



(51) МПК  
**F02M 47/02** (2006.01)  
**F02M 45/00** (2006.01)  
**F02D 41/30** (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

*На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.*

(21)(22) Заявка: **2013136020/06, 30.07.2013**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**30.07.2013**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **30.07.2013**

(43) Дата публикации заявки: **10.12.2013** Бюл. № 34

(45) Опубликовано: **27.10.2014** Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2405963 C1, 10.12.2010 . US 7971574 B2, 05.07.2011 . RU 2298683 C2, 10.05.2007 . US 6748920 B2, 15.06.2004 . RU 2042859 C1, 27.08.1995 . US 6520152 B1, 18.02.2003 . US 5957111 A1, 28.09.1999**

Адрес для переписки:

**454016, г. Челябинск, ул. Университетская наб.,  
 30, кв.199, Погуляеву Ю.Д.**

(72) Автор(ы):

**Байтимеров Рстам Миндияхметович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Погуляев Юрий Дмитриевич (RU)**

## (54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ТОПЛИВА И УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ТОПЛИВА

(57) Реферат:

Изобретение относится к двигателестроению, в частности к системе питания двигателя внутреннего сгорания. Предложен способ управления подачей топлива, заключающийся в том, что создают давление топлива с помощью топливного насоса высокого давления, подают топливо в гидравлический аккумулятор высокого давления, устанавливают в нем определенный уровень давления с помощью клапана регулирования высокого давления, подают топливо к каждой форсунке под установленным для всех форсунок давлением от общего гидравлического аккумулятора высокого давления, подают топливо под иглу и в камеру над иглой, при впрыске топливо из камеры над иглой направляют на слив через канал, который

открывают управляющим клапаном форсунки с пьезоприводом, за счет разности давлений над и под иглой осуществляют подъем иглы и впрыск топлива, закрывают управляющий клапан, подают топливо под высоким давлением в камеру над иглой и под иглу перемещают иглу на седло, как за счет пружины, так и за счет высокого давления, воздействующего на иглу сверху. С помощью предложенного способа можно осуществить как минимум один предварительный впрыск, как минимум один основной впрыск и как минимум один впрыск после основного. Кроме того, предложено устройство для реализации способа управления подачей топлива. Технический результат заключается в повышении точности дозирования количества

R U 2 5 3 1 7 0 4 C 2

R U 2 5 3 1 7 0 4 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F02M 47/02* (2006.01)  
*F02M 45/00* (2006.01)  
*F02D 41/30* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

*According to Art. 1366, par. 1 of the Part IV of the Civil Code of the Russian Federation, the patent holder shall be committed to conclude a contract on alienation of the patent under the terms, corresponding to common practice, with any citizen of the Russian Federation or Russian legal entity who first declared such a willingness and notified this to the patent holder and the Federal Executive Authority for Intellectual Property.*

(21)(22) Application: **2013136020/06, 30.07.2013**

(24) Effective date for property rights:  
**30.07.2013**

Priority:

(22) Date of filing: **30.07.2013**

(43) Application published: **10.12.2013 Bull. № 34**

(45) Date of publication: **27.10.2014 Bull. № 30**

Mail address:

**454016, g.Cheljabinsk, ul. Universitetskaja nab., 30,  
kv.199, Poguljaevu Ju.D.**

(72) Inventor(s):

**Bajtimerov Rstam Mindiakhmetovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Poguljaev Jurij Dmitrievich (RU)**

(54) **METHOD OF FUEL SUPPLY CONTROL AND FUEL SUPPLY CONTROL UNIT**

(57) Abstract:

FIELD: motors and pumps.

SUBSTANCE: method of fuel supply control is proposed, which consists in that the fuel pressure is formed using the high pressure fuel pump, the fuel is supplied to the high-pressure hydraulic accumulator, and a certain pressure level is established therein using the high-pressure control valve, the fuel is supplied to each injector at the pressure set for all injectors from common high pressure hydraulic accumulator, the fuel is supplied under the needle and to the camera above the needle, during injection the fuel from the camera above the needle is sent for draining through the duct, which is opened by the injector control valve with piezoelectric drive, due to the difference of pressures

above and below the needle the needle lifted and fuel is injected, the control valve is closed, the fuel is supplied under high pressure to the camera above a needle, the needle is shifted to the seat due to high-pressure, effecting the needle from above. Using the proposed method it is possible to perform at least one preliminary injection, at least one main injection and at least one injection after the main one. Besides the device for implementation of the fuel supply control method is offered.

EFFECT: improvement of precision of dosing of amount of injected fuel and optimization of the fuel combustion process.

2 cl, 3 dwg

Изобретение относится к способам управления подачей топлива и к устройствам управления подачей топлива для двигателей внутреннего сгорания-дизелей (в дальнейшем ДВС) на стационарных установках с дизелями большой мощности и мобильном транспорте, на тракторах с любым типом трансмиссии, в частности с электротрансмиссией, для реализации широкого спектра технологий в сельском хозяйстве, для строительного-дорожных машин и технологий, реализуемых с их помощью, в автомобильном и железнодорожном и водном транспорте, бронетехнике и инженерных машинах.

Из уровня техники известен (патент DE 102007000072 A1 от 30.08.2007) способ управления подачей топлива в системе типа Common Rail. Этот способ заключается в том, что создают давление топлива отдельно независимо от впрыска с помощью отдельного топливного насоса высокого давления (ТНВД), подают топливо в гидравлический аккумулятор высокого давления (ГВД), устанавливают в нем определенный уровень давления, подают топливо под установленным для всех форсунок давлением к форсункам от общего ГВД, впрыск топлива осуществляют за счет управления клапаном с пьезоприводом, для этого открывают управляющий клапан, подают топливо под иглу, а топливо над иглой направляют на слив через канал, открываемый клапаном, за счет разности давлений над и под иглой осуществляют подъем иглы и впрыск топлива, закрывают клапан пьезоприводом, подают топливо под высоким давлением в камеру над иглой и под иглу и перемещают иглу на седло как за счет пружины, так и за счет высокого давления, подаваемого на иглу сверху, изменяют давление в ГВД путем управления клапаном регулирования высокого давления (КРВД).

Недостаток способа в том, что давление, создаваемое ГВД, одинаково для всех впрысков.

С помощью ГВД возможно регулирование давления на его выходе с помощью КРВД.

Это позволяет уменьшить зависимость создаваемого давления от частоты вращения коленчатого вала и повысить экономичность двигателя на частичных режимах.

Вместе с тем возникают определенные сложности при дозировании сверхмалых доз при реализации предварительных впрысков (ПВ) и впрысков после основного (ВПО). Дозирование осуществляется только за счет регулирования длительности впрысков, как основного впрыска (ОВ), так ПВ и ВПО. При этом точность дозирования снижается даже при управлении клапанами с помощью пьезоприводов, поскольку при высоком давлении ПВ нужно сразу после включения управляющего клапана подавать сигнал на его выключение. Поэтому некоторое время переходный процесс не управляемый, точность впрыска не гарантирована.

