



(51) МПК
F02M 43/00 (2006.01)
F02D 19/10 (2006.01)
F02M 21/02 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014111429/06, 25.03.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 25.03.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.03.2014

(45) Опубликовано: 27.03.2016 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2338920 C1, 20.11.2008. RU 55881 U1, 27.08.2006. RU 2292477 C1, 27.01.2007. UA 47914 U, 25.02.2010. US 6427660 B1, 06.08.2002. WO 2006096271 A2, 14.09.2006. WO 2004029438 A1, 08.04.2004. US 20120291758 A1, 22.11.2012. WO 2011082493 A1, 14.07.2011.

Адрес для переписки:

600000, г.Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ,
 патентная группа

(72) Автор(ы):

Гаваза Александр Николаевич (RU),
 Каткова Лилия Евгеньевна (RU),
 Сажин Антон Юрьевич (RU),
 Шарыгин Лев Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

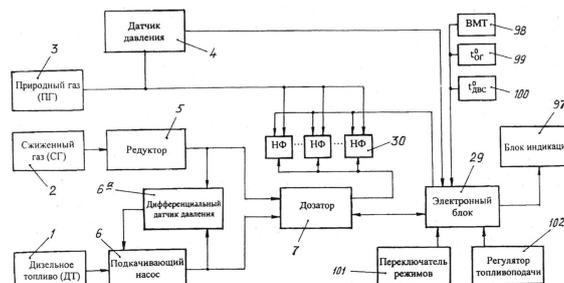
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых" (ВлГУ) (RU)

(54) СИСТЕМА ПОДАЧИ ТОПЛИВА В КАМЕРУ СГОРАНИЯ ГАЗОДИЗЕЛЯ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано в системах топливоподачи двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Предложена система топливоподачи, содержащая источник дизельного топлива 1, источник сжиженного нефтяного газа (пропан-бутан) 2 и источник природного газа (метан) 3. Соотношение жидких фракций топлива определяется дозатором 7. Применены двухканальные форсунки 30, один канал которых жидкостный, а другой газодизельный.

Газовый канал форсунки содержит электромагнитный клапан. Управление элементами системы подачи топлива осуществляется электронным блоком 29 на основе микроконтроллера. 3 з.п. ф-лы, 9 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

F02M 43/00 (2006.01)*F02D 19/10* (2006.01)*F02M 21/02* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014111429/06, 25.03.2014

(24) Effective date for property rights:
25.03.2014

Priority:

(22) Date of filing: 25.03.2014

(45) Date of publication: 27.03.2016 Bull. № 9

Mail address:

600000, g.Vladimir, ul. Gorkogo, 87, VIGU,
patentnaja gruppa

(72) Inventor(s):

Gavaza Aleksandr Nikolaevich (RU),**Katkova Liliya Evgenevna (RU),****Sazhin Anton JUrevich (RU),****SHarygin Lev Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

Federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
professionalnogo obrazovaniya "Vladimirskij
gosudarstvennyj universitet imeni Aleksandra
Grigorevicha i Nikolaja Grigorevicha
Stoletovykh" (VIGU) (RU)(54) **FUEL SUPPLY SYSTEM TO THE COMBUSTOR GAS DIESEL**

(57) Abstract:

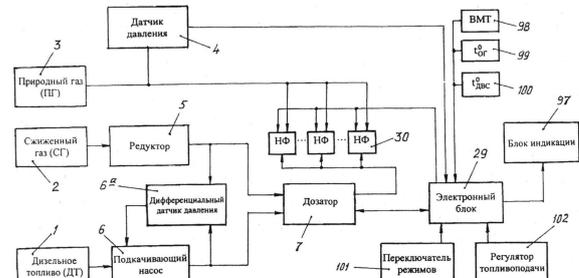
FIELD: engines.

SUBSTANCE: invention can be used in the fuel systems of internal combustion engines (ICE). Ratio of liquid fuel fractions determined by dispenser 7. Two-channel nozzle 30 are used, one channel for liquid and other for gases. Liquid channel serves as a pump nozzle, with a high injection pressure realized by high-voltage electric discharge, and the rise of the locking member is effected by a drive, based on magnetostrictive transducer. Gas passage includes a solenoid valve. Control of elements of the fuel system is performed by the electronic unit 29 through the microcontroller.

EFFECT: suggested is the system of fuel containing

diesel fuel source 1, source of liquefied petroleum gas (propane-butane) 2 and the source of natural gas (methane) 3.

4 cl, 9 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к двигателестроению, в частности к системам топливоподачи дизельных двигателей, работающих на смеси дизельного топлива и газа.

В последние годы в связи с удорожанием дизельного топлива (ДТ) получают развитие системы топливоподачи с применением других видов топлива, в частности нефтяного газа (пропан-бутан) или природного газа (метан). При организации питания двухкомпонентным топливом необходимо иметь в виду, что период задержки воспламенения природного газа значительно меньше аналогичного периода жидкого дизельного топлива, которое прежде чем воспламениться должно испариться и перемешаться с воздухом. В случае подачи газа в двигатель через систему впуска появляется неравномерность работы цилиндров - в цилиндры, ближайšie к месту подвода газа во впускной коллектор, газа попадает больше. В традиционных дизельных двигателях давление впрыска ДТ обеспечивается сложным (и дорогим) насосом высокого давления (ТНВД), который дает свою неравномерность цикловой подачи по цилиндрам.

Решение проблемы теплоподачи газодизеля видится в создании системы с электронным управлением, которая учитывает текущий режим работы двигателя, в том числе с применением электронно-управляемых насос-форсунок, обеспечивающих подачу ДТ и газа в камеру сгорания каждого цилиндра.

Известна система подачи смесового топлива для дизеля (патент RU 2204048, опубл. 10.05.2003), содержащая аппаратуру для подачи первой и второй составляющих смесового топлива, подключенную к форсунке и установленному на ее корпусе распылителю, каналы в корпусе форсунки и распылителе для подвода первой и второй составляющих смесового топлива, два кармана, полость одного из которых выполнена в средней части распылителя и сообщена с каналами для подвода первой составляющей смесового топлива, а через кольцевой канал между распылителем и запирающей иглой - с полостью другого кармана, выполненного в нижней части распылителя и сообщенного с каналами для подвода второй составляющей смесового топлива, а посредством запирающей иглы - с распыливающими отверстиями, и нагнетательные обратные клапаны, установленные в соответствующих линиях подвода первой и второй составляющих смесового топлива, при этом в одной из линий подвода составляющих смесового топлива, по меньшей мере, один из обратных клапанов, установленный непосредственно на входе в форсунку, снабжен гидравлической линией связи, сообщающей вход обратного клапана с его выходом с помощью установленного в гидравлической линии связи регулирующего органа.

В описании к рассматриваемому патенту не раскрыта конструкция аппаратуры для подачи первой и второй составляющих смесового топлива. Следует полагать, что эта аппаратура построена на двух однотипных каналах на основе топливного насоса высокого давления (ТНВД). Описание к патенту не раскрывает синхронизацию работы каналов, нет информации по регулированию угла опережения впрыска.

