давления 4. Также в форсунке размещены электроуправляемый клапан 6, камера управления 7, распылитель 8 с запорной иглой 9,

полостями распылителя 10 и распыливающими отверстиями 11, размещенными в

распылителе и сообщенными с каналами высокого давления. Новым в системе является то, что нагнетательный топливопровод имеет внутренний диаметр 1,5-3 мм, а общая

25 длина нагнетательного топливопровода (м) и каналов высокого давления оценивается по соотношению $l_{тр} = (0,1-0,15) \cdot a \cdot t_{впр}$, где a - скорость звука при давлении в аккумуляторе

(м/с), $t_{впр}$ - продолжительность впрыскивания топлива на номинальном режиме работы (с). Благодаря уменьшенному объему полостей форсунки и оптимизированным

30 параметрам топливопровода в системе развиваются волновые процессы, благоприятным образом влияющим на форму характеристики впрыскивания. Для этого, в частности, общий объем полостей форсунки составляет не более (1.5-7) от объемной цикловой

подачи на номинальном режиме работы, в частности, сечение топливопровода

составляет (5...15) от общей площади распыливающих отверстий.

35 Фиг. 6 иллюстрирует другое исполнение аккумуляторной топливной системы, когда в корпусе форсунки имеется мультипликатор давления. Аккумулятор 1 через нагнетательный топливопровод 2 сообщен с входной полостью 3 форсунки. В этом

случае электроуправляемый 6 может быть сообщен через каналы высокого давления 4 с одной из полостей 12, 14 или обеими полостями плунжерного мультипликатора

40 давления 13. Мультипликатор давления содержит гидроцилиндр с поршнем, механически связанный с впрыскивающим плунжером. Мультипликатор давления сообщен с

распыливающими отверстиями 11 с возможностью открытия прохода к ним через иглу 9 в полости распылителя 10. Существенными признаками и их количественными

характеристиками являются в этом случае, прежде всего, параметры нагнетательного

топливопровода, каналов высокого давления, объема входной и других полостей

45 форсунки.

Так, общая длина нагнетательного топливопровода и каналов высокого давления оценивается по соотношению $l_{тр} = (0,1-0,15) \cdot a \cdot t_{впр}$, нагнетательный топливопровод имеет

внутренний диаметр $(1,5-3) \cdot k_{\text{мульти}}$. Здесь коэффициент мультипликации $k_{\text{мульти}}$ определен как отношение площадей гидроцилиндра и впрыскивающего плунжера мультипликатора давления: $k_{\text{мульти}} = F_{\text{гидроцил}} / F_{\text{плунж}}$. Общий объем полостей гидропривода составляет не более $(3-10) \cdot k_{\text{мульти}}$ от объема топливопровода. Сечение топливопровода составляет $(7-20) \cdot k_{\text{мульти}}$ от общей площади распыливающих отверстий.

Аккумуляторная топливная система дизельного двигателя работает следующим образом. В ней происходят типовые процессы, характерные для всех ЭГФ (см. Грехов Л.В., Габитов И.И., Неговора А.В. Конструкция, расчет и технический сервис топливной аппаратуры современных дизелей: Учебное пособие. - М.: Изд-во Легион-Автодата, 2013. - 292 с.), а именно, в основных чертах, следующим образом. В исходном состоянии в форсунке по фиг. 5 в каналах высокого давления 4, камере управления 7, полости распылителя 10 находится топливо под давлением аккумулятора - $P_{\text{акк}}$, а клапан 6 и игла 9 закрыты. При срабатывании электропривода электроуправляемого клапана он открывается, камера управления разгружается, игла поднимается и топливо по каналам высокого давления направляется к распыливающим отверстиям 11. При прекращении действия привода клапан закрывается, давление в камере управления восстанавливается через входной жиклер или управляющий клапан более сложной конструкции. Игла закрывается, подача топлива к распыливающим отверстиям прекращается.