Точность дозирования снижается также за счет волновых процессов, которые имеются в системе CR. Существуют проблемы и при реализации ОВ оптимальной формы для реализации конкретных критериев, например максимизация развиваемой мощности или минимизация вредных выбросов. В каждом из этих случаев необходимо реализовать ОВ определенной формы. Известные способы управления подачей топлива такой возможности не дают.

Из уровня техники известно (патент DE 102007000072 A1 от 30.08.2007) устройство управления подачей топлива типа Common Rail, включающее источник высокого давления в виде топливного насоса высокого давления (ТНВД), гидравлический аккумулятор высокого давления (ГВД), соединенные гидравлически, клапан регулирования высокого давления (КРВД), подпружиненную иглу, управляющий

клапан, пьезопривод управляющего клапана, электронный блок управления (ЭБУ), датчики.

Топливо сливается через кольцевую камеру, в камере над иглой устанавливается атмосферное давление. Под иглу подается высокое давление. За счет разности давлений над иглой и под иглой сжимается пружина и поднимается игла, осуществляется впрыск топлива. В то же время ШИМ-регуляторы, которые используются в КРВД для ГАВД, не позволяют управлять давлением для реализации каждого отдельного впрыска по двум причинам.

Они не могут быстро, в течение одного впрыска при подаче топлива, перестраиваться. Обладают ограниченным быстродействием. От ГАВД питается сразу несколько форсунок, каждая из которых реализует мультивпрыск. Поэтому управлять каждым отдельным впрыском каждой отдельной форсунки невозможно.

Второй недостаток устройства в том, что устройство не позволяет регулировать давление каждого отдельного впрыска в каждой отдельной форсунке. Поэтому возможности устройства по дозированию сверхмалых объемов ограничены. Кроме того, необходимо подавать сверхмалые объемы под меньшим объемом с точки зрения оптимального сжигания топлива.

Кроме того, невозможно задать требуемый закон давления для ОБ, а необходимость в этом существует.

Целью изобретения является индивидуальное управление давлением каждого впрыска, более точное дозирование сверхмалых объемов топлива при впрысках, а также задание требуемого закона давления и впрыскиваемого объема топлива для основного впрыска

Поставленная цель достигается тем, что в способе управления подачей топлива заключающемся в том, что создают давление топлива отдельно независимо от впрыска с помощью отдельного топливного насоса высокого давления, подают топливо в гидравлический аккумулятор высокого давления, устанавливают в нем определенный уровень давления с помощью клапана регулирования высокого давления, общего для гидравлического аккумулятора, подают топливо к каждой форсунке под установленным для всех форсунок давлением от общего гидравлического аккумулятора высокого давления, подают топливо под иглу и камеру над иглой, топливо из камеры над иглой направляют на слив через канал, который открывают управляющим клапаном форсунки с пьезоприводом при впрыске, за счет разности давлений над и под иглой осуществляют подъем иглы и впрыск топлива, закрывают управляющий клапан, подают топливо под высоким давлением в камеру над иглой и под иглу, перемещают иглу на седло как за счет пружины, так и за счет высокого давления, подаваемого на иглу сверху, согласно предлагаемому изобретению осуществляют как минимум один предварительный впрыск, один основной впрыск с требуемой по условиям эксплуатации формой впрыска, как минимум один впрыск после основного, при этом управляют перемещением иглы при впрыске и отсечке и регулируют длительность каждого впрыска первым управляющим клапаном с электромагнитным приводом или пьезоприводом, индивидуальный уровень давления, подаваемого в каждую отдельную форсунку перед каждым последующим впрыском, устанавливают независимо от управления перемещением иглой во время предыдущей отсечки или во время протекания каждого из впрысков с помощью второго индивидуального для каждой форсунки клапана регулирования высокого давления с пьезоприводом, установленного между кольцевой проточкой высокого давления для иглы форсунки, к которой подводится топливо высокого давления и сливом или гидравлическим аккумулятором низкого давления, при реализации предварительного впрыска при постоянном давлении гидравлического аккумулятора высокого давления

изменяют давление от максимального при большой отсечке между последним впрыском после основного и предварительным впрыском последующего цикла в конце этой отсечки или в начале первого предварительного впрыска до требуемого при предварительном впрыске, последующий после первого предварительный впрыск  
5 проводят при том же давлении или изменяют его во время отсечки после первого предварительного впрыска, при реализации основного впрыска при постоянном давлении гидравлического аккумулятора высокого давления увеличивают давление от предыдущего при последнем предварительном впрыске до максимального при  
10 реализации одноступенчатого основного впрыска для реализации режима максимальной мощности в начале отсечки после последнего предварительного впрыска и одноступенчатым основным впрыске или устанавливают требуемое давление в конце последней отсечки после второго или последнего предварительного впрыска и в начале  
15 основного впрыска при реализации основного впрыска с заданной двухступенчатой или многоступенчатой формой при постоянном давлении гидравлического аккумулятора высокого давления, которое изменяют в течение основного впрыска до максимального в конце основного впрыска с помощью второго независимого пьезопривода при  
20 реализации экологичного режима при основном впрыске, при реализации основного впрыска для экономичного режима осуществляют при постоянном давлении гидравлического аккумулятора высокого давления двухступенчатый или  
25 многоступенчатый основной впрыск как в его первой половине со ступенчатым повышением давления до максимального, так и во второй его половине осуществляют двухступенчатый или многоступенчатый впрыск от максимального давления до минимального в конце его с помощью второго независимого пьезопривода, давление  
30 для впрыска первого после основного впрыска при постоянном давлении гидравлического аккумулятора высокого давления с помощью второго независимого пьезопривода устанавливают максимальным в начале впрыска после основного, второй впрыск после основного осуществляют с тем же давлением или изменяют его во время отсечки после первого впрыска после основного впрыска с помощью второго  
35 независимого пьезопривода, после второго впрыска после основного во время большой отсечки между циклами подачи топлива в начале большой отсечки между циклами подачи топлива устанавливают максимальное давление топлива до начала нового  
40 цикла подачи топлива впрыска с помощью второго независимого пьезопривода, подводят при каждой отсечке топливо под высоким давлением в кольцевую камеру под иглой форсунки, гидравлически изолированную от кольцевой проточки для иглы.  
45 Поставленная цель достигается тем, что устройство управления подачей топлива, включающее топливный насос высокого давления, гидроаккумулятор высокого давления, соединенные гидравлически, клапан регулирования высокого давления для гидравлического аккумулятора высокого давления, подпружиненную иглу, управляющий клапан, электронный блок управления, датчики, согласно заявленному  
50 изобретению снабжено для каждой форсунки индивидуальным клапаном регулирования высокого давления с пьезоприводом с плавным или ступенчатым изменением напряжения, установленным между кольцевой проточкой для иглы форсунки на выходе форсунки и сливом или гидравлическим аккумулятором низкого давления и соединенным с кольцевой проточкой ограниченного объема в форсунке на ее выходе, к которой  
55 подводится топливо высокого давления на входе, выход гидравлического аккумулятора низкого давления соединен через клапан регулирования давления или обратный клапан со входом топливного насоса высокого давления, под иглой выполнена кольцевая камера выше кольцевой проточки, изолированная гидравлически от нее и соединенная

с источником высокого давления.

