



(51) МПК

F02M 61/20 (2006.01)

F02M 47/00 (2006.01)

F02M 47/02 (2006.01)

F02M 57/02 (2006.01)

F02M 61/10 (2006.01)

F02M 61/16 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F02M 57/025 (2023.02); F02M 61/205 (2023.02)

(21)(22) Заявка: 2022131268, 30.11.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.11.2022Дата регистрации:
06.03.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.11.2022

(45) Опубликовано: 06.03.2024 Бюл. № 7

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦИС для Амелиной
К.Е.

(72) Автор(ы):

Грехов Леонид Вадимович (RU),
Онищенко Дмитрий Олегович (RU),
Волкова Галина Ивановна (RU),
Глухов Владимир Михайлович (RU),
Старков Егор Евгеньевич (RU),
Цзяньхуэй Чжао (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: US 20060163378 A1, 27.07.2006. RU
2646170 C2, 01.03.2018. US 6854446 B2,
15.02.2005. US 20050145221 A1, 07.07.2005. RU
2627741 C1, 11.08.2017. US 20050247290 A1,
10.11.2005.

(54) Электрогидравлическая форсунка с дополнительной камерой управления для повышения стабильности функционирования

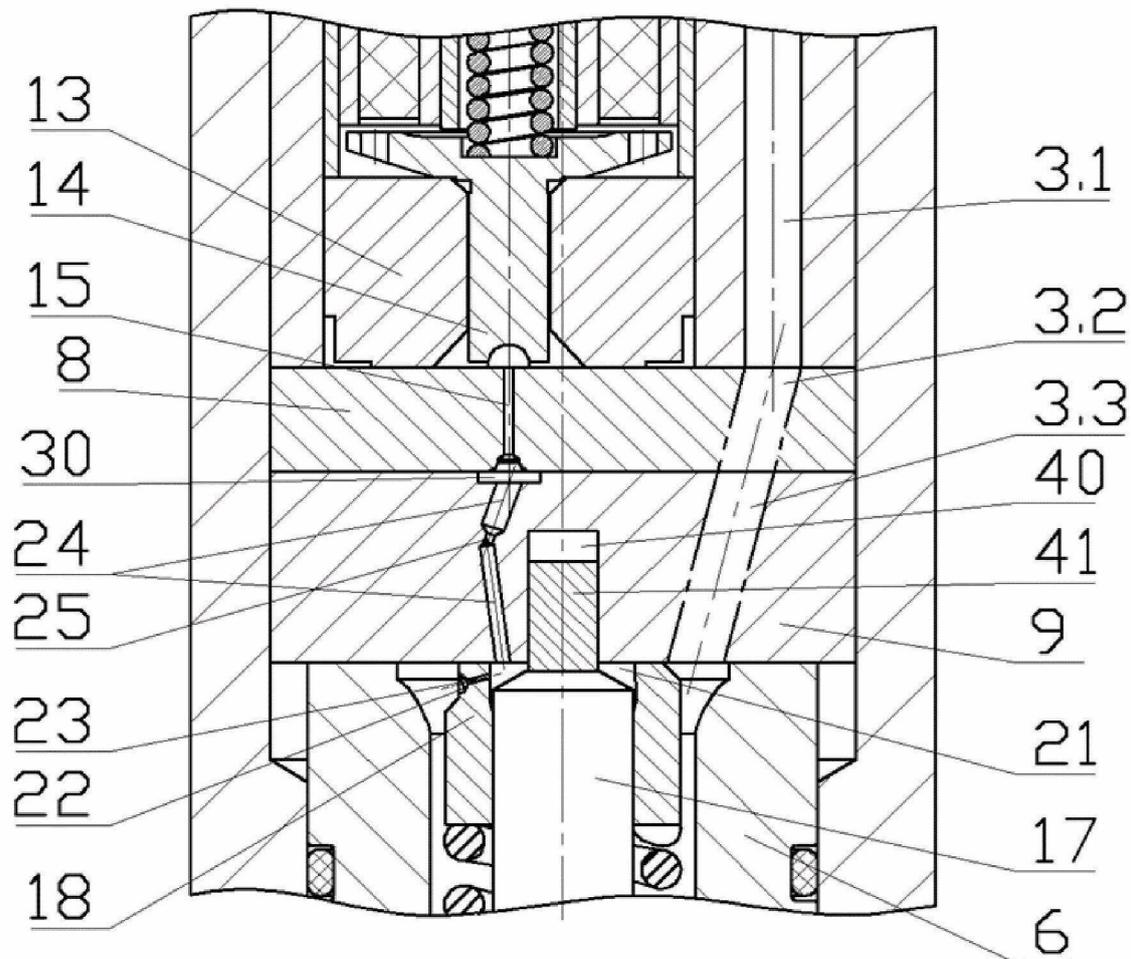
(57) Реферат:

Изобретение относится к области двигателестроения, а именно к системам питания двигателей внутреннего сгорания аккумуляторного типа с электронным управлением. Предложенная электрогидравлическая форсунка содержит корпус 2 с группой корпусных деталей, в которых имеются топливоподающие 3 и сливные 4 каналы, клапан 14 с электроприводом и входным каналом 15. Клапан имеет возможность сообщения входного канала со сливными каналами. Форсунка имеет распылитель с выполненным в нем, по меньшей мере, одним распыливающим отверстием 16 и иглу 17. Форсунка содержит камеру управления 21, расположенную между торцом иглы 17 и корпусом 2 с корпусными

детальями. Посредством впускного канала 22 с впускным жиклером 23, камера управления 21 сообщается с топливоподающими каналами 3, а через выпускной канал 24 с выпускным жиклером 25, камера управления 21 сообщается с входным каналом 15. Кроме того, форсунка снабжена дополнительной глухой камерой управления 40, дополнительным плунжерным мультипликатором 41 запирающая иглы, с образованием подвижного прецизионного сопряжения с корпусными деталями, расположенного таким образом, что одним торцом дополнительный мультипликатор 41 обращен в дополнительную камеру управления 40, а другим торцом опирается в иглу 17. Технический результат - более стабильное формирование заданного, в частности пологого,

переднего профиля и крутого заднего профиля закона подачи, для снижения эмиссии вредных веществ с отработавшими газами и повышения

эффективности поршневых двигателей. 1 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 2

RU 2814907 C1

RU 2814907 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F02M 61/20 (2006.01)
F02M 47/00 (2006.01)
F02M 47/02 (2006.01)
F02M 57/02 (2006.01)
F02M 61/10 (2006.01)
F02M 61/16 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F02M 57/025 (2023.02); F02M 61/205 (2023.02)

(21)(22) Application: **2022131268, 30.11.2022**

(24) Effective date for property rights:
30.11.2022

Registration date:
06.03.2024

Priority:

(22) Date of filing: **30.11.2022**

(45) Date of publication: **06.03.2024** Bull. № 7

Mail address:

**105005, Moskva, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,
MG TU im. N.E. Baumana, TSIS dlya Amelinoj
K.E.**

(72) Inventor(s):

**Grekhov Leonid Vadimovich (RU),
Onishchenko Dmitrii Olegovich (RU),
Volkova Galina Ivanovna (RU),
Glukhov Vladimir Mikhailovich (RU),
Starkov Egor Evgenevich (RU),
Tsziankhuei Chzhao (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia "Moskovskii gosudarstvennyi
tekhnikeskii universitet imeni N.E. Baumana
(natsionalnyi issledovatel'skii universitet)"
(MG TU im. N.E. Baumana) (RU)**

(54) **ELECTROHYDRAULIC NOZZLE WITH ADDITIONAL CONTROL CHAMBER FOR INCREASED STABILITY OF OPERATION**

(57) Abstract:

FIELD: engine building.

SUBSTANCE: invention relates to power supply systems of internal combustion engines of accumulator type with electronic control. Proposed electrohydraulic nozzle comprises body 2 with a group of body parts, in which there are fuel supply 3 and drain 4 channels, valve 14 with electric drive and inlet channel 15. Valve has the possibility of connecting the inlet channel with the drain channels. Nozzle has a sprayer with at least one spraying hole 16 and needle 17. Nozzle comprises control chamber 21 arranged between needle end face and body 2 with body parts. By means of inlet channel 22 with inlet jet 23, control chamber 21 is connected with fuel supply channels 3, and through outlet channel