Особенностями предлагаемого технического решения заключается в том, что благодаря уменьшенному объему полостей форсунки в начале подачи топлива возникает заметное снижение давления в этих полостях и давления впрыскивания, благодаря чему расход топлива на первом этапе подачи снижен. Благодаря рекомендованному сечению нагнетательного топливопровода, которое в разы меньше применяемого ныне в известных аккумуляторных топливных системах, по топливопроводу в сторону аккумулятора двигается интенсивная волна разрежения. По тем же причинам к форсунке возвращается интенсивная волна давления и поддерживается высокое давление в полостях форсунки ввиду их малости и, соответственно, малому ослабляющему процесс действию сжимаемости топлива. Для соблюдения этого условия, в частности, предлагается соблюдать условие: общий объем полостей форсунки составляет не более $(1,5-7)$ от объемной цикловой подачи на номинальном режиме работы. С той же целью, в частности, сечение топливопровода составляет $(5-15)$ от общей площади распыливающих отверстий.

Своевременность повышения давления в основной части и завершении подачи (т.е. на втором участке подачи) обеспечивается подбором длины нагнетательного топливопровода и каналов высокого давления согласно приведенной выше рекомендации. При нарушении этих рекомендаций достигаемый положительный эффект снижается.

Как показал цикл оптимизационных исследований применительно к новейшим отечественным дизельным двигателям, проведенный МГТУ им. Н.Э. Баумана, выявлена универсальность требований к форме переднего фронта характеристики впрыскивания по режимам работы двигателя, обеспечивающей минимизацию удельных вредных выбросов при работе двигателя по тепловозной и винтовой характеристикам. Этим условиям удовлетворяет предложенная аккумуляторная топливная система.

В другой реализации топливная система снабжена мультипликатором давления, но в ней реализуются те же особенности гидравлических процессов. При срабатывании управляющего клапана и начала расходования топлива на привод мультипликатора давления во входной полости и полости гидроцилиндра мультипликатора давления

образуется разрежение, а по нагнетательному топливопроводу распространяется волна разрежения. Таким образом, начало подачи осуществляется с пониженным давлением впрыскивания и расходом. Отраженная от аккумулятора волна разрежения возвращается к форсунке волной сжатия и второй участок характеристики впрыскивания

5 характеризуется повышенными давлением впрыскивания, и расходом.

Эффективность предложенного технического решения обусловлена его следующими свойствами:

- наибольшая простота в сравнении с известными способами формирования характеристики впрыскивания в аккумуляторных системах. Так, известны подобные системы, например, HADI, CRSN4, FEVHiFORSc двухканальных электроуправлением (см. Грехов Л.В., Габитов И.И., Неговора А.В. Конструкция, расчет и технический сервис топливной аппаратуры современных дизелей: Учебное пособие. - М.: Изд-во Легион-Автодата, 2013. - 292 с.); Grzeschik, P. et al. (2012). FEVHiFORSc: Neue Möglichkeiten zur simultanen Verringerung des Verbrauchs - und Emissionsverhaltens moderner Pkw-Dieselmotoren bei verbesserter Verbrennungskustik. In 8. Tagung: Diesel - und Benzin direkteinspritzung, Berlin; Грехов Л.В., Денисов А.А., Старков Е.Е. Выбор и обоснование типа и параметров топливоподающей аппаратуры перспективных дизелей // Известия Волгоградского государственного технического университета, 2014. - №18 (145) Серия Процессы преобразования энергии и энергетические установки, вып. 6. - С. 11-14). В отличие от известных систем предложенная топливная система не требует введения новых элементов и узлов и базируется лишь на изменении параметров существующих элементов, причем делает их более привычными для образцов традиционных систем непосредственного действия (топливопровод имеет более традиционные, меньшие значения диаметров);

25 - соответствием обеспечиваемой характеристики впрыскивания оптимальным для дизельных двигателей, выполняющих перспективные нормы на вредные выбросы с отработавшими газами и работающими по тепловозной и винтовой характеристикам. Предложенная топливная система также может облегчить выполнение экологических нормативов автотракторными дизельными двигателями.

