

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **201891733** (13) **A2**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**(43) Дата публикации заявки  
2020.05.31(51) Int. Cl. *F02M 37/22* (2019.01)(22) Дата подачи заявки  
2018.08.29(54) **ПОДОГРЕВАТЕЛЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ТОПЛИВНОГО ФИЛЬТРА  
ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**(31) **u20170292**

(72) Изобретатель:

(32) **2018.08.29****Рабко Андрей Евгеньевич,**(33) **BY****Козловский Игорь Леонидович,**

(71) Заявитель:

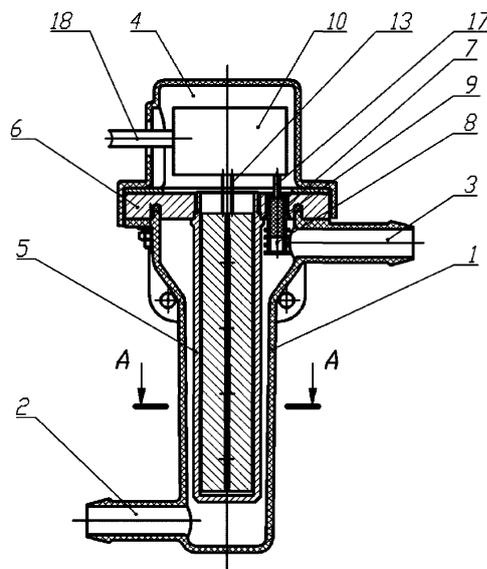
**Козырко Василий Алексеевич (BY)**

**ОБЩЕСТВО С  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
"ЕВРОЛИНИЯ" (BY)**

(74) Представитель:

**Гончаров В.В. (BY)**

(57) Подогреватель дизельного топлива относится к устройствам улучшения запуска и повышения надежности работы дизельного двигателя за счет уменьшения вязкости дизельного топлива при его подогреве в зимнее время. Заявляемое устройство включает датчик температуры топлива с электронным блоком управления и вертикальный стаканообразный корпус (1) подогревателя, содержащий входной (2) патрубок и выходной (3) патрубок подогревателя, с которым связан входной патрубок топливного фильтра, а также крышку (4) и установленный вдоль оси корпуса электрический нагревательный элемент в виде стержня (5) с крепежным фланцем (6), расположенным со стороны соединения корпуса (1) подогревателя и крышки (4), отличия которого согласно изобретению заключаются в том, что подогреватель выполнен с возможностью расположения корпуса (1) подогревателя перед корпусом топливного фильтра с ориентацией выходного патрубка (3) подогревателя соосно входному патрубку топливного фильтра, причём внутренняя поверхность корпуса подогревателя выполнена в виде усечённого конуса с расширением в сторону фланца, а фланец (6) выполнен из теплопроводного материала, при этом выходной патрубок (3) подогревателя расположен напротив фланца, на котором, напротив патрубка, на термоизоляционной прослойке установлен датчик (7) температуры, а электронный блок управления (10) расположен внутри крышки.

**A2****201891733****201891733****A2**

Подогреватель дизельного топлива для топливного фильтра двигателя  
внутреннего сгорания

Подогреватель дизельного топлива для топливного фильтра двигателя внутреннего сгорания относится к устройствам улучшения запуска и повышения надежности работы дизельного двигателя за счет уменьшения вязкости дизельного топлива при его подогреве в зимнее время, когда в результате повышения вязкости, а также выпадения кристаллов парафина и водного конденсата в охлажденном топливе ухудшается его текучесть и наблюдается закупорка топливных фильтров тонкой и грубой очистки.

Известно устройство для улучшения запуска дизельного двигателя, содержащее проточный нагреватель топлива с рабочей теплообменной камерой, предпусковой нагреватель с нагревательным элементом для фильтра тонкой очистки, а также электронный блок управления с датчиком температуры [1]. При этом проточный нагреватель топлива включен в систему подачи топлива перед фильтром тонкой очистки и выполнен трехкамерным, нагнетательная и выводная камеры из которых снабжены радиаторами в форме однонаправленных спиралей Архимеда, а промежуточная камера снабжена полупроводниковым позисторным нагревательным элементом, предпусковой нагреватель для фильтра выполнен в виде разрезного хомута с возможностью изменения своего диаметра и размещен коаксиально на фильтре тонкой очистки топлива, а электронный блок управления с датчиком температуры вынесен из зоны нагрева и может быть установлен под капотом или в салоне.

Недостатком известного устройства является сложность исполнения, монтажа и подключения из-за отдельной установки нагревателей и блока управления, низкая эффективность и надежность подогрева ввиду отсутствия прямого контроля температуры топлива перед фильтром, невозможность применения предпускового нагревателя для фильтров с нецилиндрическим корпусом, или с корпусом, выполненным из пластмассы.

Известен фильтр дизельного топлива для двигателей внутреннего сгорания, включающий внешний корпус в форме стакана и преимущественно закрытую

верхнюю крышку, имеющую входной и выходной топливные патрубки, фильтрующий элемент, установленный герметично внутри корпуса и делящий внутренний объем на две различные камеры, одна из которых сообщается с входным топливным патрубком и служит для приема исходного нефilterованного топлива, а другая служит для приема filterованного топлива и сообщается с выходным топливным патрубком. Подогреватель топлива установлен с внешней стороны корпуса через специальное установочное отверстие внутрь фильтрующего элемента снизу в зоне подачи нефilterованного топлива и включает позисторные нагревательные элементы, а также встроенные в подогреватель датчик температуры топлива и электронную плату управления нагревом [2].

Недостатком известного устройства является отсутствие возможности его массового применения для топливных filterов других конструкций, так как необходимо наличие в корпусе filterа соответствующих установочного отверстия для подогревателя и формы фильтрующего элемента, низкая эффективность и надежность подогрева из-за неконтролируемого влияния разогретой поверхности нагревательных элементов на показания встроенного в подогреватель датчика температуры.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому и принятый в качестве прототипа является подогреватель дизельного топлива для топливного filterа двигателя внутреннего сгорания, включающий датчик температуры топлива с электронным блоком управления и вертикальный стаканообразный корпус с входным и выходным патрубками, крышку и установленный вдоль его оси электрический нагревательный элемент в виде стержня с крепежным фланцем, расположенном в месте соединения корпуса и крышки [3].