Предлагается новый принцип управления подачей топлива. Он дополняет и развивает известный принцип подачи топлива, реализуемый системой CR.

Новый принцип управления заключается в том, что каждый впрыск в мультивпрыске для каждой отдельной форсунки реализуется при индивидуальном давлении, которое задается с помощью независимого ИКРВД, который соединен с аналогом ГАВД меньшего объема в виде кольцевой проточки, встроенного в форсунку.

При этом каждый основной впрыск может быть задан в различных модификациях: например, впрыск с постоянным максимальным давлением для реализации максимальной мощности или впрыск с возрастающим ступенчато или плавно давлением для реализации впрыска с минимальным выбросом вредных веществ.

Появляется оперативная возможность переходить от одной формы впрыска к другой, оперативно перестраивать его в процессе изменения профиля дороги, других условий эксплуатации дизеля.

Повышается возможность при этом оптимального сжигания основной порции топлива. Индивидуальное управление каждым впрыском в каждой форсунке позволяет решить проблему точного дозирования малых объемов, что также является важным для создания экологичных и малошумных дизелей.

Устройство, реализующее способ, представлено на фиг.1-фиг.3.

На фиг.1 показана подружиненная форсунка с двухпозиционным клапаном (ДНК) для реализации предварительных впрысков (ПВ), впрысков после основного (ВПО) и для реализации основного впрыска (ОВ);

на фиг.2 показана система подачи топлива с общим гидравлическим аккумулятором для всех форсунок и индивидуальным клапаном регулирования высокого давления (ИКРВД) топлива для каждого впрыска каждой отдельной форсунки;

на фиг.3 показан индивидуальный клапан регулирования высокого давления с пьезоприводом для индивидуального управления каждым отдельным впрыском в каждой отдельной форсунке.

Устройство фиг.1 состоит из форсунки 1, отверстий для впрыска 2 топлива, иглы 3 форсунки; кольцевой проточки 4 для подвода топлива высокого давления, соединенной с одной стороны на входе с ГАВД (на фиг.1 ГАВД не показан), а с другой стороны на выходе с ИКРВД (на фиг.1 ИКРВД не показан); кольцевой камеры 5, соединенной трубопроводом с ГАВД и расположенной выше кольцевой проточки 4, при этом кольцевая камера 5 не соединена с ней гидравлически; пружины 6 для иглы 3;

надыгольной камеры 7, в которой расположена пружина 6; двухпозиционного клапана (ДПК - на фиг.1 не показан) с разгрузочным клапаном 8 (РК 8), соединенным со сливом и наполнительным клапаном 9 (НК 9), соединенным с каналом для подвода топлива от ГАВД; канала 10, соединяющего надыгольную камеру 7 и камеру ДНК и через нее канал для подвода топлива высокого давления в надыгольную камеру 7 от ГАВД при отсечках подачи топлива и для слива топлива через РК 9 при впрысках; пружины 11, взаимодействующей с якорем, механически соединенным с ДПК; первого электромагнитного привода 12 для ДНК;

устройство на фиг.2 состоит из емкости для топлива 13, топливоподкачивающего насоса 14 (ТПН 14), соединенного с емкостью и трубопроводом 15 на выходе ТПН 14 с топливным насосом высокого давления 16 (ТНВД 16); гидроаккумулятора высокого давления 17 (ГАВД 17) с датчиком давления и клапаном регулирования высокого давления 19 (КРВД 19) топлива, общего для всех форсунок; гидроаккумулятора низкого давления 20 (ГАНД 20); второго индивидуального клапана регулирования высокого

давления 21 для каждой форсунки с пьезоприводом (ИКРВД 21); трубопровода 22, который соединяет ГАВД 17 с форсунками 1 с их подыгольными напрямую и надыгольными камерами через ДПК; трубопровода 23, который соединяет кольцевую проточку камеру 4 под иглой 3 с ИКРВД 21 для каждой форсунки; трубопровода 24, который соединяет каждый ИКРВД 21 с ГАНД 20 при отводе топлива от ИКРВД 21, не поступающего в форсунку 1 при впрысках; трубопровода 25, который соединен с РК 8 и с ГАНД 20 и предназначен для отвода топлива из надыгольной камеры 7 форсунки 1 при впрыске; трубопровода 26, который соединяет ГАНД 20 и ГАВД 17; клапана регулирования давления 27 (КРД 27), который соединен трубопроводом 28 со входом ТНВД 16, выход которого соединен со входом ГАВД 17 трубопроводом 29; устройство на фиг.3 состоит из корпуса 30 для ИКРВД 21, гидроразгруженного клапана 31, подпружиненного пружиной 32 и соединенного с пьезоприводом 33 через мультипликатор перемещения 34 (МП 34); электронного блока управления 35 (ЭБУ 35), соединенного с пьезоприводом 33.

15 Работа устройства, реализующего способ.

Топливо под высоким давлением поступает из ТНВД 16 (фиг.2) в ГАВД 17 по трубопроводу 29 через датчик давления 18.

Общая для всех форсунок величина постоянного давления в ГАВД 17 устанавливается с помощью первого КРВД 19 посредством ШИМ-импульсов. Достоинством системы 20 CR с ГАВД 17 является возможность поддержания постоянства давления в ГАВД 17 в широком диапазоне частот вращения коленчатого вала с помощью КРВД 19 с ШИМ-регулятором. Вместе с тем КРВД 19 не позволяет управлять давлением топлива для отдельного впрыска и для любой форсунки. Поэтому все впрыски каждого цикла подачи топлива в одной форсунке и все впрыски во всех форсунках осуществляются с одним 25 и тем же давлением, установленным КРВД 19.

Топливо под давлением поступает от ГАВД 17 по трубопроводу 22 (фиг.2) и каналу подвода топлива высокого давления форсунки 1 (канал подвода на фиг.1 не обозначен) в надыгольную камеру 7 форсунки 1 через НК 9 при отсечке.

При реализации ПВ подается напряжение с ЭБУ 35 на электромагнитный привод 30 12. Якорь, соединенный жестко с ДПК, поднимается вверх, открывает РК 8 и закрывает НК 9, соединяет надыгольную камеру 7 через РК 8 со сливом или ГАНД 20 через трубопровод 25 (фиг.2).

Управление перемещениями иглой 1 и управления длительностью впрысков осуществляются независимо от управления давлением с помощью электропривода 12 35 через якорь, соединенный с ДПК.

Давление топлива, подаваемого под иглу 3 в отверстия 2 форсунки 1, задается во время каждой отсечки для последующего впрыска с помощью ИКРВД 21 с целью достижения к моменту каждого впрыска определенной величины. Последующее задаваемое давление для последующих впрысков может быть больше предыдущего 40 либо меньше. Рассмотрим эти случаи конкретно.

Перед реализацией ПВ в течение большой отсечки между циклами клапан ИКРВД 21 закрыт. Давление, которое подводится под иглу 3, максимальное. Это необходимо для снижения потерь топлива на управление.

Для реализации первого ПВ его нужно понизить для оптимизации процесса сгорания 45 топлива.

Для реализации ПВ с ЭБУ 35 подается определенная величина напряжения на ИКРВД 21, размещенный в корпусе 30 (фиг.3). Напряжение, подаваемое на пьезопривод, может изменяться плавно или ступенчато.