30 Востребованность технического решения подтверждается результатами выполненного цикла оптимизационных исследований организации рабочих процессов новейших отечественных среднеоборотных дизельных двигателей четырех заводов:

- Д200 (6ЧН20/28) $N_e=1200$ кВт, $n=1000$ мин⁻¹, $P_z=22$ МПа;
- 35 - ДМ-185Т (12ЧН 18,5/21,5) $N_e=1400$ кВт, $n=1500$ мин⁻¹, $P_z=24$ МПа;
- М150М (124Н15/17,5) $N_e=1440$ кВт, $n=2100$ мин⁻¹, $P_z=19$ МПа;
- Д500 (12ЧН26,5/32) $N_e=4400$ кВт, $n=1000$ мин⁻¹, $P_z=20$ МПа.

40 Все двигатели анализировались в условиях работы по винтовой и тепловозной характеристикам и выполнения экологических нормативов, планируемых для введения в будущем - EUStageIII, TierIV, IMO-Stage III. По результатам оптимизации всех дизелей на обоих контролируемых при оценке на соответствие нормативов по эмиссии вредных веществ - режима максимума мощности и режима 50% мощности - потребовалось формирование характеристики впрыскивания, изображенной на фиг. 2. При этом на

45 обоих режимах амплитуда первого участка переднего фронта - от 0,6 до 0,8 от максимального расхода топлива, а продолжительность первого участка - от 0,1 до 0,45 общей продолжительности.

Эти требования выполняет ЭГФ, выполненная согласно предложенному техническому решению (фиг. 4). Изменением параметров нагнетательного

топливопровода, каналов высокого давления, объемов полостей, сечений жиклеров удается изменять характеристику в соответствии с выдвигаемыми требованиями (фиг. 7). Так, на фиг. 7 изображена диаграмма давления впрыскивания в системе дизеля Д200 на режиме цикловой подачи 1,3 г, частоты вала двигателя 1000 мин^{-1} : а - топливопровод 2,5×900 мм, канал в форсунке 3×400 мм; б - топливопровод 2,5×700 мм, канал 3×400 мм; с - топливопровод 1,6×800 мм, канал 3×400 мм; ф - топливопровод 2,0×800 мм, канал 2×400 мм; р - топливопровод 2,5×1200 мм, канал 3×400 мм.

Таким образом, топливная система, охарактеризованная совокупностью вышеперечисленных признаков, является новой, т.к. предложенная совокупность признаков не описана в известных источниках информации, использованных для определения уровня технического развития топливоподающей аппаратуры дизелей. Кроме того, предлагаемая совокупность существенных признаков не является очевидной, поскольку не следует непосредственно из уровня технического развития топливоподающей аппаратуры дизелей. При этом, предлагаемое техническое решение безусловно осуществимо в промышленных условиях и обеспечивает повышение эффективности предложенной аккумуляторной топливной системы дизельного двигателя.

(57) Формула изобретения

1. Аккумуляторная топливная система дизельного двигателя, включающая в себя аккумулятор топлива высокого давления, нагнетательный топливопровод, электрогидравлическую форсунку, которая содержит корпус с входной полостью, расположенной в нем, каналы высокого давления, распылитель с запорной иглой, распыливающими отверстиями и полостями распылителя, размещенными в нем и сообщенными с каналами высокого давления, электроуправляемый клапан, отличающаяся тем, что нагнетательный топливопровод имеет внутренний диаметр 1,5-3 мм, а общая длина нагнетательного топливопровода и каналов высокого давления оценивается по соотношению $l_{\text{тр}} = (0,1-0,15) \cdot a \cdot t_{\text{впр}}$, где а - скорость звука при давлении в аккумуляторе; $t_{\text{впр}}$ - продолжительность впрыскивания топлива на номинальном режиме работы.

2. Аккумуляторная топливная система по п. 1, отличающаяся тем, что общий объем полостей форсунки составляет не более (1,5-7) от объемной цикловой подачи на номинальном режиме работы.