Известна также система подачи альтернативных топлив в камеру сгорания дизеля (патент RU 2405962, опубл. 10.12.2010), содержащая аппаратуру для подачи присадки и основного топлива, подключенную с помощью линий связи к соответствующим каналам подвода, выполненным в корпусе форсунки и распылителе, иглу с направляющей, цилиндрической и запирающей конической поверхностями, размещенную в полости распылителя с поджатием с помощью пружины, установленной в связанной со сливом полости корпуса форсунки, карман, образованный в средней части распылителя, полость которого сообщена с каналами подвода присадки, а через кольцевой канал между распылителем и иглой - с полостью смешения, расположенной

в нижней части распылителя у основания запирающей кромки иглы и сообщенной посредством осевого канала и кольцевой приточки с каналами подвода основного топлива, а посредством иглы - с распыливающими отверстиями и камерой сгорания, при этом в верхней части иглы на ее направляющей поверхности выполнена
5 дополнительная кольцевая проточка, полость которой подключена к источнику подачи основного топлива. В рассматриваемой системе полость дополнительной кольцевой проточки подключена к источнику подачи основного топлива, выполненному автономным аккумуляторного типа с регулируемым давлением $P_{ак} \geq P_a$, где P_a - давление подачи присадки в каналы подвода в корпусе форсунки и распылителя.

10 В этой системе топливоподачи, как и в предыдущей, имеются две цепи создания высокого давления впрыска: одна цепь на основе топливного насоса высокого давления (ТНВД), другая - аккумуляторного типа, где давление в аккумуляторе поддерживается за счет баллона с инертным газом. Аккумуляторная цепь содержит три емкости высокого давления - аккумулятор, баллон присадки и баллон с инертным газом. Доля топлива
15 присадки не зависит от режима работы двигателя, поскольку при поступлении в форсунку импульса основного топлива от ТНВД обратный клапан аккумуляторной цепи закрывается.

В качестве прототипа принята система подачи жидкого и газообразного топлива в газодизель (патент RU 2338920, опубл. 20.11.2008), содержащая топливный насос
20 высокого давления, двухканальную форсунку, источники дизельного топлива и сжиженного газа с линиями подвода, при этом на линиях между двухканальной форсункой, топливным насосом высокого давления и источником сжиженного газа установлен дозатор жидкого и газообразного топлива в жидкой фазе, включающий
25 основной плунжер с упором и дополнительный с упорной поверхностью, образующие три полости, притом канал, соединяющий топливный насос высокого давления с верхней полостью дозатора снабжен нагнетательным клапаном двойного действия, а каналы, соединяющие среднюю и нижнюю полости дозатора с двухканальной форсункой,
30 снабжены обратными клапанами объемного действия, при этом средняя и нижняя полости соединены соответственно с линиями подвода сжиженного газа.

30 Как следует из описания к патенту и представленных чертежей двухканальная форсунка содержит корпус с распылителем, камеру жидкого топлива, связанную каналом со входами жидкого топлива, подпружиненный запорный элемент, взаимодействующий с посадочным гнездом распылителя, имеющего распыливающие
35 отверстия жидкого топлива, кольцевой топливный канал, образованный наружной цилиндрической поверхностью запорного элемента и внутренней цилиндрической поверхностью распылителя, связывающей камеру жидкого топлива и посадочное гнездо распылителя.

Имеется переключатель режима топливоподачи, представленный вентилями в линиях подвода дизельного топлива и сжиженного газа. Некоторые другие функциональные
40 блоки системы в описании к патенту представлены не в явной форме. В частности, всегда необходимы датчики физических параметров газодизеля, например датчики температур и давлений, а также блок индикации, отражающий значения параметров состояния газодизеля. Регулятор топливоподачи совмещен с топливным насосом высокого давления.

45 Здесь, как и применительно к отмеченным выше аналогам, соотношение составляющих топлива определяется конструкцией, в прототипе - соотношением объемов средней и нижней полостей дозатора. Функционально дозатор является второй ступенью (после ТНВД), обеспечивающей высокое давление впрыска. Соответственно

для многоцилиндровых двигателей количество дозаторов равно количеству цилиндров двигателя. Система сложна за счет множества точных сопряжений - плунжерные пары и клапаны ТНВД, плунжерные пары дозатора. Рассматриваемая система топливоподачи не позволяет применять в качестве одного из компонентов топлива природный газ в газовой фазе, как наиболее эффективного компонента смесового топлива.

Техническим результатом предлагаемого решения является расширение функциональных возможностей системы подачи топлива в камеру сгорания газодизеля.

Для реализации указанного технического результата решались следующие задачи:

1. Разработка функциональной схемы системы подачи топлива в камеру сгорания газодизеля, которая обеспечивает непосредственный впрыск с использованием 3-х видов топлива - дизельного, газового как в жидкой, так и газообразной фазе. Такой подход обеспечивает многофункциональность и позволяет оптимизировать рабочий процесс в камере сгорания каждого цилиндра.

2. Разработка насос-форсунки, реализующей впрыск как жидкого, так и газового компонента топлива без использования насоса высокого давления, обеспечивая стабильность цикловой подачи по цилиндрам.

3. Разработка электронноуправляемого дозатора жидких компонентов топлива, позволяющего в широком диапазоне изменять коэффициент замещения.

Указанный результат достигается тем, что система подачи топлива в камеру сгорания газодизеля, содержащая двухканальные форсунки, источник дизельного топлива с подкачивающим насосом, источник сжиженного газа с линиями подвода, дозатор дизельного топлива и сжиженного газа в жидкой фазе, выход которого подключен к входам жидкого топлива двухканальных форсунок, включающий два плунжера с упорами, образующие три полости, при этом две полости соединены соответственно с линиями подвода сжиженного газа и дизельного топлива, регулятор топливоподачи, датчики физических параметров газодизеля, переключатель режима и блок индикации, снабжена источником природного газа в газообразной фазе, выход которого

подключен к входам газообразного топлива двухканальных форсунок и содержит датчик давления, редуктором давления на выходе источника сжиженного газа, дифференциальным датчиком давления редуктора источника сжиженного газа и подкачивающего насоса источника дизельного топлива, при этом выход дифференциального датчика давления включен в цепь обратной связи подкачивающего насоса, электронным блоком, электрически связанным с дозатором дизельного топлива и сжиженного газа в жидкой фазе, датчиками физических параметров газодизеля и выходного давления источника природного газа, двухканальными форсунками, переключателем режима, блоком индикации и регулятором топливоподачи.

В предлагаемой системе дозатор снабжен двумя неподвижными электрическими катушками, плунжеры выполнены из магнитопроводного материала, установлены с возможностью магнитного взаимодействия с электрическими катушками в общем канале навстречу друг другу с образованием первыми торцовыми поверхностями выходной полости, вторые упорные торцовые поверхности совместно с катушками образуют входные полости соответственно дизельного топлива и сжиженного газа, на цилиндрических поверхностях плунжеров выполнены каналы, профиль которых обеспечивает линейное уменьшение гидродинамического сопротивления при смещении плунжеров в направлении электрических катушек, при этом канал плунжера входной полости дизельного топлива сквозной, а канал плунжера входной полости сжиженного газа глухой и начинается с упорной поверхности плунжера.