Это напряжение подается в конце большой отсечки - начале ПВ - для компенсации провала давления в начале ПВ. Пьезопровод 33 создает давление и перемещение, которое через МП 34 передается гидроразгруженному клапану 31. Клапан 31 перемещается влево, сжимает пружину 32.

5 Давление, подаваемое под иглу 3, снижается ниже максимального до требуемого при ПВ следующим образом. В кольцевую камеру 4 форсунки подается топливо постоянного высокого давления от ГАВД 17. При низких давлениях от ГАВД 17 в кольцевую камеру 5 поступает топливо под максимальным давлением. Эта кольцевая камера не соединена гидравлически с кольцевой проточкой 4, в которой формируется  
10 требуемое для любого впрыска давление топлива. Поэтому давление в кольцевой камере 5 создает дополнительную подъемную силу для иглы 3, что важно при реализации ПВ и ВПО, которые реализуются при пониженных давлениях.

При этом от кольцевой проточки 4, которая расположена ниже кольцевой камеры 5 форсунки 1, по трубопроводу 23 через клапан 31 ИКРВД 21 часть топлива поступает  
15 в трубопровод 24 и в ГАНД 20.

Кольцевая проточка 4, к которой подводится высокое давление от ГАВД 17 и от которой отводится топливо в ГАНД через трубопроводы 23 и 24 через ИКРВД 21, играет роль управляемого индивидуального ГАВД. Давление в кольцевой камере 4 снижается до требуемого для ПВ уровня. Принципиальная разница в том, что кольцевая  
20 камера 4 играет роль не общего для всех форсунок ГАВД, а индивидуального ГАВД и управляется с помощью ИКРВД 21.

Наличие кольцевой камеры 4, используемой как ИГАВД, позволяет реализовать новый принцип управления - принцип индивидуального управления давлением каждого  
25 отдельного впрыска, а именно: давлением ПВ, ОВ и ВПО в каждом оптимальном цикле подачи топлива. При этом кольцевая камера 5, в которую поступает топливо под высоким давлением, помогает реализовать высокие динамические качества для иглы 3. Особенно это сказывается при реализации и ПВ и ВПО, длительность которых мала и требуется быстрый подъем иглы при реализации впрыска.

При формировании заданного давления при ПВ с помощью ИКРВД 21 необходимо  
30 поддерживать постоянство давления от ГАВД 17. Поэтому одновременно с открытием ИКРВД 21, которое ведет к падению давления ГАВД 17, необходимо уменьшать проходное сечение КРВД 19. Но это проблематично. Ибо ШИМ-импульсы для КРВД 19 на порядок больше по длительности управляющих импульсов для ИКРВД 21. Разное быстроедействие КРВД 19 и ИКРВД 21 диктуют другую стратегию: стратегию увеличения  
35 объема ГАВД 17.

Поэтому можно взять и ГАВД 17 большего объема и ТНВД 16 большей мощности и производительности. Потому что при управлении формой ОВ неизбежно увеличение расходов на управление.

40 Роль ИГАВД может выполнять внешний конечный объем, включенный последовательно с кольцевой проточкой 4.

Из ГАНД 20 топливо поступает через КРД 27 и трубопроводу 28 на слив или в ТНВД 16.

Клапан КРД 27 устанавливает нижнюю границу давления топлива в системе  
45 топливоподачи, которая может регулироваться. Эта граница может задаваться и нерегулируемой с помощью обратного клапана. Обратный клапан вместо КРД 27 на фиг.2 не показан. Другая часть топлива поступает с заданным, требуемым для ПВ давлением из кольцевой проточки 4 в форсунку 1.

Величина этого давления зависит от величины перемещения клапана 31 влево (фиг.3).

Для ПВ выбирается величина давления за счет перемещения клапана 31 такая, что пружина 6 сжимается, а игла 3 перемещается вверх на некоторую величину.

При этом давление должно обеспечить необходимую точность дозирования, а также обеспечить оптимальное сгорание первой порции топлива, пониженную температуру сгорания и снижение шумности работы дизеля.

Сжимается пружина 6, топливо через канал 10 и открытый РК 8 уходит на слив, а НК 9 закрыт. Топливо поступает в отверстия 2 распылителя форсунки 1 под заданным давлением. Длительность ПВ определяется временем включенного состояния электромагнитного клапана 12.

В момент окончания ПВ на электромагнитный привод 12 с ЭБУ 35 напряжение не подается. Пружина 11, сжатая при ПВ, разжимается, НК 9 открывается, РК 8 закрывается.

Через НК 9 и канал 10 в надыгольную камеру 7 поступает высокое давление и давит на иглу 3 вместе с пружиной 6. Игла 3 быстро садится на седло и ПВ прекращается.

После окончания ПВ с ЭБУ 35 на пьезопривод 33 подается меньшая, чем при впрыске, величина напряжения или минимальная величина напряжения.

На клапан 31 действует меньшая сила и меньшее перемещение со стороны пьезопривода 32. Поэтому клапан 31 перемещается на большую величину вправо силой пружины 32 (фиг.3).

Проходное сечение его уменьшается, давление топлива, подаваемого под иглу 3 и в кольцевую проточку 4 становится больше, чем оно было при ПВ, вплоть до максимального.

Делается это во время отсечки сразу после ПВ с целью увеличения давления перед ОВ в виде одноступенчатого впрыска с целью экономии топлива на управление, ибо давление, которое подается на форсунку, увеличивается, уменьшается доля топлива, поступающего через ИКРВД 31 в ГАНД 20.

Одноступенчатый ОВ, например, позволяет реализовать максимальное давление во время всего ОВ и реализовать закон максимальной мощности ДВС. Двухступенчатый впрыск позволяет реализовать другие законы ОВ. Например, закон, при котором будет минимальная эмиссия вредных составляющих ОГ. При двухступенчатом впрыске или впрыске иной формы по давлению начальное давление ОВ может быть меньше конечного давления первого или второго ПВ.

Поэтому при реализации ОВ с многоступенчатой подачей топлива первая ступень происходит, как и при ПВ и ВПО только при любом начальном давлении. Топливо под давлением поступает от ГАВД 17 по трубопроводу 22 и каналу форсунки 1 для подвода высокого давления (фиг.1, фиг.2) в подыгольную кольцевую камеру 5 и кольцевую проточку 4 и надыгольную 7 камеры форсунки 1. Давление топлива, подаваемого под иглу 3 в отверстия 2 распылителя задается с помощью ИКРВД 21 во время отсечки после первого или второго ПВ, в зависимости от числа ПВ, и перед ОВ.

Для реализации первой ступеньки ОВ с ЭБУ 35 подается напряжение с ЭБУ 35 на электромагнитный привод 12. Якорь, соединенный жестко с ДПК, поднимается вверх, открывает РК 8 и закрывает НК 9, соединяет надыгольную камеру 7 через РК 8 трубопровод 25 (фиг.1-фиг.3) с ГАНД 20.