Недостатком известного устройства является отсутствие возможности его массового применения для топливных filterов других конструкций из-за необходимости иметь в filterе соответствующее установочное отверстие для подогревателя, низкая эффективность и надежность подогрева из-за невозможности точного измерения температуры топлива, поступающего в filter, так как отсутствует прямой контакт датчика температуры с поступающим в filter топливом и наблюдается существенное неконтролируемое влияние

разогретой поверхности нагревательного элемента на показания датчика температуры.

В основу изобретения положена задача: обеспечение массового универсального применения подогревателя для фильтров различной конструкции, в том числе, и с корпусом, выполненным из пластмассы, при установке подогревателя снаружи топливного фильтра за счёт достижения следующих технических целей:

- обеспечение режимов подогрева топлива в фильтре при отсутствии принудительного протока топлива через подогреватель и фильтр, когда двигатель выключен, и при протоке топлива, когда двигатель включен;

- повышение эффективности подогрева топливного фильтра за счет улучшения нагрева топлива в подогревателе, организации подачи разогретого топлива в фильтр, саморегулирования мощности нагрева топлива в подогревателе, более точного определения температуры топлива, поступающего в топливный фильтр и на этой основе точной реализации алгоритмов автоматического управления нагревом.

Достижение указанных технических целей обеспечивается посредством предлагаемого подогревателя дизельного топлива для топливного фильтра двигателя внутреннего сгорания, включающего датчик температуры топлива с электронным блоком управления и вертикальный стаканообразный корпус подогревателя, содержащий входной патрубок и выходной патрубок подогревателя, с которым связан входной патрубок топливного фильтра, а также крышку и установленный вдоль оси корпуса электрический нагревательный элемент в виде стержня с крепежным фланцем, расположенным со стороны соединения корпуса подогревателя и крышки, *отличия* которого согласно изобретению заключаются в том, подогреватель выполнен с возможностью расположения корпуса подогревателя перед корпусом топливного фильтра с ориентацией выходного патрубка подогревателя соосно входному патрубку топливного фильтра, причём внутренняя поверхность корпуса подогревателя выполнена в виде усечённого конуса с расширением в сторону фланца, а фланец выполнен из теплопроводного материала, при этом выходной патрубок подогревателя расположен напротив фланца, на котором, напротив патрубка, на

термоизоляционной прослойке установлен датчик температуры, а электронный блок управления расположен внутри крышки.

Достижение указанных технических целей обеспечивается также наличием следующих существенных отличительных признаков:

- стержень нагревательного элемента выполнен в виде цилиндра;
- длина стержня нагревательного элемента составляет не менее двух внутренних диаметров корпуса в самой узкой его части;
- внутренние диаметры входного и выходного патрубков подогревателя равны и соответствуют значению не менее размера внутреннего диаметра входного патрубка топливного фильтра;
- минимальная площадь сечения зазора между внутренней поверхностью корпуса подогревателя и наружной поверхностью стержня нагревательного элемента составляет не менее двух площадей внутреннего сечения выходного патрубка подогревателя;
- конусность внутренней поверхности корпуса подогревателя на уровне  $2/3$  его высоты от нижнего основания составляет  $1,5-3,0^\circ$ , а на оставшейся высоте - не менее  $60^\circ$ ;
- отношение максимального внутреннего диаметра корпуса подогревателя в зоне соединения с фланцем к наружному диаметру стержня нагревательного элемента составляет не менее двух;
- толщина фланца составляет не менее 6 мм;
- фланец выполнен из материала с теплопроводностью не менее  $180 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ;
- стержень нагревательного элемента помещён в защитный кожух и включает, по меньшей мере, два последовательно установленных с зазором друг относительно друга полупроводниковых нагревателя с металлическими радиаторами и изолятором из теплопроводящего эластичного электроизоляционного материала, расположенным между радиаторами и наружным кожухом стержня нагревательного элемента;
- толщина слоя изолятора не превышает 0,5 - 1,0 мм;
- изолятор выполнен из материала с теплопроводностью не менее  $1,4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ;

- изолятор выполнен из материала на основе теплопроводящего эластичного заливочного компаунда, содержащего термостойкий силиконовый каучук и твердые микрочастицы теплопроводящей керамики, преимущественно, нитрида алюминия;

- твердые микрочастицы по массе составляют от 70 до 75% от массы компаунда;

- твердые микрочастицы по их фракционному составу содержат фракции 5-10 мкм в количестве от 50 до 70% и фракции 40-70 мкм в количестве от 50 до 30% от массы твердых микрочастиц материала компаунда;

- наружная поверхность кожуха стержня нагревательного элемента выполнена с сечением в виде окружности, или продольных выступов и впадин, преимущественно, прямоугольной или круглой формы;

- толщина стенки кожуха  $\delta_1$ , мм, высота выступов,  $h_1$ , мм, их ширина  $b_1$ , мм, и ширина впадин  $b_2$ , мм, определяются зависимостью:

$$\delta_1/h_1/b_1/b_2=(0,4\div 1,0) / (1,5\div 2,5) / (1,5\div 2,0) / (1,2\div 1,8).$$

Устройство поясняется следующими чертежами, на которых приведены:

фиг.1 – схематическое изображение общего вида конструкции подогревателя, продольный разрез;

фиг.2 – схематическое изображение общего вида конструкции подогревателя, вид сверху;

фиг.3 – поперечное сечение подогревателя с сечением кожуха в виде кольца;

фиг.4 – поперечное сечение подогревателя с сечением кожуха в виде зубчатого кольца;

фиг.5 – схема предпочтительного варианта подключения подогревателя к топливному фильтру и бортовой сети автомобиля.