В рассматриваемой системе двухканальная форсунка, содержащая корпус с

распылителем, камеру жидкого топлива, связанную каналом со входом жидкого топлива, подпружиненный запорный элемент, взаимодействующий с посадочным гнездом распылителя, имеющего распыливающие отверстия жидкого топлива, кольцевой топливный канал, образованный наружной цилиндрической поверхностью запорного элемента и внутренней цилиндрической поверхностью распылителя, связывающий камеру жидкого топлива и посадочное гнездо распылителя, снабжена приводом перемещения запорного элемента в составе электрической катушки управления с магнитоstrictionным стержнем, который через рычажный на упругом шарнире мультипликатор и тягу связан с запорным элементом, накопительной камерой газового топлива, связанной со входом газового топлива двухканальной форсунки и выполненной на внешней части распылителя и включающей запорный клапан в составе якоря с электрической катушкой управления подачей газового топлива, распылитель выполнен с группой глухих сопловых отверстий, соединенных с накопительной камерой и расположенных параллельно его осевой линии по кольцу, при этом глухая часть сопловых отверстий, находящаяся в накопительной камере, открыта на половину их диаметра и перекрывается якорем запорного клапана, а в камеру жидкого топлива введен игольчатый электрод, реализующий возможность образования высоковольтного электрического разряда между его игольчатыми элементами и корпусом двухканальной форсунки.

В предлагаемой системе подачи топлива в камеру сгорания газодизеля регулятор топливоподачи выполнен в виде вращательного переменного резистора, подвижная часть которого соединена с валом поворотного рычага управления, при этом резистор подключен по схеме электрического потенциометра.

На фиг. 1 изображена функциональная схема системы подачи топлива в камеру сгорания газодизеля; на фиг. 2 показано устройство дозатора; на фиг. 3 приведен вид сверху двухканальной форсунки; на фиг. 4 - разрез А-А по фиг. 3; на фиг. 5 - разрез Б-Б по фиг. 3; на фиг. 6 - вид В по фиг. 4; на фиг. 7 - стилизованное исполнение мультипликатора привода перемещения запорного элемента; на фиг. 8 - исполнение электрических выводов игольчатого электрода и датчика перемещения запорного элемента; на фиг. 9 - форма каркаса электрической катушки управления подачей газообразного топлива.

Принятые обозначения

1. Источник дизельного топлива (бак) - ДТ
2. Источник сжиженного нефтяного газа - СГ
3. Источник сжатого природного газа - ПГ
4. Датчик давления
5. Газовый редуктор давления источника сжиженного газа
6. Подкачивающий насос источника дизельного топлива ба.
- 6а. Дифференциальный датчик давления
7. Дозатор:
8. Корпус
9. Патрубок для подвода ДТ
10. Патрубок для подвода СГ
11. Патрубок смесового топлива
12. Плунжер ДТ
13. Плунжер СГ
14. Канал плунжера ДТ
15. Канал плунжера СГ

16. Катушка плунжера ДТ
17. Катушка плунжера СГ
18. Каркас катушки 16
19. Каркас катушки 17
- 5 20. Пружина плунжера ДТ
21. Пружина плунжера СГ
22. Электрический разъем катушки 16
23. Электрический разъем катушки 17
24. Гайка крепления каркаса 18
- 10 25. Гайка крепления каркаса 19
26. Полость ДТ
27. Полость СГ
28. Полость смесового топлива
29. Электронный блок
- 15 30. Двухканальная форсунка:
31. Винты корпуса
32. Корпус
33. Основание
34. Гайка распылителя
- 20 35. Распылитель
36. Отверстия распылителя жидкого топлива
37. Сопловые отверстия распылителя для подачи газа
38. Упорная часть распылителя
39. Электроизоляционная втулка
- 25 40. Кольцо игольчатого электрода
41. Игольчатые части
42. Игла запорного элемента
43. Цанговая втулка запорного элемента
44. Кольцевой зазор (топливоподводящий канал)
- 30 45. Испарительная камера
46. Штуцер обратного клапана (вход жидкого топлива)
47. Шарик
48. Пружина
49. Корпус датчика перемещения запорного элемента
- 35 50, 51. Электропроводные кольца
52. Винты крепления корпуса 49
53. Монтажные провода
54. Радиальные пазы корпуса 49
55. Высоковольтный провод
- 40 56. Магнитострикционный стержень
57. Каркас электрической катушки привода перемещения запорного элемента
58. Электрическая катушка
59. Крестообразный рычаг мультипликатора
- 60, 61. Плоские пружины
- 45 62. Винты
63. Прямоугольные шайбы
64. Кронштейн
65. Винты

- 66. Накладки
- 67. Бобышки
- 68. Винты
- 69. Бобышки
- 5 70. Винты
- 71. Винты
- 72. Винты
- 73. Кронштейн
- 74. Винты
- 10 75. Винт регулируемого упора
- 76. Контргайка
- 77. Ступенчатое резьбовое отверстие
- 78. Тяга
- 79. Цанга
- 15 80. Гайка
- 81. Кожух
- 82. Патрубок корпуса форсунки (вход газообразного топлива)
- 83. Газопроводящий канал
- 84. Накопительная камера
- 20 85. Якорь
- 86. Пружина
- 87. Электрическая катушка
- 88. Каркас электрической катушки
- 89. Пространство каркаса
- 25 90. Пазы нижней торцовой части каркаса 88
- 91. Отверстие каркаса 88 для подвода газа
- 92, 93. Отверстия каркаса 88 для электрических выводов катушки 87
- 94. Винты крепления каркаса 88
- 95. Монтажный провод
- 30 96. Электрический разъем двухканальной форсунки.
- 97. Блок индикации
- 98. Датчик ВМТ
- 99. Датчик температуры отработавших газов
- 100. Датчик температуры газодизеля
- 35 101. Переключатель режимов
- 102. Регулятор топливоподачи.

На фиг.1 показаны только основные элементы и их связи системы подачи топлива в камеру сгорания газодизеля.

Система содержит три источника топлива - источник дизельного топлива 1 (обычный бак с ДТ), источники сжиженного газа 2 и природного газа в газовой фазе 3. Под газowymi источниками следует понимать типовые баллоны соответственно сжиженного нефтяного (пропан - бутан) и сжатого природного (метан) газов. На фиг. 1 не отражены сопутствующие газовым баллонам краны, индикаторы давления. В частном случае баллоны сжиженного газа могут дополняться баллонами со сжатым воздухом. Источник природного газа 3 подключен к датчику давления 4, источник сжиженного газа - к газовому редуктору 5, а источник дизельного топлива - к подкачивающему насосу 6. Элементы 5, 6 настроены таким образом, что номинальные давления на выходах редуктора 5 $P_{СГ}$ и подкачивающего насоса 6 $P_{ДТ}$ равны. Настройка на указанное

равенство реализуется с помощью дифференциального датчика давления ба, выходной сигнал которого образует цепь обратной связи привода подкачивающего насоса. В простейшем случае для поддержания постоянства давления $P_{ДТ}$ может быть применен типовой редуцирующий клапан.