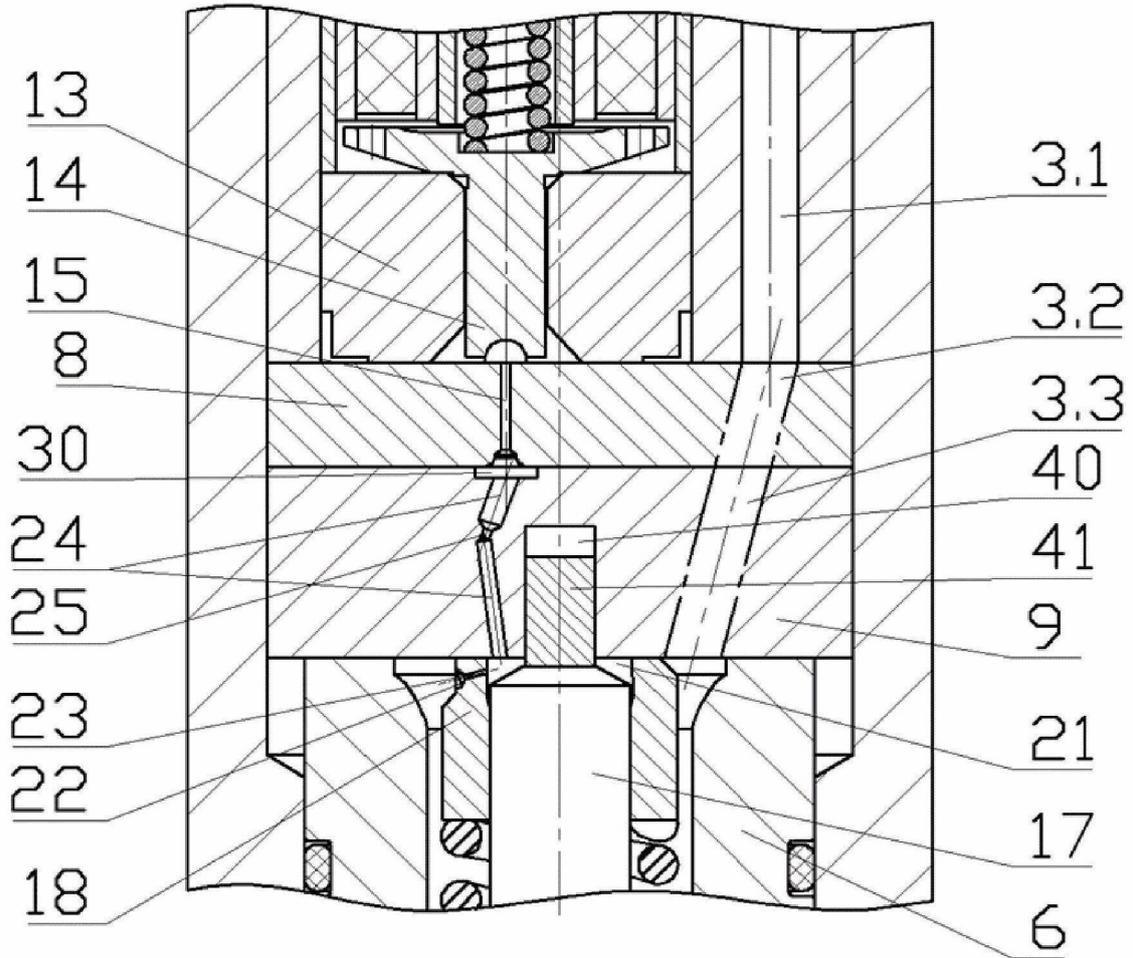
24 with outlet jet 25, control chamber 21 communicates with inlet channel 15. In addition, the nozzle is equipped with an additional blind control chamber 40, an additional plunger multiplier 41 for locking the needle, to form a movable precision interface with body parts, located so that one end of additional multiplier 41 faces the additional control chamber 40, and the other end rests against needle 17.

EFFECT: more stable formation of a given, in particular hollow, front profile and a steep rear profile of the law of supply, to reduce emission of harmful substances with exhaust gases and increase efficiency of piston engines.

1 cl, 4 dwg

RU 2 814 907 C1

RU 2 814 907 C1



Фиг. 2

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

Из существующего уровня техники известны электрогидравлические форсунки (ЭГФ) аккумуляторных топливных систем двигателей внутреннего сгорания, содержащих корпус, с выполненными в нем топливоподающими и сливными каналами, закрепленный на корпусе распылитель с запорной иглой, расположенную между иглой и корпусом камеру управления, имеющую впускной и выпускной жиклеры, электроуправляемый клапан, сообщающий выпускной жиклер камеры управления со сливными каналами (см. Тер-Мкртчян Г.Г. Тенденции развития аккумуляторных топливных систем крупных дизелей / Г.Г. Тер-Мкртчян, Е.Е. Старков // Труды НАМИ: сб. науч. ст. – М., 2013. – Вып. № 255. – С. 22–47; 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).

Как правило, такие ЭГФ формируют трапецевидный профиль закона подачи. Недостатком таких ЭГФ является интенсивное начало впрыскивания, характеризующееся высокой жесткостью сгорания и увеличенными выбросами оксидов азота, и окончание впрыскивания при низких давлениях, обуславливающее эмиссию недогоревших углеводородов и твердых частиц. Известно, что для снижения эмиссии вредных веществ с отработавшими газами двигателя многократное впрыскивание не применяется: в автотракторных только на номинальном режиме (см. Leonard R., Parche M. Pressure-amplified common rail system for commercial vehicles / R. Leonard, M. Parche // MTZ 05.2009 Volume 70. p.10-15), в судовых и тепловозных – включая значительную область частичных нагрузок (см. 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). Анализ уровня техники показал, что одним из существенных способов снижения эмиссии токсичных компонентов является формирование ступенчатого, ломанного или пологого переднего профиля закона подачи (см. Burgler, L., Herzog, P.L., Zelenka, P. Strategies to Meet US 1994/95 Diesel Engine Federal Emission Legislation for HSDI Diesel Engine Powered Vehicles. Proc. IMechE Vol. 206. 1992, 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), также необходимо обеспечение более интенсивного окончания впрыскивания.