Подогреватель дизельного топлива для топливного фильтра (фиг.1, 2) включает вертикальный стаканообразный корпус 1 с входным 2 и выходным 3 топливными патрубками, крышку 4 и установленный внутри корпуса 1, вдоль его оси, электрический нагревательный элемент в виде цилиндрического стержня 5 с крепежным фланцем 6, установленным со стороны соединения корпуса 1 и крышки 4. На фланце 6 установлен датчик 7 температуры топлива с

чувствительным измерительным элементом 8 и тепловой изоляцией 9. Электронный блок управления 10 расположен над фланцем 6 внутри крышки 4.

Цилиндрический стержень 5 нагревательного элемента (см. фиг.3 и фиг.4) включает полупроводниковые нагреватели с положительным температурным коэффициентом (позисторы) 11 прямоугольной или круглой формы, расположенные между металлическими радиаторами 12 с токоподводящими контактами 13, а также изолятор 14 из теплопроводящего эластичного электроизоляционного материала, расположенный между радиаторами 12 и наружным кожухом 15 цилиндрического стержня 5 нагревательного элемента. Наружная поверхность кожуха 15 выполнена с сечением в виде кольца (см. фиг.3) или с сечением в виде зубчатого кольца (с наличием продольных выступов и впадин, преимущественно, прямоугольного или круглого сечения), (см. фиг.4).

Корпус 1, крышка 4 и нагревательный элемент скреплены по фланцу 6 винтовыми соединениями 16. Электронный блок управления 10 связан токоподводящими контактами 13 с металлическими радиаторами 12 и позисторами 11 стержня 5 нагревательного элемента, электрическим кабелем 17 с датчиком 7 температуры топлива, электрическим кабелем 18 с бортовой электрической сетью автомобиля (на рисунках не показан).

Подогреватель устанавливается в разрез топливопровода перед топливным фильтром (по направлению подачи топлива в фильтр) таким образом, что топливо поступает сначала во входной патрубок 2 вертикально расположенного подогревателя, а из выходного патрубка 3 подогревателя сразу подается во входной патрубок 19 топливного фильтра 20 (см. фиг.5). Нижнее расположение входного патрубка 19 топливного фильтра является более предпочтительным, чем верхнее для эффективного подогрева при отсутствии принудительного протока топлива через подогреватель и фильтр, когда двигатель выключен.

Разъем электрического кабеля 18 присоединяется к ответному разъему бортовой электрической сети автомобиля, индикатор-светодиод HL1 устанавливается в кабине в зоне видимости водителя (на рисунках не показан).

Подогреватель работает по следующему запрограммированному циклу.

При включении панели приборов автомобиля поворотом ключа замка зажигания в положение I включается электронный блок управления 10, который с помощью датчика 7 определяет начальную температуру топлива перед фильтром на момент пуска двигателя в работу. Одновременно электронный блок управления 10 в течение первых 5 - 10 секунд, пока включены свечи накала двигателя, тестирует работоспособность всех своих устройств, о чем свидетельствует мигание светодиода HL1.

По окончании теста автоматически включается режим предпускового подогрева, если температура топлива ниже плюс 5 - 10°C. Включение подогрева сопровождается постоянным свечением светодиода HL1. Подогрев длится от 5 до 30 минут в зависимости от начальной температуры топлива перед фильтром. Топливо и топливный фильтр в каждом случае нагреваются по рассчитанному электронным блоком управления 10 временному алгоритму, гарантирующему нагрев дизельного топлива в фильтре до температуры, соответствующей восстановлению его вязкотекучих свойств и фильтруемости. При окончании предпускового подогрева гаснет светодиод HL1 и возможно осуществлять запуск двигателя.

За время предпускового подогрева свечи накаливания двигателя остывают. Поэтому для запуска двигателя необходимо сначала повернуть ключ в замке зажигания в положение "Выкл.", а затем опять в I-е положение и после срабатывания свечей накала запустить двигатель.

Когда двигатель включен, подогреватель работает в режиме маршевого подогрева при протоке топлива через подогреватель и фильтр. Электронный блок управления 10 постоянно контролирует температуру топлива, поступающего из подогревателя в фильтр, и автоматически включает подогрев, если температура топлива становится ниже плюс 5 - 10 °C, при температуре топлива выше плюс 5 - 10 °C подогрев отключается. Включение подогрева сопровождается свечением светодиода HL1 на приборной панели.

Между существенными признаками изобретения и техническим результатом имеется следующая причинно-следственная связь.

В режиме предпускового подогрева при отсутствии принудительного протока топлива через подогреватель и фильтр, когда двигатель выключен,

расположение подогревателя снаружи, перед корпусом топливного фильтра, а выходного патрубка подогревателя - соосно входному патрубку топливного фильтра, выполнение внутренней поверхности корпуса подогревателя конусной с расширением в сторону фланца нагревательного элемента и выходного топливного патрубка, выполнение фланца из теплопроводящего материала, а также расположение выходного топливного патрубка напротив фланца, позволяют осуществить эффективный подогрев топлива в фильтре за счет улучшения нагрева топлива в подогревателе и последующей подачи разогретого топлива в фильтр следующим образом.

Электронный блок управления 10 задает режим нагрева и поддержания температуры топлива в подогревателе на уровне предельного верхнего значения плюс 60 - 90°C и подает электропитание на позисторные нагреватели 11 стержня 5 нагревательного элемента с помощью токопроводящих контактов 13. Тепло от нагревателей 11 посредством радиаторов 12 и изолятора 14 из теплопроводящего эластичного электроизоляционного материала передается кожуху 15 цилиндрического стержня 5, который непосредственно контактирует с топливом и нагревает его. Так как толщина слоя топлива в зазоре между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью цилиндрического стержня 5 (по наружной поверхности кожуха 15) на уровне  $2/3$  высоты корпуса от его основания значительно меньше толщины слоя топлива в зазоре на уровне верхней  $1/3$  части корпуса, то топливо в зазоре на уровне  $2/3$  высоты корпуса от его основания будет нагреваться значительно быстрее, при этом разогретое до большей температуры топливо с меньшей плотностью, расширяясь, начинает поступать в зону верхней  $1/3$  части корпуса и через выходной патрубок подогревателя 3 и входной патрубок 19 фильтра проникать внутрь фильтра 20. Одновременно в нижней части патрубков 3 и 19 возникает обратный поток холодного топлива из фильтра в зону верхней  $1/3$  части корпуса. Входящее в патрубок 3 холодное топливо благодаря конусности внутренней поверхности корпуса 1 подогревателя опускается вниз на уровень  $2/3$  высоты корпуса 1 от его основания, где частично смешивается с поступающим снизу разогретым топливом, а также дополнительно подогревается в зоне верхней  $1/3$  части корпуса от наружной поверхности кожуха 15 и поверхности разогретого фланца 6,

термически связанного с разогретым цилиндрическим стержнем 5 нагревательного элемента. Таким образом, в верхней части на уровне выходного патрубка 3, расположенного напротив поверхности разогретого фланца 6, подогреваемое топливо имеет максимальную температуру, что способствует его более эффективному проникновению в топливный фильтр 20.