Для ОВ выбирается величина давления за счет перемещения клапана 31 такая, чтобы реализовать требуемый закон давления при впрыске. Оно может быть больше или меньше давления ПВ, но только в самом начале ОВ, а затем оно растет до максимального за счет управления давлением как минимум в две ступени.

При этом давлении пружина 6 сжимается, а игла 3 перемещается вверх на большую

величину в конце впрыска, ибо в конце ОВ топливо всегда подается под максимальным давлением. Это позволяет впрыснуть при большем давлении большую порцию топлива на первой ступеньке двухступенчатого ОВ. Сжимается пружина 6, топливо через канал 10 и через открытый РК 8 уходит на слив или в ГАНД 20 при закрытом НК 9.

5 Топливо поступает в отверстия 2 распылителя форсунки 1 под заданным во время отсечки давлением, более высоким, чем при ПВ.

Для реализации первой ступеньки ОВ с ЭБУ 35 подается определенная величина напряжения на ИКРВД 21, меньшая, чем для ПВ и ВПО (фиг.3). Напряжение, подаваемое ИКРВД 21, может изменяться плавно или ступенчато. Пьезопривод 33 создает меньшее  
10 давление и перемещение вместе с МП 34, которое через МП 34 передается гидроразгруженному клапану 31. Клапан 31 перемещается вправо, под воздействием пружины 32.

В кольцевую камеру 5 форсунки подается топливо высокого давления от ГАВД 17 для улучшения динамики подъема иглы 3. При этом от кольцевой проточки 4 форсунки  
15 1 по трубопроводу 23 через клапан 31 часть топлива поступает в трубопровод 24 и в ГАНД 20.

Кольцевая проточка 4, к которой подводится высокое давление от ГАВД 17 и от которой отводится топливо в ГАНД 20 через трубопроводы 23 и 24 через ИКРВД 21, играет роль управляемого ГАВД. Принципиальная разница в том, что кольцевая  
20 проточка 4 играет роль не общего для всех форсунок ГАВД, играет роль индивидуального ГАВД, управляемого ИКРВД 31.

Наличие кольцевой проточки 4, используемой как ГАВД, позволяет реализовать новый принцип управления.

Из ГАНД 20 топливо поступает через КРД 27 и по трубопроводу 28 на слив или в  
25 ТНВД 16. Клапан КРД 27 устанавливает нижнюю границу давления топлива в системе топливоподачи, которая может регулироваться. Эта граница может задаваться и нерегулируемой с помощью обратного клапана. Обратный клапан вместо КРД 27 на фиг.2 не показан.

Другая часть топлива поступает под давлением в форсунку 1. Топливо из кольцевой  
30 проточки 4 форсунки 1 при впрыске поступает через канал форсунки 1 для отвода топлива по трубопроводу 25 в ГАНД 20.

Величина этого давления зависит от величины перемещения клапана 31 вправо. Для первой ступени ОВ выбирается требуемая начальная величина давления за счет перемещения клапана 31. Топливо поступает в отверстия 2 распылителя форсунки 1  
35 под заданным для первой ступеньки ОВ давлением.

После окончания первой ступеньки ОВ во время протекания ОВ с ЭБУ 35 на пьезопривод 33 с МП 34 подается минимальное напряжение.

Клапан 31 перемещается вправо под действием пружины 32 на максимальную величину вправо и перекрывает полностью проходное сечение клапана 31. Проходное  
40 сечение его уменьшается до нуля, увеличивается давление топлива, подаваемого под иглу 3, до максимального.

В кольцевую проточку 4 форсунки подается топливо высокого давления от ГАВД 17. При этом от кольцевой проточки 4 форсунки 1 по трубопроводу 23 через клапан 31 часть топлива не поступает в трубопровод 24 и в ГАНД 20. Вторая часть  
45 двухступенчатого впрыска проходит при максимальном давлении, которое развивает ГАВД 17. По крайней мере, во второй половине ОВ. Аналогично за счет управления ИКРВД 21 выполняется многоступенчатый впрыск.

При максимальном давлении пружина 6 сжимается на максимально возможную

величину и игла 3 поднимается на максимально возможную величину. Правильно подобранные начальные давления первой ступени ОВ, правильно выбранное время переключения ИКРВД 21 на максимальное давление обеспечивают оптимальные переходные процессы изменения давления во времени для ОВ или изменения количества

5 впрыскиваемого топлива для ОВ во времени, реализуют желаемый ОВ.

Объем впрыскиваемого топлива также максимален во время реализации второй ступеньки ОВ. Во время двухступенчатого или многоступенчатого впрыска на электромагнитный привод 12 подается постоянное напряжение. Двухступенчатый впрыск или впрыск иной формы реализуется за счет независимого управления давлением

10 с помощью ИКРВД 21 при постоянном давлении гидравлического аккумулятора высокого давления. В силу того что для изменения формы ОВ для различных режимов требуется изменять давление во время ОВ, расход топлива на управление возрастает. Причина в том, что растет расход топлива, проходящего через клапан 31 ИКРВД 21 при установке соответствующего давления, помимо топлива, которое проходит через

15 КРВД 19. Для эффективной реализации ТПС, реализующей новый принцип управления, необходимо выбрать больший объем ГАВД 17 и ТНВД 16 большей производительности.

Пружины 11 и 6 сжаты, игла находится сначала в промежуточном положении для первой ступеньки впрыска, а затем в верхнем крайнем положении для второй ступеньки

20 впрыска. Для реализации двухступенчатого впрыска может быть выбрана пружина 6 из двух частей с большей и меньшей жесткостью (на фиг.1 такая пружина не показана).

Если реализуется одноступенчатый ОВ для реализации режима максимальной мощности ДВС, то на при реализации ОВ с ЭБУ 35 на пьезопривод 33 с МП 34 подается минимальное напряжение в начале отсечки после последнего ПВ. Клапан 31 перемещается под действием пружины 32 на максимальную величину вправо и

25 перекрывает полностью проходное сечение клапана 31. В кольцевую проточку 4 форсунки подается топливо высокого давления от ГАВД 17. При этом от кольцевой проточки 4 форсунки 1 по трубопроводу 23 через клапан 31 топливо не поступает в трубопровод 24 и в ГАНД 20.

Проходное сечение его уменьшается до нуля, увеличивается давление топлива, подаваемого под иглу 3 до максимального, как во время второй ступеньки ОВ. И это

30 давление устанавливается на все время ОВ при полностью закрытом ИКРВД 21. При отсечке с ЭБУ 35 не подается напряжение на электромагнитный клапан 12. Пружина 11 перемещает якорь и соединенный с ним механически двухпозиционный клапан вниз. Открывается НК 9 и закрывается РК 8. Под действием топлива высокого давления и

35 пружины 6 игла 3 быстро становится на седло. Происходит отсечка топлива и ОВ заканчивается.

ИКРВД 31 при этом открывается в начале отсечки после ОВ. На ИКРВД 21 подается максимальное положительное напряжение с ЭБУ 35. Пьезопривод 33 через МП 34 создает давление и перемещение клапана 31. Последний перемещается влево (фиг.3),

40 сжимает пружину 32. Проходное сечение клапана 31 увеличивается до максимального. Давление в кольцевой проточке 4 падает до минимального. Это позволяет быстро и надежно посадить иглу 3 на седло при отсечке после ОВ.