Кроме влияния на эмиссию вредных веществ с отработавшими газами из уровня техники известно влияние конструктивных факторов ЭГФ на стабильность её функционирования. Стремление обеспечить требуемую форму закона подачи с приемлемыми показателями расхода на управления за счет сочетаний впускного и выпускного жиклеров камеры управления приводит к разного рода нестабильностям и потере функционирования ЭГФ, особенно на режимах малых цикловых подач (см. 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.; 32. L. Grekhov, A. Denisov, D. Onishchenko, E. Starkov New generation line of high efficiency common rail fuel injectors for low emission heavy-duty diesel engine // International Journal of Pharmacy and Technology (E-ISSN 0975766X-India-Scopus), Vol. 8, Issue No. 4, (2016) pp. 22558-22570).

Также известна форсунка по патенту DE 102012209841 A1 имеющая корпус, камеру управления, управляющий клапан с электроприводом и клапан, разделяющий камеру управления. В начале впрыскивания управляющий клапан сообщает камеру управления с линией низкого давления, а клапан в камере управления разделяет её на две части и

перекрывает впускной жиклер. При разобшении камеры управления с линией низкого давления посредством управляющего клапана под действием высокого давления клапан в камере управления открывается и давление в камере управления повышается.

5 Такое решение направлено на сокращение окончания впрыскивания и имеет недостаток, заключающийся в интенсивном начале впрыскивания, и присущем такому началу впрыскивания повышенную жесткость сгорания и повышенную эмиссию оксидов азота.

10 Задача, на решение которой направлено заявленное изобретение, заключается в улучшении эффективности функционирования ЭГФ малотоксичного двигателя внутреннего сгорания за счет стабильного, идентичного формирования заданного профиля закона подачи с пологим передним и отвесным задним фронтами закона подачи.

15 Данная задача решается за счет того, что электрогидравлическая форсунка содержит корпус с группой корпусных деталей, в которых имеются топливоподающие и сливные каналы, клапан с электроприводом и входным каналом. Клапан имеет возможность 20 сообщения входного канала со сливными каналами. Конструкция форсунки имеет распылитель с выполненным в нем, по меньшей мере, одним распыливающим отверстием и иглу, расположенную в распылителе с образованием прецизионного сопряжения, а также с возможностью осевого перемещения и сообщения распыливающих отверстий 25 с топливоподающими каналами. Форсунка содержит камеру управления, расположенную между торцом иглы и корпусом с корпусными деталями. Посредством впускного канала с впускным жиклером, камера управления сообщается с топливоподающими каналами, а через выпускной канал с выпускным жиклером, камера 30 управления сообщается с входным каналом.

25 В предлагаемом решении, форсунка снабжена дополнительной глухой камерой управления, дополнительным плунжерным мультипликатором запираания иглы, с образованием подвижного прецизионного сопряжения с корпусными деталями, расположенного таким образом, что одним торцом дополнительный плунжерный мультипликатор запираания иглы обращен в дополнительную глухую камеру управления, 30 а другим торцом упирается в иглу.

В частном случае реализации дополнительный плунжерный мультипликатор запираания иглы имеет диаметр меньший, чем диаметр иглы.

35 Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков, является более стабильное формирование заданного, в частности пологого, переднего профиля и крутого заднего профиля закона подачи, для снижения эмиссии вредных веществ с отработавшими газами и повышения эффективности поршневых двигателей.

Сущность изобретения поясняется графическими изображениями и чертежами. Чертежи не охватывают весь объем притязаний данного технического решения, а являются иллюстрирующими материалами нескольких частных случаев исполнения.

40 На фигуре 1 представлен общий вид электрогидравлической форсунки с дополнительной глухой камерой управления для повышения стабильности функционирования.

На фигуре 2 более детально показана конструкция камеры управления, впускного и выпускного каналов, а также дополнительной глухой камеры управления.

45 На фигуре 3 показаны мгновенные характеристики функционирования ЭГФ с дополнительной глухой камерой управления: b – давление в основной камере управления (МПа), d – давление в дополнительной глухой камере управления (МПа).

На фигуре 4 показаны мгновенные характеристики функционирования ЭГФ: a –

давление впрыскивания ЭГФ с дополнительной глухой камерой управления (МПа), с – давление впрыскивания в ЭГФ традиционного типа с дроссельным управлением (МПа).

Одним из частных случаев исполнения является электрогидравлическая форсунка 1 с камерой управления и дополнительной камерой управления, принцип функционирования которой основан на организации последовательного слива из камер управления, проиллюстрированная на фигуре 1. Причем из камеры управления слив осуществляется через сливные каналы, а из дополнительной глухой камеры управления слив осуществляется через цилиндрическую поверхность за счет перепада давления от сжатия топлива дополнительным плунжерным мультипликатором запираания иглы.

Форсунка 1 содержит ступенчатый цилиндрический корпус 2 с выполненными в нем топливоподающими 3 и сливными 4 каналами. К корпусу 2 специальной гайкой 5, выполненной в форме обоймы, притянуты распылитель 6 и корпусные детали: цилиндрический элемент 7, диск 8 и проставка 9. Непосредственно к корпусу 2 притянут цилиндрический элемент 7.