Расположение выходного топливного патрубка 3 подогревателя соосно входному топливному патрубку фильтра 19, а также выполнение внутренней поверхности корпуса 1 подогревателя конусной с расширением в сторону фланца 6 нагревательного элемента и выходного топливного патрубка 3, а также наличие разогретого фланца 6 из теплопроводящего материала, термически связанного с разогретым цилиндрическим стержнем 5 нагревательного элемента, улучшает циркуляцию топлива в подогревателе за счет образования устойчивых потоков холодного и горячего топлива и возникающей между ними высокой разности температур (до 100°C). При этом улучшается нагрев топлива в самом подогревателе и повышается эффективность переноса тепла с циркулирующим топливом в топливный фильтр.

Выполнение стержня нагревательного элемента цилиндрическим при отношении длины цилиндрического стержня 5 нагревательного элемента к внутреннему диаметру корпуса 1 в самой узкой его части, составляющем не менее двух, позволяет получить устойчивую циркуляцию и улучшить нагрев топлива в подогревателе.

Выполнение внутреннего диаметра входного 2 и выходного 3 топливных патрубков подогревателя по размеру не менее внутреннего диаметра входного патрубка 19 топливного фильтра 20 в сочетании с исполнением зазора между внутренней поверхностью корпуса 1 подогревателя и наружной поверхностью цилиндрического стержня 5 нагревательного элемента по минимальной площади сечения не менее двух площадей внутреннего сечения патрубка позволяет улучшить циркуляцию и нагрев топлива, а также минимизировать гидравлическое сопротивление подогревателя потоку топлива в режиме маршевого подогрева при включенном двигателе.

Выполнение конусности внутренней поверхности корпуса 1 на 2/3 его высоты от нижнего основания, равной 1,5 - 3,0°, а конусности внутренней

поверхности корпуса выше  $2/3$  его высоты от нижнего основания, равной не менее  $60^\circ$ , при отношении максимального внутреннего диаметра корпуса 1 в зоне его соединения с фланцем 6 к наружному диаметру цилиндрического стержня 5 нагревательного элемента не менее двух позволяет получить максимальный эффект подогрева топлива и фильтра в режиме предпускового подогрева, когда двигатель выключен, за счет улучшения циркуляции горячего и холодного топлива.

Выполнение фланца 6 толщиной не менее 6 мм при теплопроводности материала фланца не менее  $180 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{К})$ , например, при изготовлении фланца 6 из алюминия и его сплавов, позволяет за счет передачи тепла от разогретого цилиндрического стержня 5 нагревательного элемента фланцу 6 теплопроводностью поддерживать наиболее высокую температуру поверхности фланца, контактирующую с подогреваемым топливом, что существенно повышает эффективность нагрева топлива в подогревателе.

Выполнение цилиндрического стержня 5 нагревательного элемента, по меньшей мере, с двумя полупроводниковыми нагревателями с положительным температурным коэффициентом (позисторами) 11 прямоугольной или круглой формы, последовательно расположенными с зазором друг относительно друга между металлическими радиаторами 12 с токоподводящими контактами 13, а также применение изолятора 14 из теплопроводящего эластичного электроизоляционного материала, расположенного между радиаторами 12 и наружным кожухом 15 цилиндрического стержня 5 нагревательного элемента, при толщине слоя изолятора 14 из теплопроводящего эластичного электроизоляционного материала не более 0,5 - 1,0 мм и теплопроводности электроизоляционного материала не менее  $1,4 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{К})$  в сочетании с составом материала изолятора, содержащим термостойкий силиконовый каучук и твердые микрочастицы высокотеплопроводящей керамики, преимущественно, нитрида алюминия, по массе составляющие 70-75 % от массы материала и по фракционному составу твердых микрочастиц включающие фракцию 5 - 10 мкм (50 - 70% от массы твердых микрочастиц) и фракцию 40 - 70 мкм (50 - 30% от массы твердых микрочастиц, причём количество микрочастиц стремится к снижению их количества по мере увеличения их массы, т.е. количество до 30%

приходится на долю частиц массой до 70 мкм), позволяет повысить эффективность нагрева топлива в подогревателе, а также обеспечить саморегулирование мощности нагрева топлива следующим образом.

При подаче электрического напряжения на позисторы 11 через них начинает проходить электрический ток, соответствующий значению их электрического сопротивления. При этом позисторы разогреваются, вплоть до заданной их характеристикой максимальной температуры (точки переключения), после которой резко возрастает электрическое сопротивление их полупроводниковой структуры и позисторы «запираются», т.е. практически перестают пропускать электрический ток и выделять тепло. По мере постоянного отвода тепла от нагревателя в топливо, температура позисторов становится ниже точки переключения, их электрическое сопротивление резко снижается, а электрический ток через позисторы и выделение тепла возрастают, компенсируя потери от отвода тепла. Таким образом, реализуется эффект саморегулирования тепловой мощности подогрева в зависимости от условий теплопередачи от позисторов и нагревательного элемента к нагреваемому топливу, а также от текущей температуры нагреваемого топлива. При этом полностью исключается вероятность нерегулируемого перегрева топлива в подогревателе.