3. Аккумуляторная топливная система по п. 1 или 2, отличающаяся тем, что сечение топливопровода составляет (5-15) от общей площади распыливающих отверстий.

4. Аккумуляторная топливная система дизельного двигателя, включающая в себя аккумулятор топлива высокого давления, нагнетательный топливопровод, электрогидравлическую насос-форсунку, которая содержит корпус с входной полостью, расположенной в нем, каналы высокого давления, распылитель с запорной иглой, распыливающими отверстиями и полостями распылителя, размещенными в нем и сообщенными с каналами высокого давления, электроуправляемый клапан, а также мультипликатор давления, включающий плунжерную пару с плунжером и полостью, сообщенной с распылителем, гидроцилиндр с поршнем, механически связанным с плунжером, имеющий полость привода, сообщенную с каналами высокого давления, отличающаяся тем, что нагнетательный топливопровод имеет внутренний диаметр $(1,5-3) \cdot k_{\text{мульти}}$, где $k_{\text{мульти}}$ - коэффициент мультипликации определен как отношение площадей гидроцилиндра и плунжера мультипликатора давления, а общая длина

нагнетательного топливопровода и каналов высокого давления оценивается по соотношению $l_{\text{тр}}=(0,1-0,15) \cdot a \cdot t_{\text{впр}}$, где a - скорость звука при давлении в аккумуляторе; $t_{\text{впр}}$ - продолжительность впрыскивания топлива на номинальном режиме работы.

5. Аккумуляторная топливная система по п. 4, отличающаяся тем, что общий объем полостей гидропривода составляет не более $(3-10) \cdot k_{\text{мульти}}$ объема топливопровода.

6. Аккумуляторная топливная система по п. 4 или 5, отличающаяся тем, что сечение топливопровода составляет $(7-20) \cdot k_{\text{мульти}}$ от общей площади распыливающих отверстий.