В цилиндрическом элементе 7 выполнен топливоподающий канал 3.1 и осевое отверстие 10. В осевом отверстии 10 расположена обойма 11, прижатая упругим элементом 12 через кольцо 13 к диску 8. В обойме 11 размещен клапан 14 с электроприводом, имеющий выполненный в диске 8 входной канал 15. Клапан 14 в момент срабатывания электропривода сообщает входной канал 15 со сливными каналами 4. Разновидность электропривода и конструкция клапана 14 не ограничивают объем притязаний данного технического решения. В качестве электропривода могут применяться электромагнитный и пьезоэлектрический приводы. В качестве клапана 14 с электроприводом могут применяться различные конструкции, обеспечивающие сообщение входного канала 15 со сливными каналами 4.

Распылитель 6 контактирует с проставкой 9. В распылителе 6 выполнено, по меньшей мере, одно распыливающее отверстие 16 и размещена игла 17 с образованием прецизионного сопряжения. Игла 17 имеет возможность осевого перемещения.

Диск 8 контактирует с цилиндрическим элементом 7 и с проставкой 9. В диске 8 и в проставке 9 выполнены топливоподающие каналы 3.2 и 3.3 соответственно. Топливоподающие каналы 3, 3.1, 3.2, 3.3 сообщены и обеспечивают подачу топлива в полость распылителя 6, к сопловым отверстиям 16 через запорное сечение иглы 17.

В данной реализации ЭГФ 1 (фигура 1) на иглу 17 надета втулка 18. Втулка 18 образует с иглой 17 прецизионное плотное сопряжение и имеет возможность перемещения. Пружиной 19, имеющей упор 20 на игле 17, втулка 18 верхним торцом прижимается к проставке 9. Таким образом, ЭГФ 1 имеет камеру управления 21, образованную верхним торцом иглы 17, внутренней поверхностью втулки 18 и нижней поверхностью проставки 9.

Более подробно элементы камеры управления 21 представлены на фигуре 2. В соответствии с фигурой 2, камера управления 21 имеет впускной канал 22 с впускным жиклером 23, выпускной канал 24 с выпускным жиклером 25. Впускной канал 22 с впускным жиклером 23 сообщает камеру управления 21 с топливоподающими каналами 3, 3.1, 3.2, 3.3. Выпускной канал 24 с выпускным жиклером 25 сообщает камеру управления 21 с входным каналом 15 клапана 14 с электроуправлением через полость 30.

Новым в ЭГФ является то, что имеется дополнительная глухая камера управления 40, образованная в частном случае, проиллюстрированном на фигуре 2, дополнительным плунжерным мультипликатором запираания иглы 41 и проставкой 9. Дополнительный

плунжерный мультипликатор запираания иглы 41 расположен в проставке 9 с образованием подвижного прецизионного сопряжения.

В ЭГФ проистекают типовые процессы функционирования, рассмотренные в 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. Форсунка работает следующим образом.

Как было описано ранее ЭГФ имеет две камеры управления: 21 камеру управления и 40 дополнительную глухую камеру управления. Через впускной канал 22 с впускным жиклером 23 камера управления 21 подпитывается поступающим в форсунку через топливоподающие каналы 3 давлением от аккумулятора. Слив из камеры управления 21 осуществляется через выпускной канал 24 с выпускным жиклером 25, сообщенный с полостью 30 клапана 14.

Дополнительная глухая камера управления 40 в простейшем случае является глухой. Наполнение дополнительной камеры управления осуществляется в процессе работы ЭГФ за счет утечек по зазору прецизионной цилиндрической поверхности. То же относится и к изменению давления в этой полости при изменении давления в аккумуляторе. Можно для наглядности считать, что дополнительная камера управления соединена с подводящими каналами и аккумулятором через эквивалентный жиклер малого сечения.

В исходном состоянии в камере управления 21 и дополнительной глухой камере управления 40 давление топлива равно давлению в аккумуляторе. При открытии клапана 14 давление в камере управления 21 снижается до заданного уровня, обеспечивая снижение запирающего усилия и начало подъема иглы 17. Давление в дополнительной глухой камере управления 40 в результате сжатия защемленного топлива, напротив, повышается, замедляя подъем иглы 17 на завершающей части ее хода.

При окончании работы управляющего клапана 14 давление в камере управления 21 восстанавливается, инициируя опускание иглы 17. Но наличие дополнительной глухой камеры управления 40, в которой, кроме того, развивается повышенное давление, ускоряет посадку иглы 17.

Таким образом, достигается улучшение качества топливоподачи в отношении формы характеристики впрыскивания:

- безусловным достоинством является ускорения закрытия иглы. Это решает хроническую проблему работы дизельных систем любых конструкций. В частности, для аккумуляторных систем становится более вероятным отказ от использования плунжерного мультипликатора запираания иглы, который придает ЭГФ ряд новых недостатков.