На условия теплопередачи от позисторов и нагревательного элемента к нагреваемому топливу существенно влияет термическое сопротивление теплопередаче со стороны изолятора 14 из теплопроводящего эластичного электроизоляционного материала. При включенном нагреве установившаяся температура позисторов 11 и радиаторов 12 существенно выше температуры кожуха 15 цилиндрического стержня 5 нагревательного элемента. За счет большего термического расширения материала позисторов 11 и радиаторов 12 происходит эластичное сжатие материала изолятора 14 из теплопроводящего эластичного электроизоляционного материала до 50% от его первоначальной толщины в зазоре между радиаторами 12 и кожухом 15. Эластичное сжатие в зазоре толщиной не более 0,5 - 1,0 мм, в свою очередь, вызывает уплотнение структуры микрочастиц теплопроводящей керамики в материале изолятора, что приводит к повышению его теплопроводности на 20 - 30% по сравнению с исходным состоянием в холодном нагревательном элементе. Таким образом,

уменьшение толщины слоя изолятора до 50 % и повышение теплопроводности материала изолятора на 20 - 30% в разогретом нагревательном элементе способствуют существенному на 40 - 50% снижению его термического сопротивления, что способствует увеличению снимаемой с позисторов тепловой мощности и повышению эффективности подогрева топлива. Максимальный эффект при сочетании эластичного сжатия и повышения теплопроводности материала изолятора от величины 1,4 Вт/(м\*К) в холодном состоянии и выше при сжатии достигается применением микрочастиц теплопроводящей керамики, преимущественно, нитрида алюминия, по массе составляющих 70 - 75% от массы материала и по фракционному составу твердых микрочастиц включающие фракцию 5 - 10 мкм (50 - 70 % от массы твердых микрочастиц) и фракцию 40 - 70 мкм (50 - 30 % от массы твердых микрочастиц).

Выполнение наружной поверхности кожуха 15 цилиндрического стержня 5 нагревательного элемента цилиндрической формы, с сечением кожуха в виде кольца, в сочетании с конусной внутренней поверхностью корпуса 1 позволяет получить оптимальные условия циркуляции и нагрева топлива в режиме предпускового подогрева, когда двигатель выключен. Применение наружной цилиндрической поверхности кожуха 15 цилиндрического стержня 5 нагревательного элемента, выполненной в сечении в виде продольных выступов и впадин, преимущественно, прямоугольной или круглой формы, (с сечением кожуха в виде зубчатого кольца) позволяет максимально увеличить мощность подогрева при проток топлива через подогреватель и фильтр, когда двигатель включен, за счет увеличения поверхности теплопередачи между разогретым кожухом и нагреваемым топливом, а также за счет оптимального распределения потоков нагреваемого топлива по профилю поверхности кожуха и в зазоре между наружной поверхностью кожуха 15 и внутренней поверхностью корпуса 1. Максимальный эффект от увеличения поверхности теплопередачи и оптимального распределения потоков нагреваемого топлива возможно получить, когда толщина стенки кожуха, высота выступов, их ширина и ширина впадин определяются зависимостью:

$$\delta_1/h_1/b_1/b_2=(0,4\div 1,0) / (1,5\div 2,5) / (1,5\div 2,0) / (1,2\div 1,8),$$

где  $\delta_1$  – толщина стенки кожуха (находится в пределах  $0,4 \div 1,0$  мм),  $h_1$  – высота выступов (может принимать значения в пределах  $1,5 \div 2,5$  мм),  $b_1$  – ширина выступов (находится в пределах  $1,5 \div 2,0$  мм),  $b_2$  – ширина впадин (может принимать значения в пределах  $1,2 \div 1,8$ ), мм.

Установка чувствительного измерительного элемента 8 датчика температуры топлива 7 на уровне входа потока топлива в выходной топливный патрубок 3 и по оси симметрии к нему, а также установка тепловой изоляции 9 между измерительным элементом 8 датчика температуры и фланцем 6 позволяет наиболее точно определить текущую температуру максимально разогретого топлива и не допустить перегрева топлива в подогревателе и фильтре выше заданного предельного регулируемого значения.

Таким образом, представленные выше сочетания существенных признаков позволяют достичь заявленной цели изобретения. В таблице 1 представлены варианты промышленного применения устройства в виде разработанных подогревателей универсального назначения, которые улучшают запуск и повышают надежность работы дизельного двигателя в зимний период по сравнению с существующими аналогами и в настоящее время проходят промышленные испытания на автотракторной технике.

Между отличительными признаками и техническим результатом имеется причинно-следственная связь: наличие новых конструктивных признаков и элементов, их взаимное расположение и взаимодействие, расширение технологических возможностей для универсального применения с фильтрами различных конструкций с целью улучшения запуска двигателя и повышения надежности его работы в условиях низких температур за счет взаимного расположения подогревателя и фильтра, улучшения нагрева топлива в подогревателе, организации подачи разогретого топлива в фильтр, саморегулирования мощности нагрева топлива в подогревателе, улучшения функциональных возможностей подогревателя за счет более точного определения температуры топлива, поступающего в топливный фильтр и на этой основе точной реализации алгоритмов автоматического управления нагревом. Такая связь придает полезной модели новое качество и обуславливает ее промышленную применимость.

Таблица 1. Технические характеристики подогревателей

Наименование показателя	ПП-301 12В		ПП-302 24В		ПП-303 24В	
	Пред-пусковой подогрев	Марше-вый подогрев	Пред-пусковой подогрев	Марше-вый подогрев	Пред-пусковой подогрев	Марше-вый подогрев
1. Напряжение питания постоянного тока (+25 %, -10 %), В	12		24			
2. Номинальная электрическая мощность подогрева, Вт, не менее, при температуре дизтоплива - 20 °С + 5 °С + 45 °С	120 100 90	250 200 180	150 120 100	350 300 250	250 230 200	450 400 350
3. Максимальный ток включения, А, не более	20				30	
4. Пороговая температура топлива при включении/выключении подогрева, °С	5±2					
5. Размеры стержневого нагревательного элемента (наружный диаметр x длина), мм	22x77				25x110	
6. Максимальный расход дизельного топлива, л/ч	420				680	
7. Диаметр штуцеров для забора и отвода дизтоплива (наружный диаметр x толщина стенки), мм	12x1,5				14,5x1,5	
8. Масса в снаряженном состоянии, кг, не более - без заполнения топливом - с заполнением топливом	0,44 0,49				0,65 0,74	
9. Режим работы	Кратковременный 10-30 минут от аккумулятора, продолжительный от генератора автомобиля					

#### Источники информации:

1. Патент на полезную модель ВУ 360, В 60К 15/077, 30.09.2001 г.
2. Заявка US 2012/0160749 А1, В01D 35/18, F02M 37/22, 28.06.2012 г.
3. Патент US 6493508 В1, F24Н 1/10, 10.12.2002 г. (прототип).