10

15

20

25

30

35

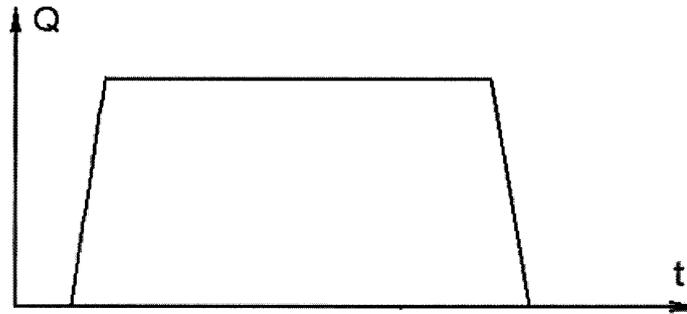
40

45

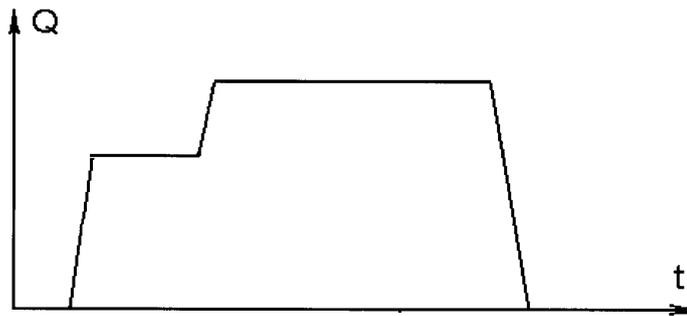
1

1

Аккумуляторная топливная система дизельного двигателя



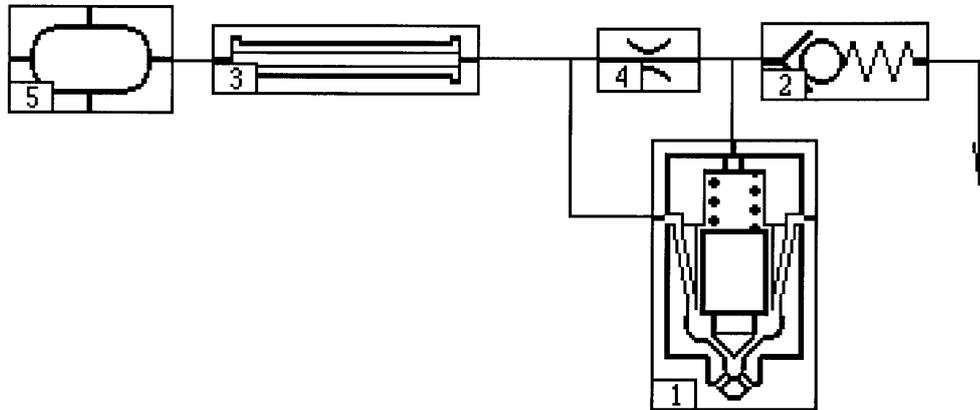
Фиг. 1