- дополнительным достоинством технического решения является замедление подъема иглы в начале процесса топливоподачи. Это обеспечивает получение менее крутого переднего фронта вблизи максимума расхода топлива. Таким образом, автоматически реализуется некая идеальная форма переднего фронта, применительно к основной (или единственной) фазе подачи топлива. Она сформировалась в последние десятилетия в поисках средств снижения эмиссии окислов азота, шума сгорания, нагрузок и скорости их роста. Вместе с тем, сохранение крутого фронта в его начале обеспечивает быстрое прохождение участка образования крупных капель, т.е. снижения эмиссии частиц и расхода топлива.

Работа предложенной ЭГФ иллюстрируется на фигурах 3, 4, где абсцисса графиков – это угол поворота кулачкового (распределительного) вала, град.

На фигуре 3 представлены мгновенные характеристики функционирования ЭГФ с

дополнительной глухой камерой управления: b – давление в основной камере управления (МПа), d – давление в дополнительной глухой камере управления (МПа), на фигуре 4 – мгновенные характеристики функционирования ЭГФ: a – давление впрыскивания ЭГФ с дополнительной глухой камерой управления (МПа), c – давление впрыскивания в ЭГФ традиционного типа с дроссельным управлением (МПа). Эти графики демонстрируют работоспособность предлагаемого решения.

ЭГФ содержит элементы, промышленно реализуемые на технологическом оборудовании среднестатистического завода-изготовителя топливоподающей аппаратуры. Форсунка позволяет обеспечить требования по организации малотоксичного, энергоэффективного рабочего процесса, а также характеризуется лучшей стабильностью функционирования.

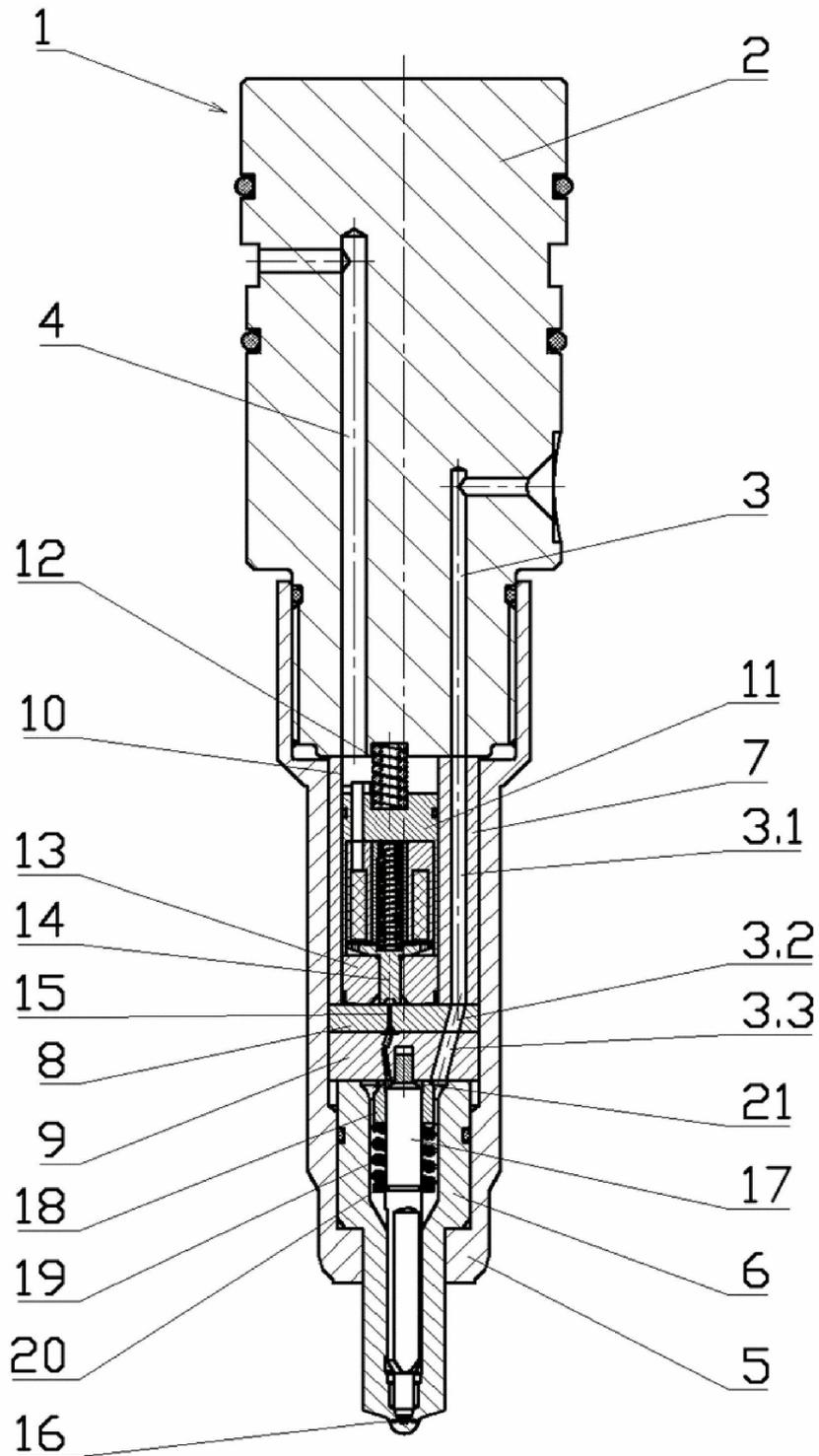
Таким образом, изобретение, охарактеризованное совокупностью вышеперечисленных признаков, является новым, т.к. предложенная совокупность признаков не описана в известных источниках информации, использованных для определения уровня технического развития топливоподающей аппаратуры дизелей. Кроме того, предлагаемая совокупность существенных признаков не является очевидной, поскольку не следует непосредственно из уровня технического развития топливоподающей аппаратуры дизелей. При этом, предлагаемое техническое решение осуществимо в промышленных условиях и обеспечивает повышение эффективности предложенной электрогидравлической форсунки.