ОВ может быть реализован многоступенчатым не только в начале его, но и в конце за счет создания соответствующего давления в каждой ступеньке с помощью ИКРВД

45 21. Точно также как в случае, когда давление растет от ступеньки к ступеньке в начале ОВ до максимального за счет управления давлением с помощью ИКРВД 21, в конце ОВ давление также ступенчато изменяется, но от максимального к минимальному.

В итоге может быть реализован впрыск, по форме близкий к трапецеидальному,

соответствующий экономичному режиму подачи топлива, или впрыск экологичный с резким уменьшением давления в конце ОВ, как при одноступенчатом впрыске.

Первый ВПО реализуется при максимальном давлении при постоянном давлении ГАВД 17. Поэтому проходное сечение клапана 31 остается закрытым после одноступенчатого ОВ, который заканчивается при максимальном давлении и первый ВПО происходит при максимальном давлении. В кольцевую проточку 4 форсунки подается топливо высокого давления от ГАВД 17.

При этом от кольцевой проточки 4 форсунки 1 по трубопроводу 23 через клапан 31 топливо не поступает в трубопровод 24 и в ГАНД 20. Давление в кольцевой проточке 4 сохраняется максимальным для реализации первого ВПО.

Длительность первого ВПО устанавливается за счет управления электромагнитным приводом 12, который работает независимо от работы ИКРВД 31.

Для этого во время отсечки после ОВ на электромагнит 12 подается напряжение с ЭБУ 35. Электромагнит 12 перемещает вверх якорь вместе ДПК и сжимает пружину 11.

Открывается РК 8, закрывается НК 9. Игла 3 под действием максимального давления поднимается вверх ее подъему способствует то, что в кольцевую камеру 5, которая гидравлически изолирована от кольцевой проточки 4, подается также максимальное давление, которое воздействует на дополнительную дифференциальную площадку под иглой 3, создает дополнительное усилие. Под действием давления под иглой 3 под второй ее дифференциальной площадкой игла 3 быстро перемещается в верхнее положение. Через РК8 происходит слив топлива из камеры 7 через канал 10 и подача топлива под иглу 3 от кольцевой проточки 4, соединенной на входе с ГАВД 17. Происходит первый ВПО. После его окончания напряжение с ЭБУ 35 не подается на электромагнит 12. Пружина 11 разжимается и перемещает якорь с ДНК вниз. Открывается НК 9 и закрывается РК 8.

Игла 3 перемещается вниз под действием пружины 6 и высокого давления топлива, которое поступает в камеру 7 над иглой 3 через канал 10. Происходит отсечка после первого ВПО.

После первого ВПО реализуется второй ВПО аналогично реализации ПВ, но со своим заданным давлением. Но это давление задается в конце отсечки после первого ВПО или в самом начале второго ВПО. Это делается с целью экономии топлива на управление.

В конце отсечки после первого ВПО для реализации второго ВПО с ЭБУ 35 подается определенная величина напряжения на ИКРВД 21, размещенный в корпусе 30 (фиг.3)

Пьезопровод 33 создает давление и перемещение, которое через МП 34 передается гидроразгруженному клапану 31. Клапан 31 перемещается влево, сжимает пружину 32. В кольцевую проточку 4 форсунки подается топливо высокого давления от ГАВД 17.

При этом от кольцевой проточки 4 форсунки 1 по трубопроводу 23 через клапан 31 часть топлива поступает в трубопровод 24 и в ГАНД 20.

Из ГАНД 20 топливо поступает через КРД 27 и трубопроводу 28 на слив или в ГАНД 20 и через него в ТНВД 16.

Клапан КРД 27 устанавливает нижнюю границу давления топлива в системе топливоподачи, которая может регулироваться. Эта граница может задаваться и нерегулируемой с помощью обратного клапана. Обратный клапан вместо КРД 27 на фиг.2 не показан.

Другая часть топлива поступает под максимальным давлением из кольцевой камеры 5 через кольцевую проточку 4 в отверстия 2 форсунки 1.

Величина этого давления зависит от величины перемещения клапана 31 влево, от площади проходного сечения клапана 31. Эта величина давления меньше максимального, развиваемого ГАВД 17.

Для второго ВПО выбирается величина давления за счет перемещения клапана 31 такая, что пружина 6 сжимается, а игла 3 перемещается вверх. Для того чтобы игла 3 уверенно перемещалась вверх при более низких давлениях впрыска, подается топливо под максимальным давлением в кольцевую камеру 5 под дополнительную дифференциальную площадку иглы 3. Сжимается пружина 6, топливо через канал 10 и открытый РК 8 уходит на слив, а НК 9 закрыт. Топливо поступает в отверстия 2 распылителя форсунки 1 под заданным для второго ВПО давлением.

В момент окончания второго ВПО на электромагнитный привод 12 с ЭБУ 35 напряжение не подается. Пружина 11, сжатая при впрыске, разжимается, якорь с ДНК перемещается вниз. НК 9 открывается, РК8 закрывается. Через канал 10 в надыгольную камеру 7 поступает высокое давление и давит на иглу 3 вместе с пружиной 6. Игла 3 быстро садится на седло и второй ВПО прекращается.

Большая отсечка длится до начала нового цикла подачи топлива, который, как и все циклы, начинается с ПВ. В момент окончания ВПО с ЭБУ 35 на пьезопривод 33 подается минимальное напряжение.

Клапан 31 перемещается вправо под действием пружины 32 на максимальную величину вправо и перекрывает полностью проходное сечение клапана 31.

Проходное сечение его уменьшается до нуля, увеличивается давление топлива, подаваемого под иглу 3 из кольцевой проточки 4 до максимального. При этом на слив топливо через ИКРВД 21 не поступает вплоть до начала нового оптимального цикла подачи топлива.

Это позволяет минимизировать расход топлива на управление от ГАВД 17, поскольку закрыт при большой отсечке между циклами ИКРВД 21 и слив через него не происходит.

Предлагаемое устройство реализует все операции способа.

#### Формула изобретения

1. Способ управления подачей топлива, заключающийся в том, что создают давление топлива отдельно независимо от впрыска с помощью отдельного топливного насоса высокого давления, подают топливо в гидравлический аккумулятор высокого давления, устанавливают в нем определенный уровень давления с помощью клапана регулирования высокого давления, общего для гидравлического аккумулятора, подают топливо к каждой форсунке под установленным для всех форсунок давлением от общего гидравлического аккумулятора высокого давления, подают топливо под иглу и камеру над иглой, топливо из камеры над иглой направляют на слив через канал, который открывают управляющим клапаном форсунки с пьезоприводом при впрыске, за счет разности давлений над и под иглой осуществляют подъем иглы и впрыск топлива, закрывают управляющий клапан, подают топливо под высоким давлением в камеру над иглой и под иглу, перемещают иглу на седло как за счет пружины, так и за счет высокого давления, подаваемого на иглу сверху, отличающийся тем, что осуществляют как минимум один предварительный впрыск, один основной впрыск с требуемой по условиям эксплуатации формой впрыска, как минимум один впрыск после основного, при этом управляют перемещением иглы при впрыске и отсечке и регулируют длительность каждого впрыска первым управляющим клапаном с электромагнитным приводом или пьезоприводом, индивидуальный уровень давления, подаваемого в каждую отдельную форсунку перед каждым последующим впрыском, устанавливают