5 Жидкие компоненты смесового топлива от редуктора 5 и подкачивающего насоса 6 поступают на вход дозатора 7. Дозатор (фиг. 2) имеет корпус 8 с патрубками 9 для подвода дизельного топлива, 10 - для подвода сжиженного газа и 11 - для подвода смесового топлива к первым (жидкостным) входам двухканальных форсунок. Дозатор обеспечивает необходимую пропорцию компонентов в смесовом топливе. Для этого в
10 общем канале по его торцам имеются два плунжера 12, 13. По общей конфигурации плунжеры однотипны, но имеют разные по форме каналы 14 и 15. Плунжеры выполнены из магнитопроводного материала и являются якорями электрических катушек 16, 17, последние намотаны на каркасы 18, 19. Плунжеры поджаты пружинами 20, 21 к торцам общего канала корпуса дозатора. Каждая электрическая катушка 16 и 17 намотана
15 бифилярно (в два провода), их концы выведены на электрические разъемы 22, 23, закрепленные с внешней стороны соответствующих каркасов. Герметизация внутреннего объема дозатора обеспечивается поджатием каркасов к корпусу 8 за счет гаек 24, 25. Обозначим одну секцию каждой бифилярной катушки индексом О (от сочетания «обратная связь»), другую - индексом С (от слова «силовая»). Соответственно для
20 катушки 16 одни секции обозначим $W_{ОСГ}$, другие $W_{ССГ}$, а для катушки 17 - $W_{ОСГ}$ и $W_{ССГ}$. Если задать в силовую секцию W_C катушки электрический ток, то соответствующий якорь (плунжер) получит осевую силу, смещающую его от торца общего канала корпуса. Эта сила электромагнитного взаимодействия будет
25 уравниваться силой сжатой пружины. При перемещении якоря изменяется индуктивность L_O секции W_O . Величина этой индуктивности может быть использована для цепи обратной связи управления перемещением якоря (плунжера).

В целом, в дозаторе имеются три полости: одна полость 26 под штуцером 9 - полость для дизельного топлива, полость 27 - для сжиженного газа, полость 28 - для смесового
30 топлива. Обозначим давления жидкостей в указанных полостях соответственно $P_{ДТ}$, $P_{СГ}$ и $P_{ЖТ}$. По вышеприведенному условию для редуктора баллона сжиженного газа и подкачивающего насоса дизельного топлива имеем: $P_{ДТ}=P_{СГ}$. Когда давление $P_{ЖТ}$ в камере 28 меньше $P_{ДТ}$ и $P_{СГ}$, т.е. непосредственно после окончания цикловой подачи
35 очередной форсунки, поступление компонентов жидкого топлива из камер 26, 27 в камеру 28 будет определяться гидродинамическими сопротивлениями каналов 14, 15 плунжеров 12, 13, т.е. плунжеры со своими каналами представляют собой регулируемые жидкостные дроссели. Каналы плунжеров спрофилированы так, что при перемещении
40 плунжера от исходного положения (катушки обесточены) их гидродинамическое сопротивление линейно уменьшается. При этом канал 14 сквозной и в исходном положении его гидродинамическое сопротивление не равно бесконечности, а канал 15 глухого исполнения, в исходном положении плунжера 13 его буртик разъединяет полости 27 и 28 дозатора.

Таким образом, когда давление $P_{ЖТ}$ в камере 28 меньше давлений $P_{ДТ}=P_{СГ}$
45 поступление компонентов топлива из камер 26, 27 будет определяться положением плунжеров, соответственно токами в силовых секциях $W_{СДТ}$, $W_{ССГ}$ катушек - большему току соответствует большее перемещение плунжера, соответственно большая доля этого компонента в смесовом топливе. Управление дозатором обеспечивает электронный

блок 29, который задает управляющие токи в секции $W_{\text{СДТ}}$ и $W_{\text{ССГ}}$, чем реализуется
нужная в данном режиме работы газодизеля пропорция компонентов в смесевом
топливе. Секции $W_{\text{ОДТ}}$ и $W_{\text{ОСГ}}$ заняты в цепи обратной связи управления дозатором,
которая обеспечивает устойчивость цепи управления. Дозатор конструктивно прост
за счет унификации симметричных элементов. Требования к посадке плунжеров низки
(в отличии посадки плунжерных пар ТНВД или посадки плунжеров дозатора прототипа),
т.к. посадочный зазор плунжера 12 может быть учтен в величине сечения начального
участка канала 14, а посадочный зазор плунжера 13 не имеет значения для исходного
положения за счет буртика плунжера.

Дозатор является общим функциональным блоком для многоцилиндровых
газодизелей, его выходной патрубков 11 соединен линией подвода с входами жидкого
топлива всех двухканальных форсунок 30.

Двухканальная форсунка (фиг.3-9) призвана обеспечить впрыск газового компонента
топлива за счет давления газа в баллоне источника природного газа 3 и жидкого
компонента топлива (смесового топлива), поступающего с дозатора 7. При этом высокое
давление впрыска жидкого компонента топлива создает сама двухканальная форсунка.

Монтажной основой форсунки является составной корпус, представленный из
соединенных винтами 31 собственно корпуса 32 и основания 33. Снизу (здесь и далее
ориентация по чертежу) к корпусу с помощью резьбы и гайки 34 присоединен
распылитель 35 с внутренним посадочным конусом и распыливающими жидкое топливо
отверстиями 36, которые расположены под углом к осевой линии распылителя. В носке
распылителя имеются также глухие сопловые отверстия 37 для подачи газовой
составляющей топлива. Сопловые отверстия 37 расположены по кольцу параллельно
осевой линии распылителя, при этом наружный диаметр распылителя выше его упорной
части 38 равен диаметру кольца осевых линий сопловых отверстий. В результате глухая
часть сопловых отверстий выше упорной части распылителя на половину их диаметра
вскрыта.

В корпусе установлена электроизоляционная втулка 39 игольчатого электрода,
состоящего из кольца 40 и игольчатых частей 41. Имеется запорный элемент,
представленный ступенчатым стержнем, составленным из иглы 42 круглого сечения и
цанговой втулки 43. Кольцевой зазор между распылителем и иглой образует
топливоподводящий канал. Пространство 45, ограниченное корпусом, изоляционной
втулкой с игольчатым электродом и иглой, представляет собой испарительную камеру.
Подвод жидкого топлива в испарительную камеру осуществляется через обратный
клапан, который представлен штуцером 46, шариком 47 и пружиной 48.