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Подогреватель дизельного топлива для топливного фильтра двигателя внутреннего сгорания, включающий датчик температуры топлива с электронным блоком управления и вертикальный стаканообразный корпус подогревателя, содержащий входной патрубок и выходной патрубок подогревателя, с которым связан входной патрубок топливного фильтра, а также крышку и установленный вдоль оси корпуса электрический нагревательный элемент в виде стержня с крепежным фланцем, расположенным со стороны соединения корпуса подогревателя и крышки, *отличающийся тем, что* подогреватель выполнен с возможностью расположения корпуса подогревателя перед корпусом топливного фильтра с ориентацией выходного патрубка подогревателя соосно входному патрубку топливного фильтра, причём внутренняя поверхность корпуса подогревателя выполнена в виде усечённого конуса с расширением в сторону фланца, а фланец выполнен из теплопроводного материала, при этом выходной патрубок подогревателя расположен напротив фланца, на котором, напротив патрубка, на термоизоляционной прослойке установлен датчик температуры, а электронный блок управления расположен внутри крышки.

2. Подогреватель по п.1, *отличающийся тем, что* стержень нагревательного элемента выполнен в виде цилиндра.

3. Подогреватель по п.п.1 или 2, *отличающийся тем, что* длина стержня нагревательного элемента составляет не менее двух внутренних диаметров корпуса в самой узкой его части.

4. Подогреватель по п.1, *отличающийся тем, что* внутренние диаметры входного и выходного патрубков подогревателя равны и соответствуют значению не менее размера внутреннего диаметра входного патрубка топливного фильтра.

5. Подогреватель по п.п.1 или 4, *отличающийся тем, что* минимальная площадь сечения зазора между внутренней поверхностью корпуса подогревателя и наружной поверхностью стержня нагревательного элемента составляет не менее двух площадей внутреннего сечения выходного патрубка подогревателя.

6. Подогреватель по п.1, *отличающийся тем*, что конусность внутренней поверхности корпуса подогревателя на уровне  $2/3$  его высоты от нижнего основания составляет  $1,5 - 3,0^\circ$ , а на оставшейся высоте - не менее  $60^\circ$ .

7. Подогреватель по п.п.1 или 6, *отличающийся тем*, что отношение максимального внутреннего диаметра его корпуса в зоне соединения с фланцем к наружному диаметру стержня нагревательного элемента составляет не менее двух.

8. Подогреватель по п.1, *отличающийся тем*, что толщина фланца составляет не менее 6 мм.

9. Подогреватель по п.п.1 или 8, *отличающийся тем*, что фланец выполнен из материала с теплопроводностью не менее  $180 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ .

10. Подогреватель по п.п.1 или 2, *отличающийся тем*, что стержень нагревательного элемента помещён в защитный кожух и включает, по меньшей мере, два последовательно установленных с зазором друг относительно друга полупроводниковых нагревателя с металлическими радиаторами и изолятором из теплопроводящего эластичного электроизоляционного материала, расположенным между радиаторами и наружным кожухом стержня нагревательного элемента.

11. Подогреватель по п.10, *отличающийся тем*, что толщина слоя изолятора не превышает 0,5 - 1,0 мм.

12. Подогреватель по п.11, *отличающийся тем*, что изолятор выполнен из материала с теплопроводностью не менее  $1,4 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ .

13. Подогреватель по п.12, *отличающийся тем*, что изолятор выполнен из материала на основе теплопроводящего эластичного заливочного компаунда, содержащего термостойкий силиконовый каучук и твердые микрочастицы теплопроводящей керамики, преимущественно, нитрида алюминия.

14. Подогреватель по п.13, *отличающийся тем*, что твердые микрочастицы по массе составляют от 70 до 75 % от массы компаунда.

15. Подогреватель по п.14, *отличающийся тем*, что твердые микрочастицы по их фракционному составу содержат фракции 5-10 мкм в количестве от 50 до 70 % и

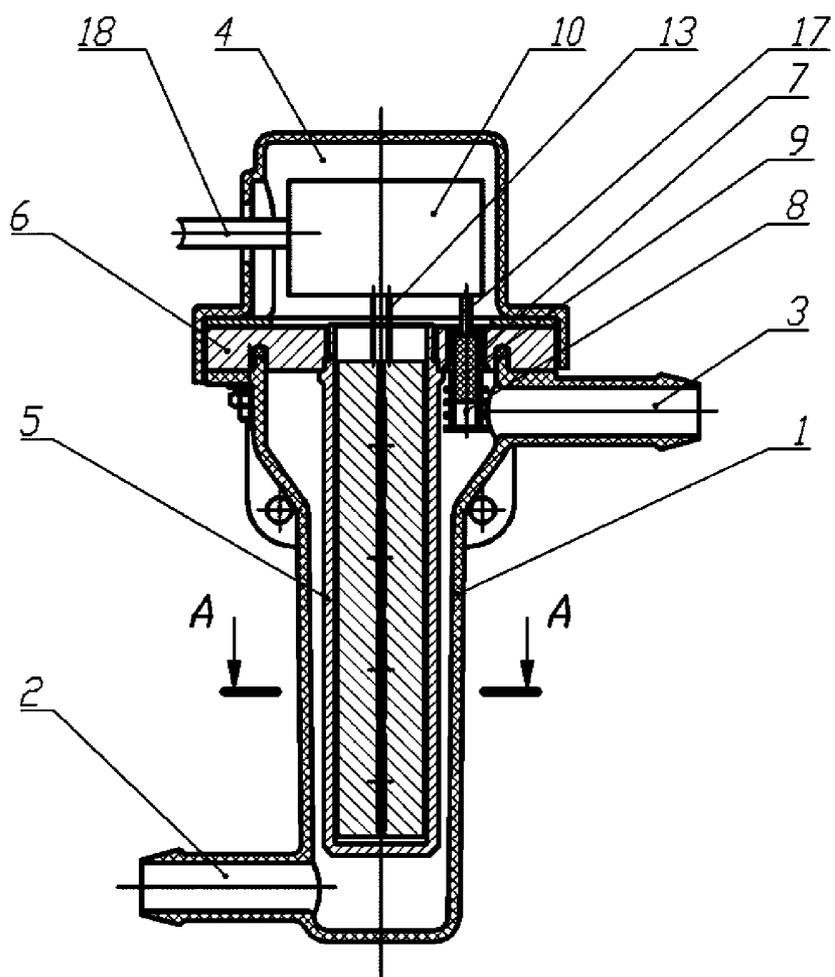
фракции 40-70 мкм в количестве от 50 до 30 % от массы твердых микрочастиц материала компаунда.