независимо от управления перемещением иглой во время предыдущей отсечки или во время протекания каждого из впрысков с помощью второго индивидуального для каждой форсунки клапана регулирования высокого давления с пьезоприводом, установленного между кольцевой проточкой высокого давления для иглы форсунки, к которой подводится топливо высокого давления, и сливом или гидравлическим аккумулятором низкого давления, при реализации предварительного впрыска при постоянном давлении гидравлического аккумулятора высокого давления изменяют давление от максимального при большой отсечке между последним впрыском после основного и предварительным впрыском последующего цикла в конце этой отсечки или в начале первого предварительного впрыска до требуемого при предварительном впрыске, последующий после первого предварительный впрыск проводят при том же давлении или изменяют его во время отсечки после первого предварительного впрыска, при реализации основного впрыска при постоянном давлении гидравлического аккумулятора высокого давления увеличивают давление от предыдущего при последнем предварительном впрыске до максимального при реализации одноступенчатого основного впрыска для реализации режима максимальной мощности в начале отсечки после последнего предварительного впрыска и одноступенчатом основном впрыске или устанавливают требуемое давление в конце последней отсечки после второго или последнего предварительного впрыска и в начале основного впрыска при реализации основного впрыска с заданной двухступенчатой или многоступенчатой формой при постоянном давлении гидравлического аккумулятора высокого давления, которое изменяют в течение основного впрыска до максимального в конце основного впрыска с помощью второго независимого пьезопривода при реализации экологичного режима при основном впрыске, при реализации основного впрыска для экономичного режима осуществляют при постоянном давлении гидравлического аккумулятора высокого давления двухступенчатый или многоступенчатый основной впрыск, как в его первой половине со ступенчатым повышением давления до максимального, так и во второй его половине осуществляют двухступенчатый или многоступенчатый впрыск от максимального давления до минимального в конце его с помощью второго независимого пьезопривода, давление для впрыска первого после основного впрыска при постоянном давлении гидравлического аккумулятора высокого давления с помощью второго независимого пьезопривода устанавливают максимальным в начале впрыска после основного, второй впрыск после основного осуществляют с тем же давлением или изменяют его во время отсечки после первого впрыска после основного впрыска с помощью второго независимого пьезопривода, после второго впрыска после основного во время большой отсечки между циклами подачи топлива в начале большой отсечки между циклами подачи топлива устанавливают максимальное давление топлива до начала нового цикла подачи топлива впрыска с помощью второго независимого пьезопривода, подводят при каждой отсечке топливо под высоким давлением в кольцевую камеру под иглой форсунки, гидравлически изолированную от кольцевой проточки для иглы.

2. Устройство управления подачей топлива, включающее топливный насос высокого давления, гидроаккумулятор высокого давления, соединенные гидравлически, клапан регулирования высокого давления для гидравлического аккумулятора высокого давления, форсунки с подпружиненными иглами и управляющими клапанами, электронный блок управления, датчики, отличающееся тем, что устройство снабжено для каждой форсунки индивидуальным клапаном регулирования высокого давления с пьезоприводом с плавным или ступенчатым изменением напряжения, установленным

между кольцевой проточкой для иглы форсунки на выходе форсунки и сливом или гидравлическим аккумулятором низкого давления и соединенным с кольцевой проточкой ограниченного объема в форсунке на ее выходе, к которой подводится топливо высокого давления на входе, выход гидравлического аккумулятора низкого давления соединен  
5 через клапан регулирования давления или обратный клапан со входом топливного насоса высокого давления, под иглой выполнена кольцевая камера выше кольцевой проточки, изолированная гидравлически от нее и соединенная с источником высокого давления.