Для создания обратной связи по цепи управления перемещением запорного элемента
в состав форсунки включен датчик перемещения. Датчик представлен корпусом датчика
49 тороидальной формы из электроизоляционного материала. По торцам в этом корпусе
запрессованы два электропроводных кольца 50, 51, при этом корпус датчика закреплен
на втулке игольчатого электрода винтами 52. В исходном положении наружная
цилиндрическая поверхность большого диаметра цанговой втулки ступенчатого стержня
в осевом направлении расположена симметрично по отношению к электропроводным
кольцам в их средней части. В результате в исходном положении электрическая емкость,
определяемая площадью перекрытия, зазором и диэлектрической проницаемостью
воздуха в зазоре, окажется одинаковой применительно к каждому кольцу. Датчик
может использоваться при дифференциальном включении, что исключает влияние
возможных факторов - температуры, влажности. На фиг.8 показано оформление
электрических выводов датчика перемещения. Монтажные провода 53 уложены в

радиальных пазах 54 корпуса датчика и подпаяны к электропроводным кольцам. На этом чертеже показано также исполнение электрического вывода игольчатого электрода. Высоковольтный провод 55 проходит через отверстия корпуса датчика перемещения и электроизоляционной втулки игольчатого электрода и подпаивается к кольцу игольчатого электрода. Монтажный зазор заполняется компаундом.

Привод перемещения запорного элемента, состоящего из иглы и цанговой втулки, организован следующим образом. Функцию двигателя в приводе осуществляет магнитострикционный стержень 56 с положительным коэффициентом магнитострикции материала, который размещен внутри каркаса 57 электрической катушки 58. Под действием магнитного поля катушки с током магнитострикционный стержень удлиняется. Перемещение свободного конца магнитострикционного стержня через мультипликатор передается запорному элементу. Основу мультипликатора составляет крестообразный рычаг 59, на котором закреплены две пары плоских пружин - горизонтальные 60 (ориентация чертежа) и вертикальные 61. Крепление пружин на рычаге реализовано винтами 62 через накладки в виде прямоугольных шайб 63. Свободные концы вертикальных пружин закреплены на переднем кронштейне 64 с помощью винтов 65, накладок 66 (аналогичных накладкам 63) и бобышек 67. Крепление свободных концов горизонтальных пружин устроено аналогично - они прикреплены винтами 68 с накладками через бобышки 69 к основанию 33. К этому же основанию винтами 70 закреплен передний кронштейн, имеющий в нижней части окно для размещения крестообразного рычага мультипликатора. Каркас электрической катушки зафиксирован четырьмя винтами 71 на переднем кронштейне и винтами 72 на заднем кронштейне 73, который в свою очередь прикручен винтами 74 к основанию.

Рассмотренная конструкция из двух пар пружин образует ленточный упругий шарнир, для которого характерно отсутствие зазоров в кинематических парах и, соответственно, «мертвого» хода. Как показывают исследования (Исследование симметричного перекрестного шарнира. / В.Н. Желудков // Изв. вузов СССР, Приборостроение, 1973, т. VIII, №6, с. 109-114) подобные шарниры имеют высокую линейность моментной характеристики и очень малое смещение геометрической оси в функции угла поворота. Передаточное отношение мультипликатора определяется соотношением плеч крестообразного рычага.

Взаимодействие свободного конца магнитострикционного стержня с ведущим концом крестообразного рычага мультипликатора осуществляется через регулируемый упор, состоящий из винта 75 и контргайки 76. Рабочий торец винта имеет бомбинированную форму (сфера большого радиуса), за счет чего реализуется точечный механический контакт и расчетное контактное механическое напряжение. На ведомом конце крестообразного рычага мультипликатора имеется ступенчатое резьбовое отверстие 77 (см. фиг.7). Ведомый конец крестообразного рычага мультипликатора соединен с запорным элементом тягой 78 в виде стальной проволоки. При малом диаметре и сравнительно большой длине тяга имеет большую продольную и малую изгибную жесткость. Концы тяги закреплены цанговыми зажимами - верхний конец цангой 79, при этом функцию гайки выполняет ступенчатое резьбовое отверстие ведомого конца крестообразного рычага, а нижний конец тяги зафиксирован в цанговой втулке ступенчатого стержня с помощью гайки 80. Расчет на устойчивость сжатой осевой силой тяги по методу Эйлера показывает работоспособность (устойчивость) в широком диапазоне соотношений длина - диаметр.

При сборке форсунки рабочую длину тяги 78 реализуют несколько больше расчетной величины с тем, чтобы обеспечить предварительное поджатие конусного конца иглы

42 запорного элемента (ступенчатого стержня) к конической поверхности распылителя 35. При этом упругий шарнир мультипликатора выполняет дополнительную функцию - функцию замыкающего упругого звена. Далее с помощью винта 75 регулируемого упора выбирают зазор между ним и свободным концом магнитопроводного стержня 56. Результат фиксируют контргайкой 76. После сборки привода запирающего элемента его закрывают кожухом 81.

Если соединить вход жидкого топлива двухканальной форсунки (штуцер 46) линией подвода с выходом дозатора 7 (патрубок 11), то жидкое топливо, преодолевая сопротивление пружины 48 обратного клапана, заполнит испарительную камеру 45 и топливоподводящий канал 44 распылителя.

При подаче высоковольтного электрического импульса (для форсунки средних размеров около 5 кВ) через высоковольтный провод 55 на игольчатый электрод между игольчатыми элементами 41 и корпусом форсунки возникает электрический разряд. Температура разрядного шнура испарит часть жидкого топлива и давление в испарительной камере возрастет (до 100...120 МПа), а при подаче токового импульса в катушку 58 за счет удлинения магнитоstrictionного стержня 56 будет обеспечен подъем запирающего элемента, при этом игла 42 откроет отверстия 36 распылителя и произойдет впрыск жидкого топлива в камеру сгорания газодизеля. Величина цикловой подачи определяется амплитудами и длительностями управляющих электрических импульсов.

Второй канал двухканальной форсунки организован следующим образом. Для присоединения линии подвода газообразного топлива (природного газа) на корпусе 32 выполнен резьбовой патрубок 82. Газопроводящий канал 83 соединяет газовый вход форсунки с накопительной камерой 84. Накопительная камера представляет собой объем, ограниченный нижней частью корпуса 32, наружной цилиндрической поверхностью распылителя, верхней плоскостью упорной части 38 распылителя и внутренней цилиндрической поверхностью гайки 34. Внутри накопительной камеры установлен электромагнит, представленный якорем 85 с пружиной 86 и электрической катушкой 87, которая намотана на каркас 88.

Форма каркаса катушки приведена на фиг.9. Диаметр внутреннего отверстия каркаса равен внешнему диаметру якоря (с учетом посадочного радиального зазора), наружный диаметр торцовых частей каркаса равен внутреннему диаметру гайки 34 распылителя. Нижняя торцовая часть каркаса имеет пространство 89 для размещения подошвы якоря и пазы 90, сообщающие это пространство с общим объемом накопительной камеры. При этом глубина пазов 90 соответствует внешнему диаметру обмотки катушки 87. Верхняя торцовая часть каркаса имеет группу отверстий, расположенных по кольцу между внешним диаметром верхней торцовой части и наружным диаметром обмотки катушки 87. Одно из этих отверстий 91 при монтаже совмещается с газоподводным каналом 83, два других 92, 93 предназначены для оформления электрических выводов катушки, а остальные используются для крепления каркаса к корпусу 32 форсунки с помощью винтов 94.