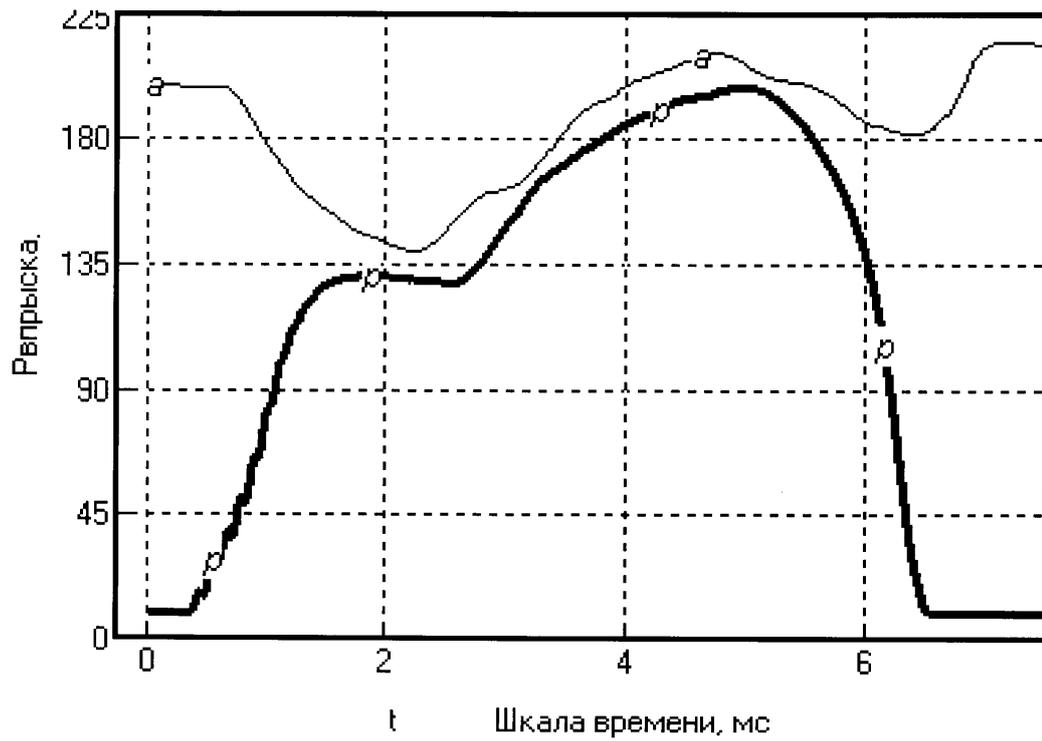
Фиг. 2

2

Аккумуляторная топливная система дизельного двигателя

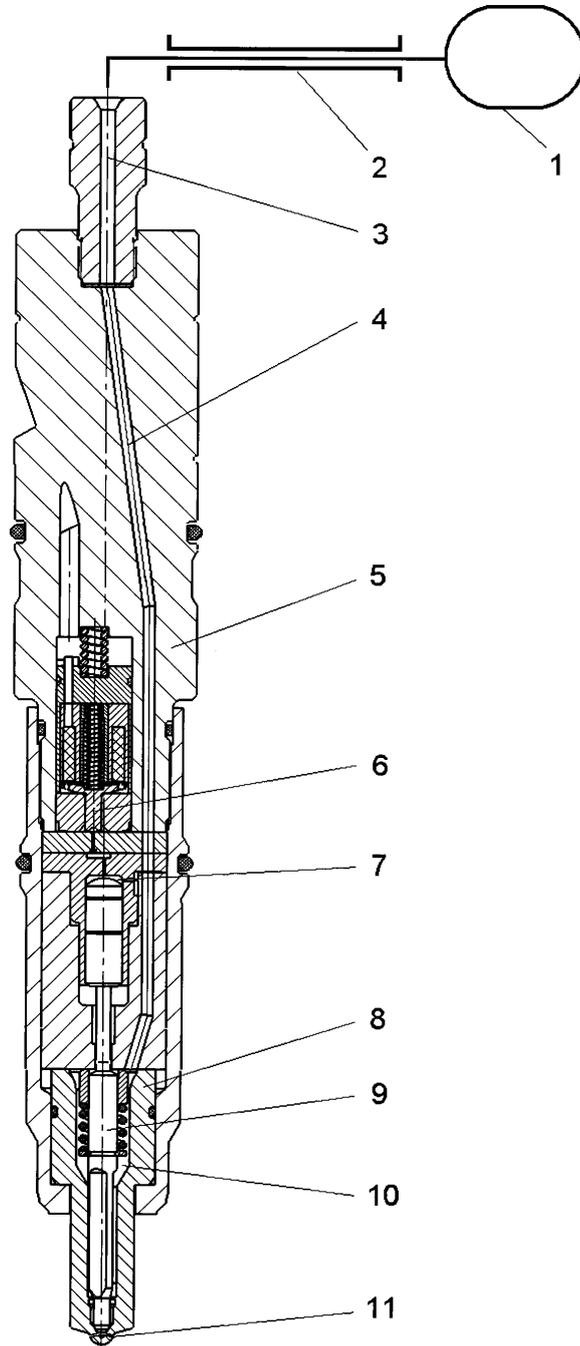


Фиг. 3



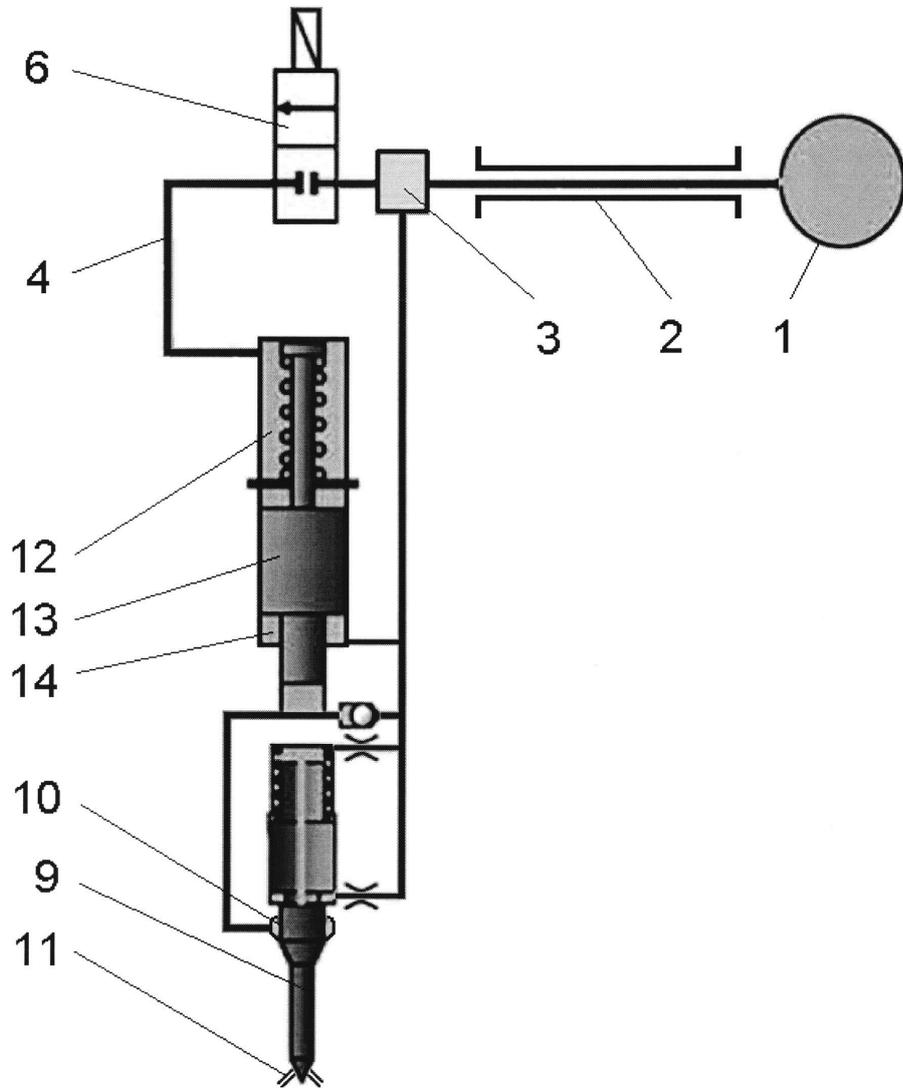
Фиг. 4