10

15

20

25

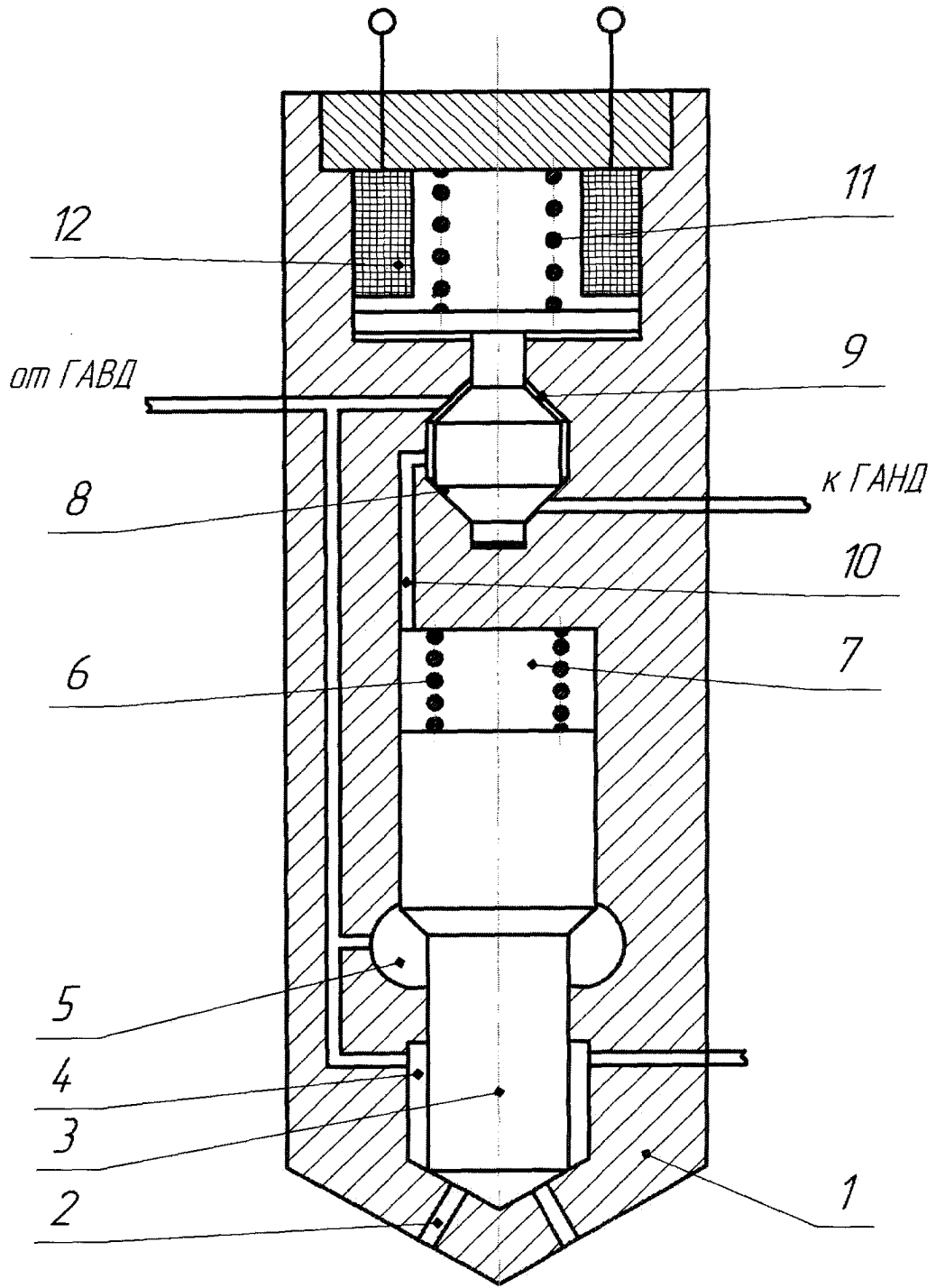
30

35

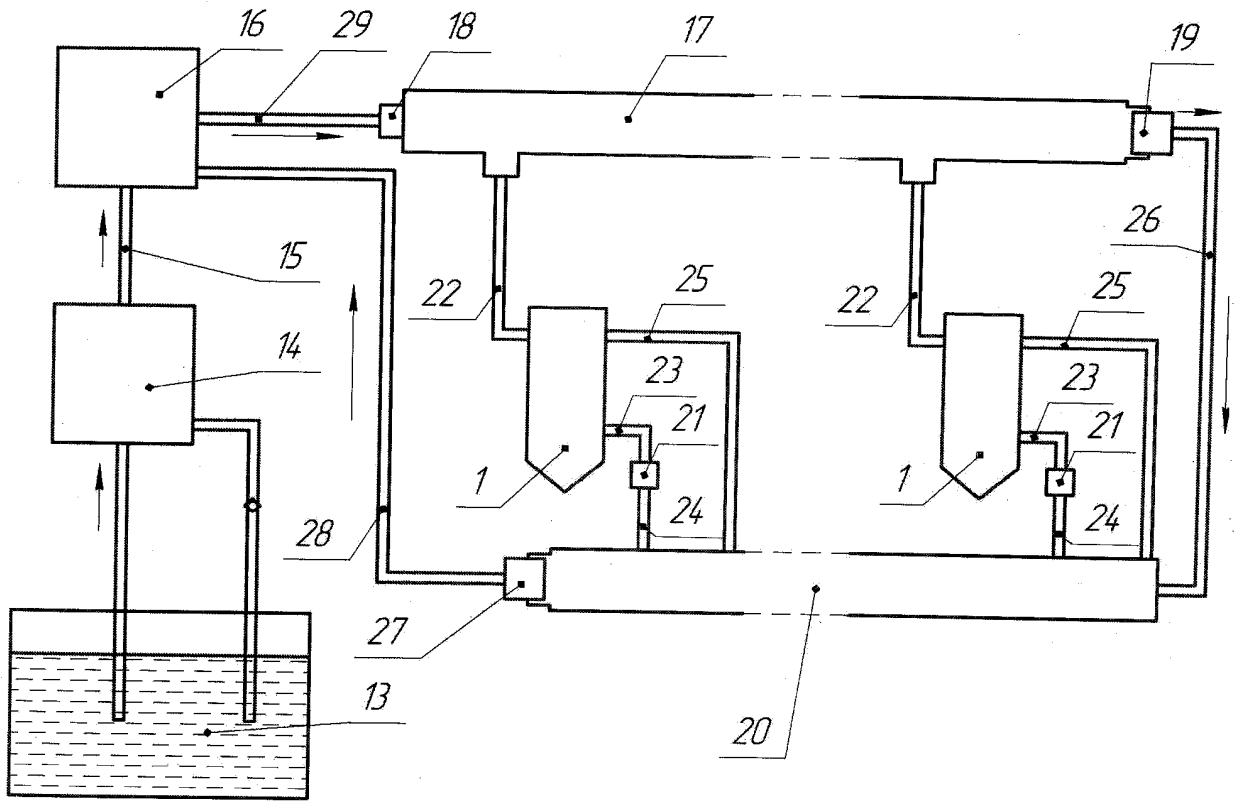
40

45

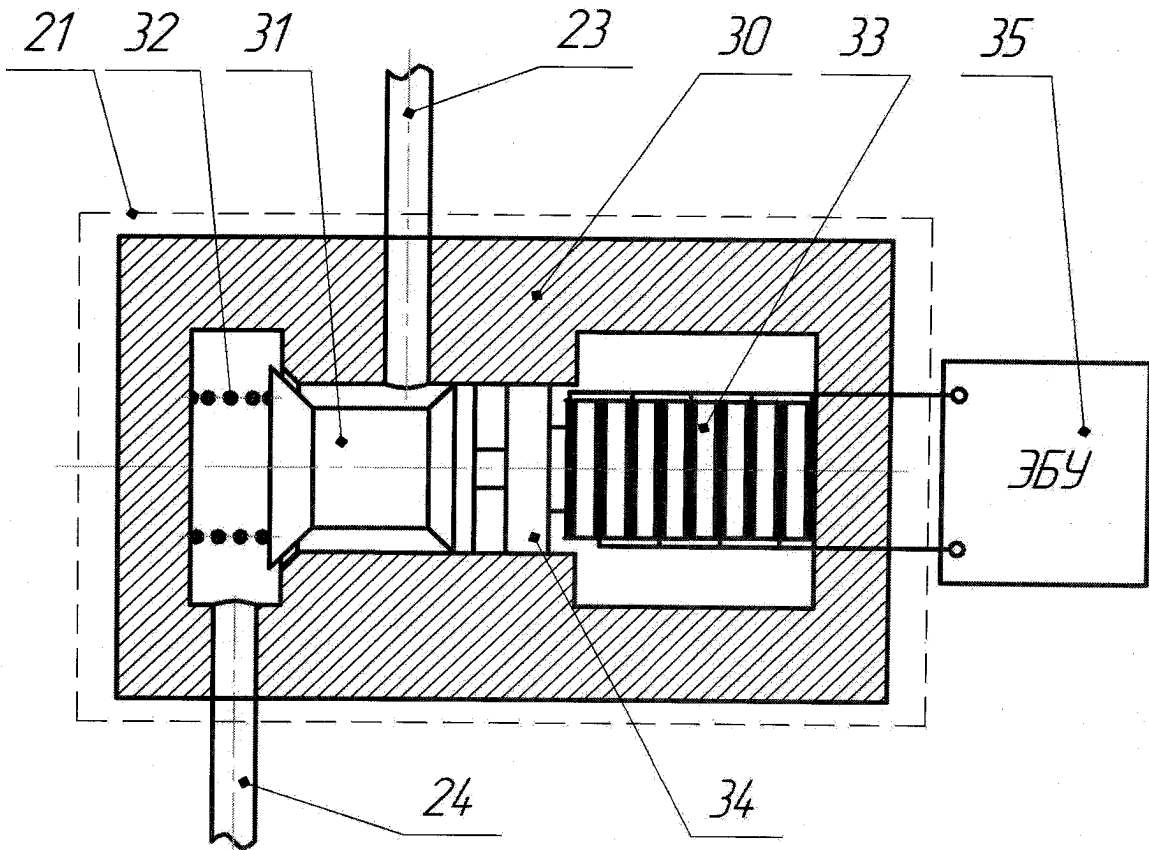




Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3