Якорь 85 электромагнита в сочетании с вскрытыми глухими сопловыми отверстиями 37 распылителя 35 образует клапан. В нижнем положении якоря сопловые отверстия перекрыты и прохождение газа из накопительной камеры 84 в сопловые отверстия невозможно. Если задать в катушку 87 электрический ток, то за счет сил электромагнитного взаимодействия якорь поднимется, освободит вскрытые глухие сопловые отверстия и газ из накопительной камеры будет поступать в камеру сгорания газодизеля. Цикловая подача будет определяться амплитудой и длительностью

электрического импульса, подаваемого в катушку, и давлением газа в накопительной камере. Необходимо отметить, что в исходном положении якоря действующие на него газовые силы как со стороны накопительной камеры, так и со стороны камеры сгорания через сопловые отверстия уравновешены. Следовательно якорь может иметь малые габариты и массу. Такому якорю соответствует маловитковая компактная катушка.

Электрические выводы катушки 87 отражены на фиг.5. В отверстиях 92, 93 каркаса 88 установлены контактные втулки, к которым подпаяны концымоточного провода катушки 87, при этом пайка на контактной втулке отверстия 92 выполнена так, что отверстие втулки свободно. Крепежный винт 94, проходящий через это отверстие, обеспечивает электрический контакт одного концамоточного провода с корпусом 32 форсунки - это общая электрическая шина. Перед общей сборкой форсунки к втулке отверстия 93 с внешней стороны подпаявается монтажный провод 95, который размещается в сквозном отверстии корпуса. Все монтажные провода двухканальной форсунки объединены на общем электрическом разъеме 96 (см. фиг.3), который предназначен для электрической связи с электронным блоком.

Электронный блок 29 системы подачи топлива в камеру сгорания газодизеля - фиг.1 - предназначен для выработки управляющих сигналов на дозатор 7 и двухканальные форсунки 30. Отдельные параметры состояния выводятся на блок индикации 97.

Входными сигналами электронного блока являются:

- сигнал обратной связи емкостного датчика перемещения запорного элемента форсунки (с колец 50, 51 датчика);

- сигналы обратной связи с обмоток $W_{ОДТ}$ и $W_{ОСГ}$ дозатора 7;

- сигналы датчиков состояния газодизеля, влияющие на топливоподачу. На фиг.1 показаны датчик положения верхней мертвой точки (ВТМ) 98, датчик температуры отработавших газов ($t^{\circ}_{ОГ}$) 99, датчик температуры газдизеля ($t^{\circ}_{ДВС}$) 100. Последний отражает либо температуру масла в двигателе с воздушным охлаждением, либо температуру в рубашке в двигателе с жидкостным охлаждением;

- сигналы переключателя режимов 101;

- сигнал регулятора топливоподачи 102.

Регулятор топливоподачи 102 в простейшем случае - это поворотный переменный резистор на валу рычага управления (ножной "педали газа") в режиме электрического потенциометра, т.е. его выходное напряжение пропорционально повороту вала педали.

Основу электронного блока составляет микроконтроллер. Обязательным условием выбора микроконтроллера является наличие флеш памяти. В зависимости от выбранной микросхемы микроконтроллер может содержать обслуживающие функциональные блоки (микросхемы), генератор опорной частоты, задающий ось (шкалу) времени, аналого-цифровые преобразователи (АЦП) выходных аналоговых сигналов, цифроаналоговые преобразователи выходных сигналов процессорной части микроконтроллера.

Будем полагать, что в общем случае на борту транспортного средства могут быть три источника топлива - источник 1 ДТ, источник 2 СГ и источник 3 ПГ, при этом наличие источника ДТ является обязательным, а реально присутствуют либо баллоны со СГ, либо с ПГ. Поэтому в газодизеле возможны три режима работы:

1. Дизельный режим - у пользователя не было возможности заправиться газовым топливом;

2. Газодизельный режим с применением сжиженного газа (СГ);

3. Газодизельный режим с применением природного газа (ПГ).

Отсюда следует, что переключатель режимов 101 имеет три названных положения.

Схемотехнически он переключает в электронном блоке программы, записанные во флеш памяти микроконтроллера.

Рассмотрим работу системы подачи топлива в камеру сгорания газодизеля в каждом режиме.

5 Режим 1.

Переключатель режимов подключает из флеш памяти первую программу. В исходном состоянии:

- активируются выходные шины электронного блока управления катушкой 58 и высоковольтным входом форсунки, шины катушки 16 дозатора;
- 10 - выходные шины катушки 87 форсунки и катушки 17 дозатора отключены;
- педаль газа в исходном положении.

Заметим, если по забывчивости краны баллонов СГ и ПГ открыты, это не изменит ситуацию, поскольку вход СГ в камеру 28 дозатора перекрыт буртиком, поджатого пружиной плунжера 13, и вход ПГ в сопловые отверстия форсунки перекрыт якорем 15 85.

При включении стартера давление подкачивающего насоса 6 заполняет дизельным топливом камеру 26 и по каналу 14 плунжера 12 камеру 28, далее по линии подвода ДТ поступает на входы жидкого топлива 46 форсунок 30. При нажатии педали газа величина напряжения на выходе регулятора топливоподачи будет определять цикловую 20 подачу топлива, т.е. программа 1-го режима вычисляет амплитуду высоковольтного импульса и амплитуду токового импульса для каждой из форсунок. Угол опережения впрыска топлива вычисляется по обычному алгоритму для дизельных двигателей с учетом текущей частоты вращения коленчатого вала (информация от датчика ВМТ 98). Большему нажатию педали газа соответствует большее выходное напряжение 25 регулятора топливоподачи 102, соответственно большая цикловая подача. Пользователь отслеживает частоту вращения коленвала по тахометру блока индикации 97. После прогрева двигателя по сигналу датчика t° ДВС 100 обмотка $W_{СДТ}$ катушки 16 дозатора запитывается номинальным током и плунжер 12, смещаясь, минимизирует гидросопротивление канала 14. Под нагрузкой электронный блок формирует 30 управляющие импульсы форсунок в соответствии с положением педали газа блока 102 и частоты вращения коленвала. Предельный режим определяет сигнал датчика температуры отработавших газов 99.

Режим 2.

В этом режиме на этапе прогрева система подачи топлива в камеру сгорания 35 газодизеля работает аналогично режиму 1. При достижении двигателем заданного уровня прогрева по сигналу датчика t° ДВС 100 электронный блок дополнительно активирует выходную шину катушки 17 дозатора 7. Программа 2-го режима выдерживает нужную пропорцию дизельного топлива и сжиженного газа изменением 40 уровня токов в секциях $W_{ССГ}$ и $W_{СДТ}$ катушек 16, 17 дозатора 7. Пропорционально этим токам смещаются плунжеры 12, 13.

Режим 3.