16. Подогреватель по п.10, *отличающийся тем*, что наружная поверхность кожуха стержня нагревательного элемента выполнена с сечением в виде окружности, или продольных выступов и впадин, преимущественно, прямоугольной или круглой формы.

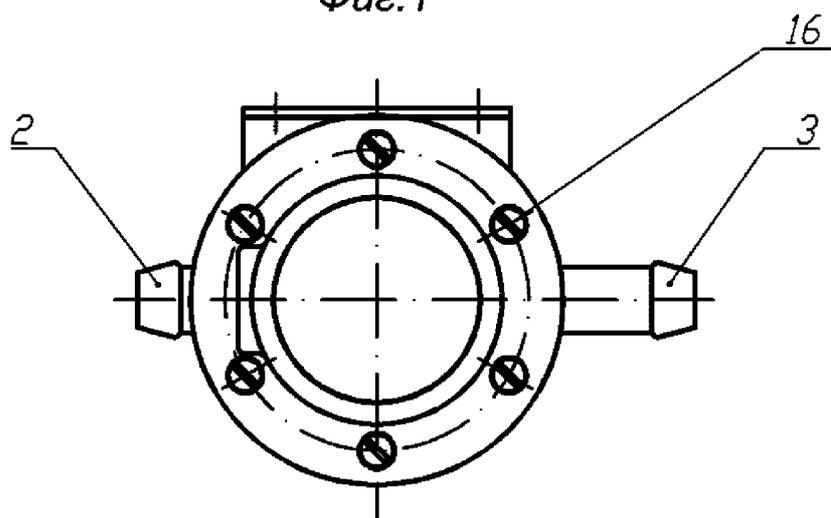
17. Подогреватель по п.10, *отличающийся тем*, что толщина стенки кожуха  $\delta_1$ , мм, высота выступов,  $h_1$ , мм, их ширина  $b_1$ , мм, и ширина впадин  $b_2$ , мм, определяются зависимостью:

$$\delta_1/h_1/b_1/b_2=(0,4\div 1,0) / (1,5\div 2,5) / (1,5\div 2,0) / (1,2\div 1,8).$$

Подогреватель дизельного топлива для топливного фильтра двигателя внутреннего сгорания