Аккумуляторная топливная система дизельного двигателя



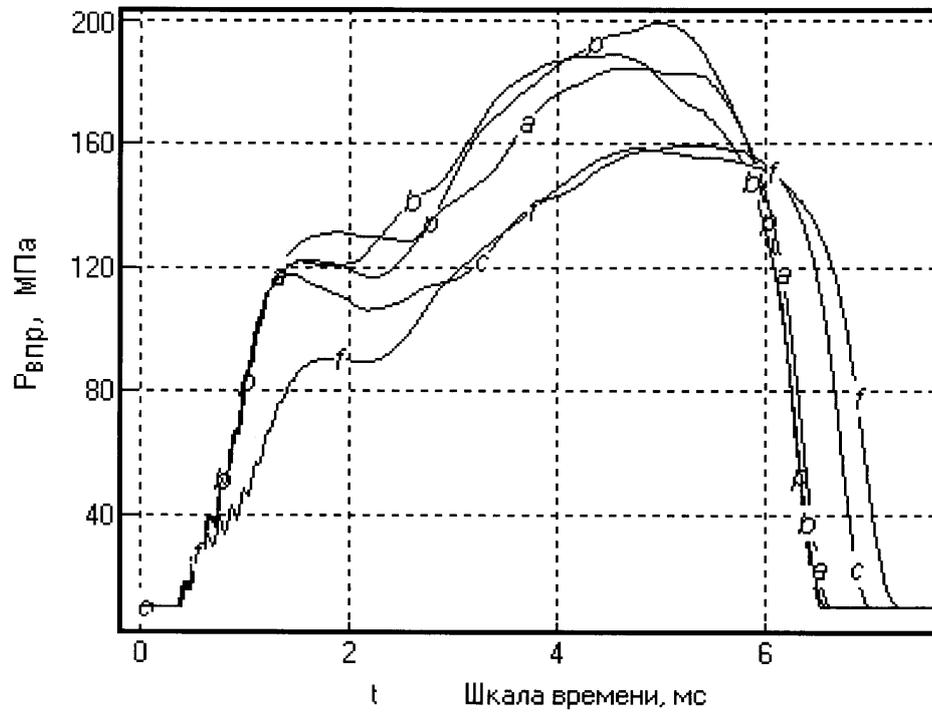
Фиг. 5

Аккумуляторная топливная система дизельного двигателя



Фиг. 6

Аккумуляторная топливная система дизельного двигателя



Фиг. 7