Прогрев двигателя осуществляется аналогично предыдущему режиму. Но при 45 достижении температуры прогрева в этом случае активируется выходная шина катушки 87 форсунки, а шина катушки 17 дозатора отключается. Программа 3-го режима формирует общую цикловую подачу из двух порций, сдвинутых по углу опережения впрыска. Полный угол опережения впрыска определяется дизельным топливом, а природный газ должен подаваться с временной задержкой на величину времени начала

воспламенения дизельного топлива, т.е. на меньшем угле опережения. Применительно к элементам форсунки импульс на катушку 87 должен поступать несколько позже по отношению к импульсу катушки 58. Программа 3-го режима сохраняет запальную дозу дизельного топлива, а с ростом нагрузки газодизеля по сигналу датчика t_{OG} 99

увеличивает дозу в цикловой подаче природного газа, за счет длительности и амплитуды электрического импульса на катушке 87 двухканальной форсунки.

Таким образом, предлагаемая система подачи топлива в камеру сгорания газодизеля обладает широкими функциональными возможностями. Пользователь имеет возможность заправляться кроме дизельного топлива сжиженным нефтяным газом или природным газом. На этапе доводки двигателя отпадает необходимость изменения отдельных устройств, а задача оптимизации решается корректировкой программ во флеш-памяти микроконтроллера электронного блока.

Формула изобретения

1. Система подачи топлива в камеру сгорания газодизеля, содержащая двухканальные форсунки, источник дизельного топлива с подкачивающим насосом, источник сжиженного газа с линиями подвода, дозатор дизельного топлива и сжиженного газа в жидкой фазе, выход которого подключен к входам жидкого топлива двухканальных форсунок, включающий два плунжера с упорами, образующие три полости, при этом две полости соединены соответственно с линиями подвода сжиженного газа и дизельного топлива, регулятор топливоподачи, датчики физических параметров газодизеля, переключатель режима и блок индикации, отличающаяся тем, что она снабжена источником природного газа в газообразной фазе, выход которого подключен к входам газообразного топлива двухканальных форсунок и содержит датчик давления, редуктором давления на выходе источника сжиженного газа, дифференциальным датчиком давления редуктора источника сжиженного газа и подкачивающего насоса источника дизельного топлива, при этом выход дифференциального датчика давления включен в цепь обратной связи подкачивающего насоса, электронным блоком, электрически связанным с дозатором дизельного топлива и сжиженного газа в жидкой фазе, датчиками физических параметров газодизеля и датчиком давления источника природного газа, двухканальными форсунками, переключателем режима, блоком индикации и регулятором топливоподачи.

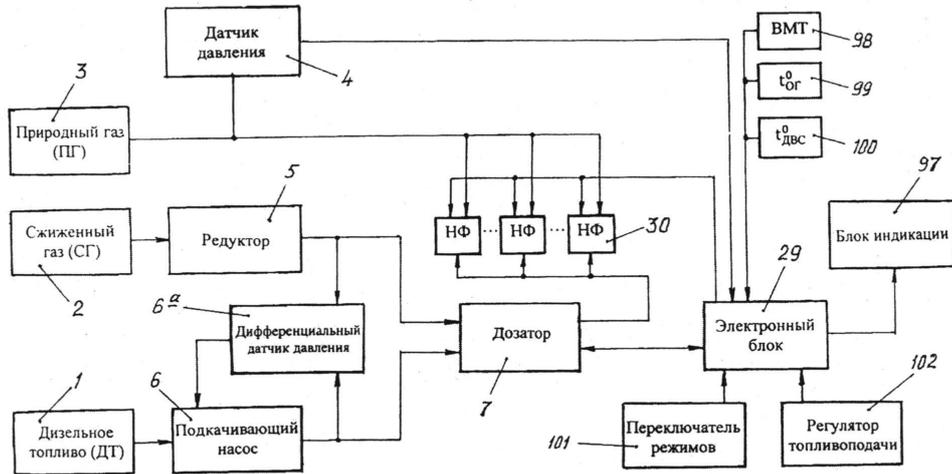
2. Система подачи топлива в камеру сгорания газодизеля по п. 1, отличающаяся тем, что дозатор снабжен двумя неподвижными электрическими катушками, плунжеры выполнены из магнитопроводного материала, установлены с возможностью магнитного взаимодействия с электрическими катушками в общем канале навстречу друг другу с образованием первыми торцовыми поверхностями выходной полости, вторые упорные торцовые поверхности совместно с катушками образуют входные полости соответственно дизельного топлива и сжиженного газа, на которых обеспечивается линейное уменьшение гидродинамического сопротивления при смещении плунжеров в направлении электрических катушек, при этом канал плунжера входной полости дизельного топлива сквозной, а канал плунжера входной полости сжиженного газа глухой и начинается с упорной поверхности плунжера.

3. Система подачи топлива в камеру сгорания газодизеля по п. 1, отличающаяся тем, что двухканальная форсунка, содержащая корпус с распылителем, камеру жидкого топлива, связанную каналом со входом жидкого топлива, подпружиненный запорный элемент, взаимодействующий с посадочным гнездом распылителя, имеющего распыливающие отверстия жидкого топлива, кольцевой топливный канал, образованный

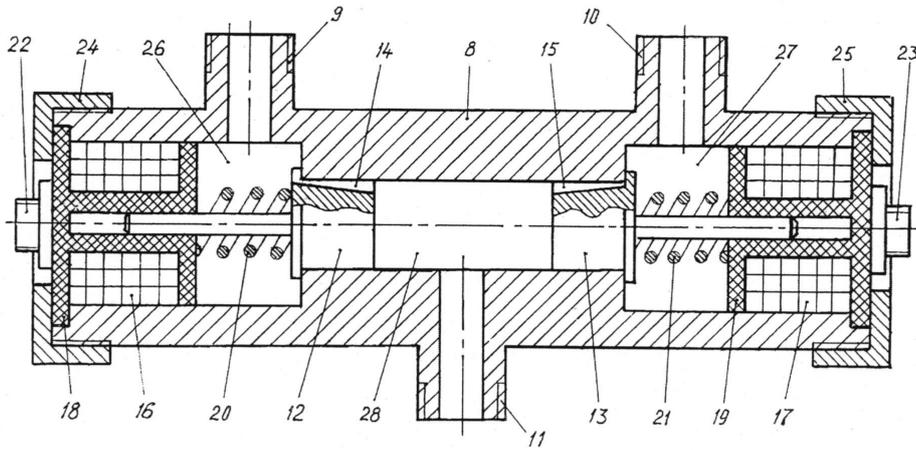
наружной цилиндрической поверхностью запорного элемента и внутренней цилиндрической поверхностью распылителя, связывающий камеру жидкого топлива и посадочное гнездо распылителя, снабжена приводом перемещения запорного элемента в составе электрической катушки управления с магнитострикционным стержнем, который через рычажный на упругом шарнире мультипликатор и тягу связан с запорным элементом, накопительной камерой газового топлива, связанной со входом газового топлива двухканальной форсунки и выполненной на внешней части распылителя и включающей запорный клапан в составе якоря с электрической катушкой управления подачей газового топлива, распылитель выполнен с группой глухих сопловых отверстий, соединенных с накопительной камерой и расположенных параллельно его осевой линии по кольцу, при этом глухая часть сопловых отверстий, находящаяся в накопительной камере, открыта на половину их диаметра и перекрывается якорем запорного клапана, а в камеру жидкого топлива введен игольчатый электрод, реализующий возможность образования высоковольтного электрического разряда между его игольчатыми элементами и корпусом двухканальной форсунки.