(57) Формула изобретения

1. Электрогидравлическая форсунка аккумуляторной топливной системы дизельного двигателя, содержащая корпус с группой корпусных деталей, в которых имеются топливоподающие и сливные каналы, клапан с электроприводом и входным каналом, выполненный с возможностью сообщения входного канала со сливными каналами, распылитель с выполненным в нем, по меньшей мере, одним распыливающим отверстием, иглу, расположенную в распылителе с образованием прецизионного сопряжения, а также с возможностью осевого перемещения и сообщения распыливающих отверстий с топливоподающими каналами, камеру управления, расположенную между торцом иглы и корпусом, впускной канал с впускным жиклером, сообщающий камеру управления с топливоподающими каналами, выпускной канал с выпускным жиклером, сообщающий камеру управления с входным каналом, отличающаяся тем, что форсунка снабжена дополнительной глухой камерой управления, дополнительным плунжерным мультипликатором запираания иглы, с образованием подвижного прецизионного сопряжения с корпусными деталями, расположенного таким образом, что одним торцом дополнительный плунжерный мультипликатор запираания иглы обращен в дополнительную глухую камеру управления, а другим торцом упирается в иглу.

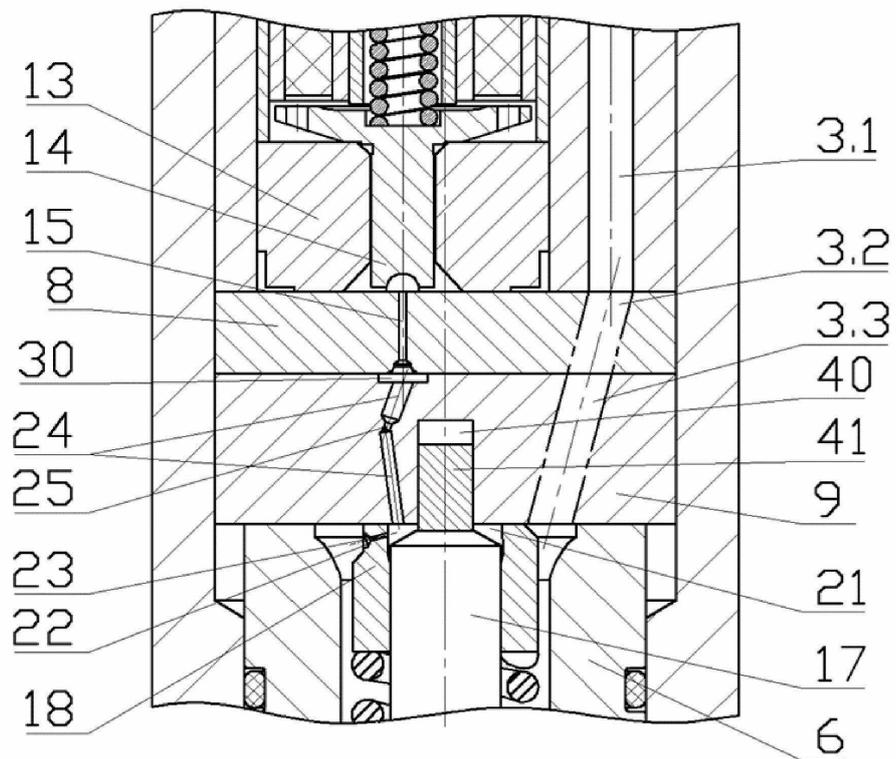
2. Электрогидравлическая форсунка по п.1, отличающаяся тем, что дополнительный плунжерный мультипликатор запираания иглы имеет диаметр меньший, чем диаметр иглы.