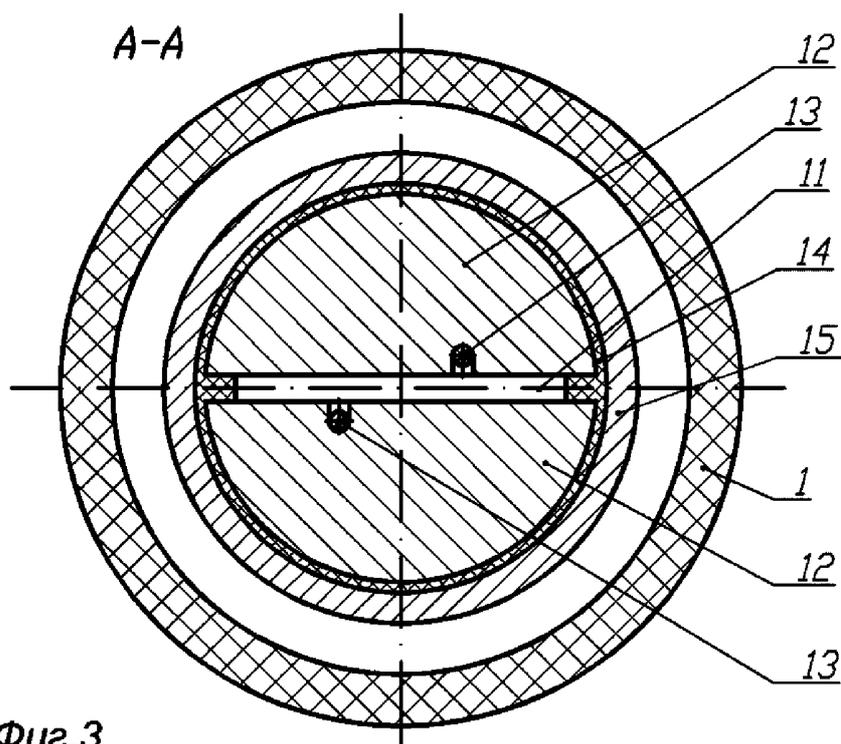


Фиг. 1

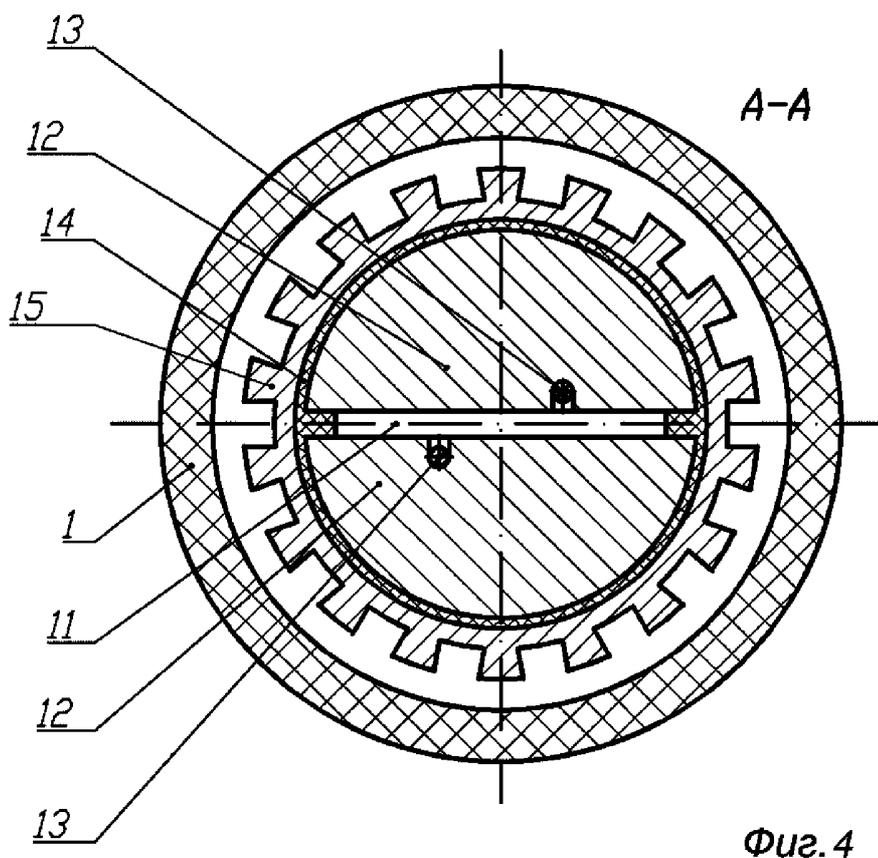


Фиг. 2

Подогреватель дизельного топлива для топливного фильтра двигателя внутреннего сгорания

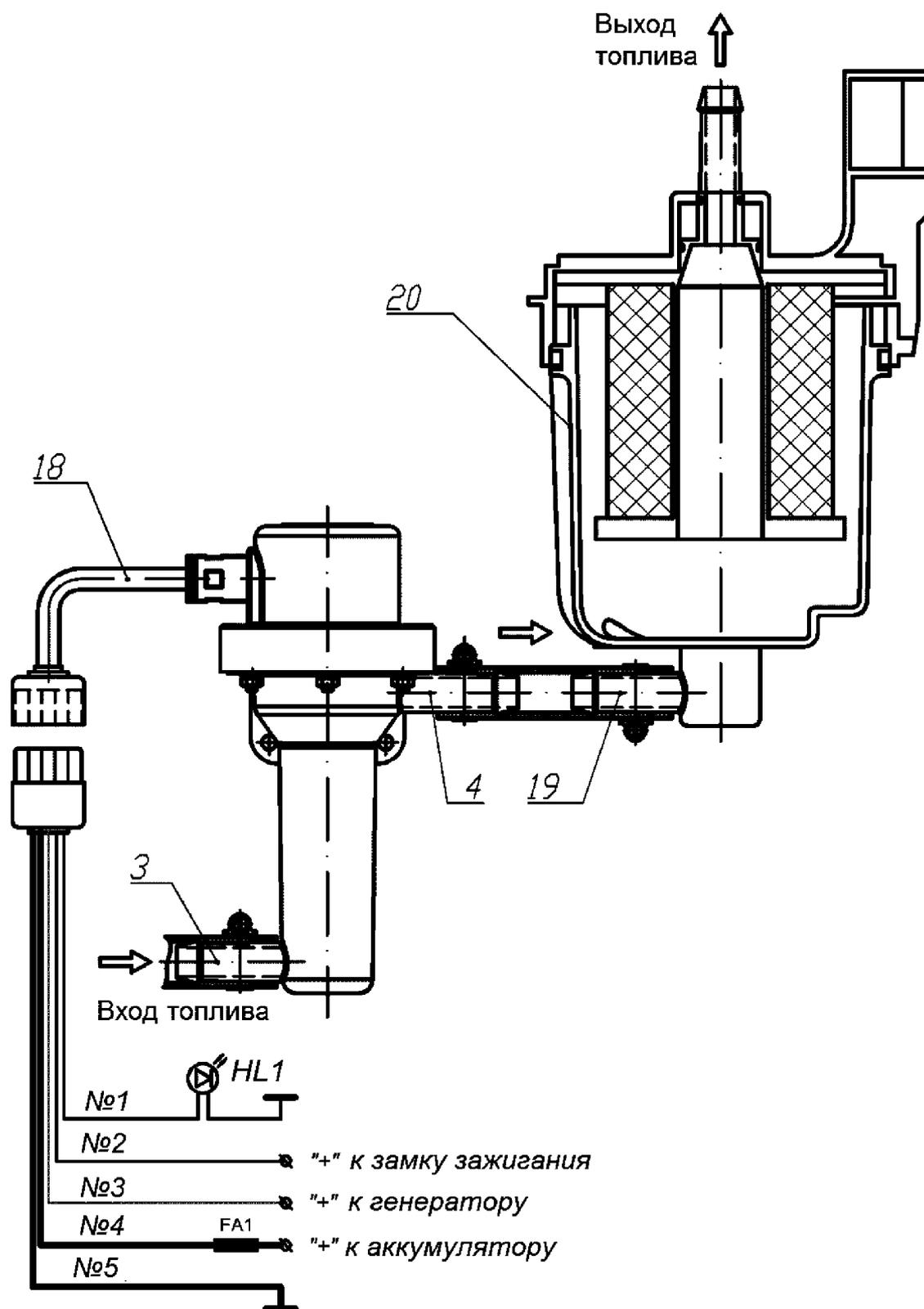


Фиг.3



Фиг.4

Подогреватель дизельного топлива для топливного фильтра двигателя внутреннего сгорания



Фиг.5