4. Система подачи топлива в камеру сгорания газодизеля по п. 1, отличающаяся тем, что регулятор топливоподачи выполнен в виде вращательного переменного резистора, подвижная часть которого соединена с валом поворотного рычага управления, при этом резистор подключен по схеме электрического потенциометра.

Система подачи топлива
в камеру сгорания газодизеля

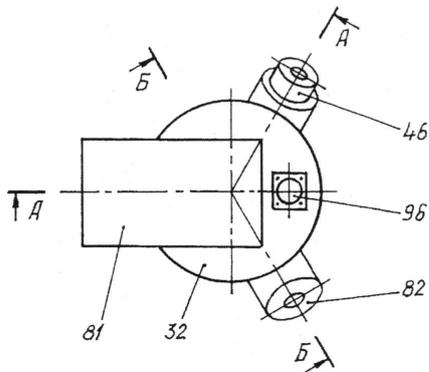


Фиг. 1

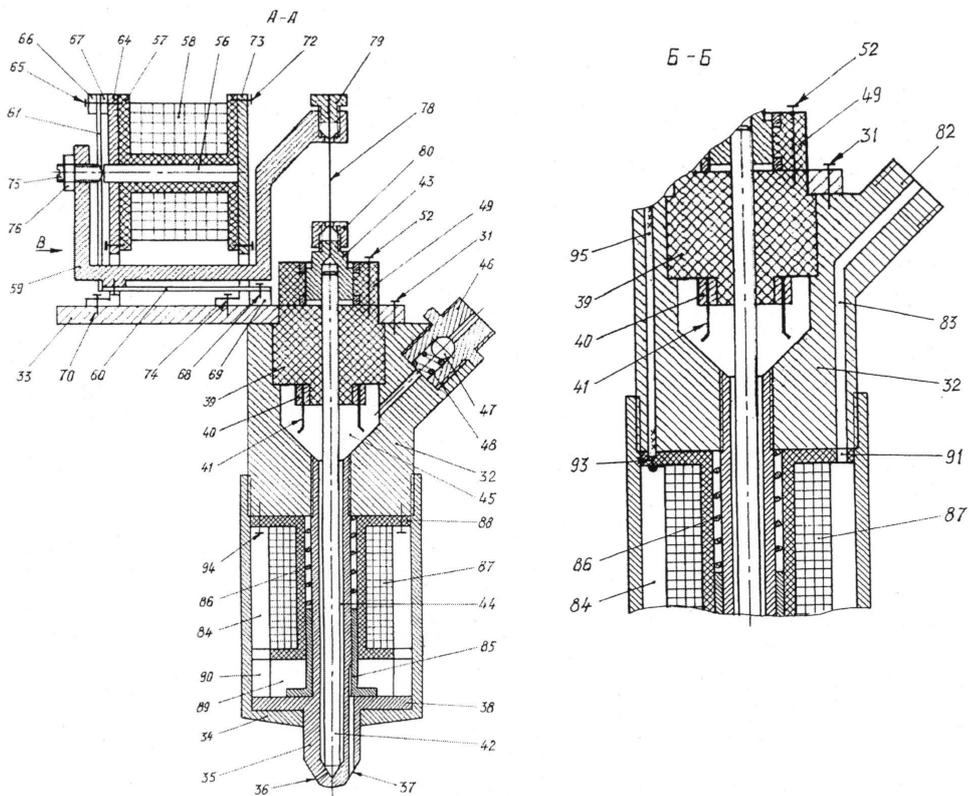


Фиг. 2

Система подачи топлива
в камеру сгорания газодизеля



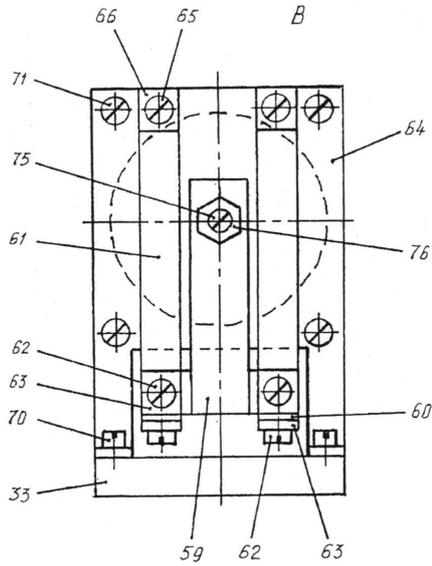
Фиг. 3



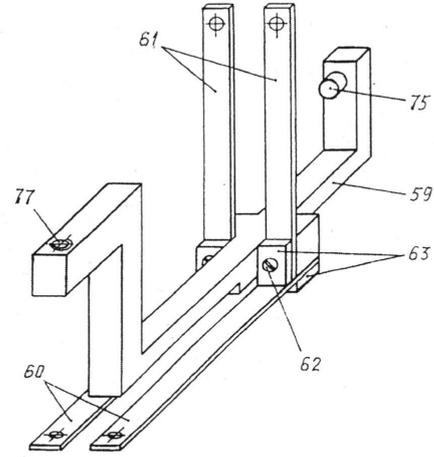
Фиг. 4

Фиг. 5

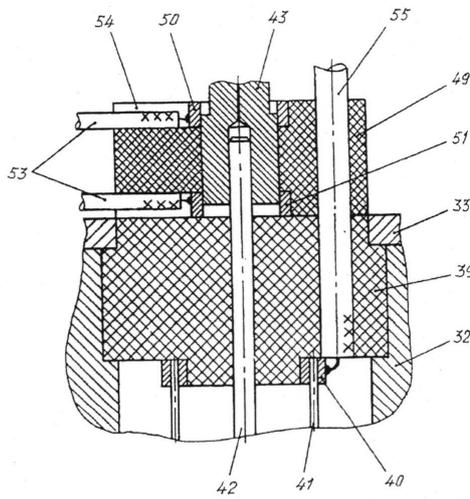
Система подачи топлива
в камеру сгорания газодизеля



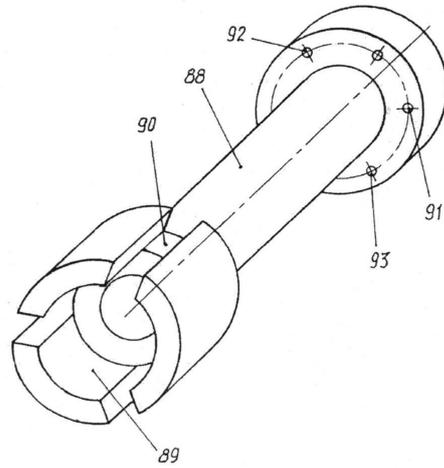
Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8



Фиг.9