1

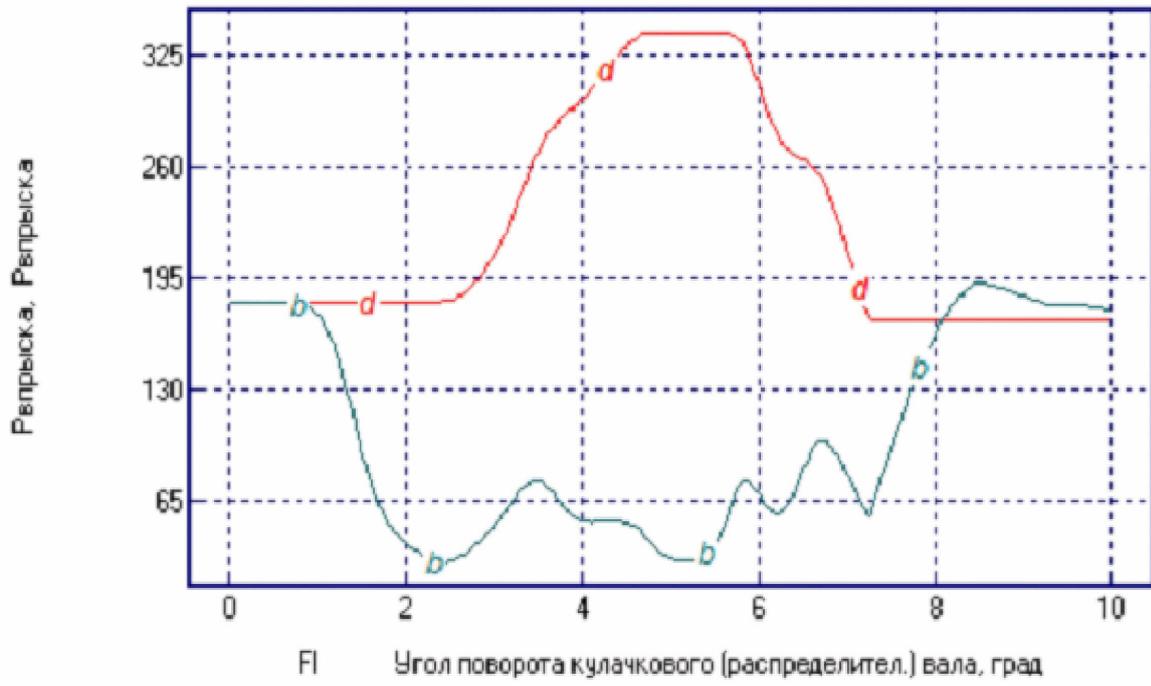


Фигура 1

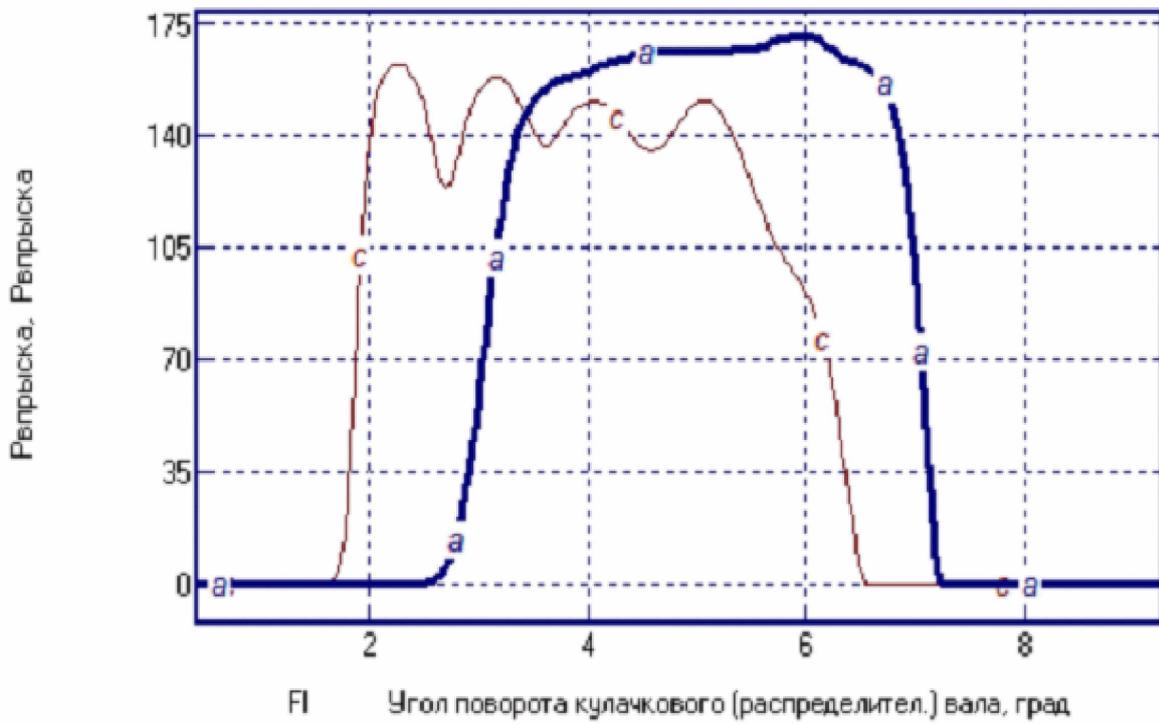
2



Фигура 2



Фигура 3



Фигура 4