



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F04B 1/0426 (2023.02); F02M 59/102 (2023.02)

(21)(22) Заявка: 2022131270, 30.11.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.11.2022

Дата регистрации:
11.12.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.11.2022

(45) Опубликовано: 11.12.2023 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

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

(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 (CN)

(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)

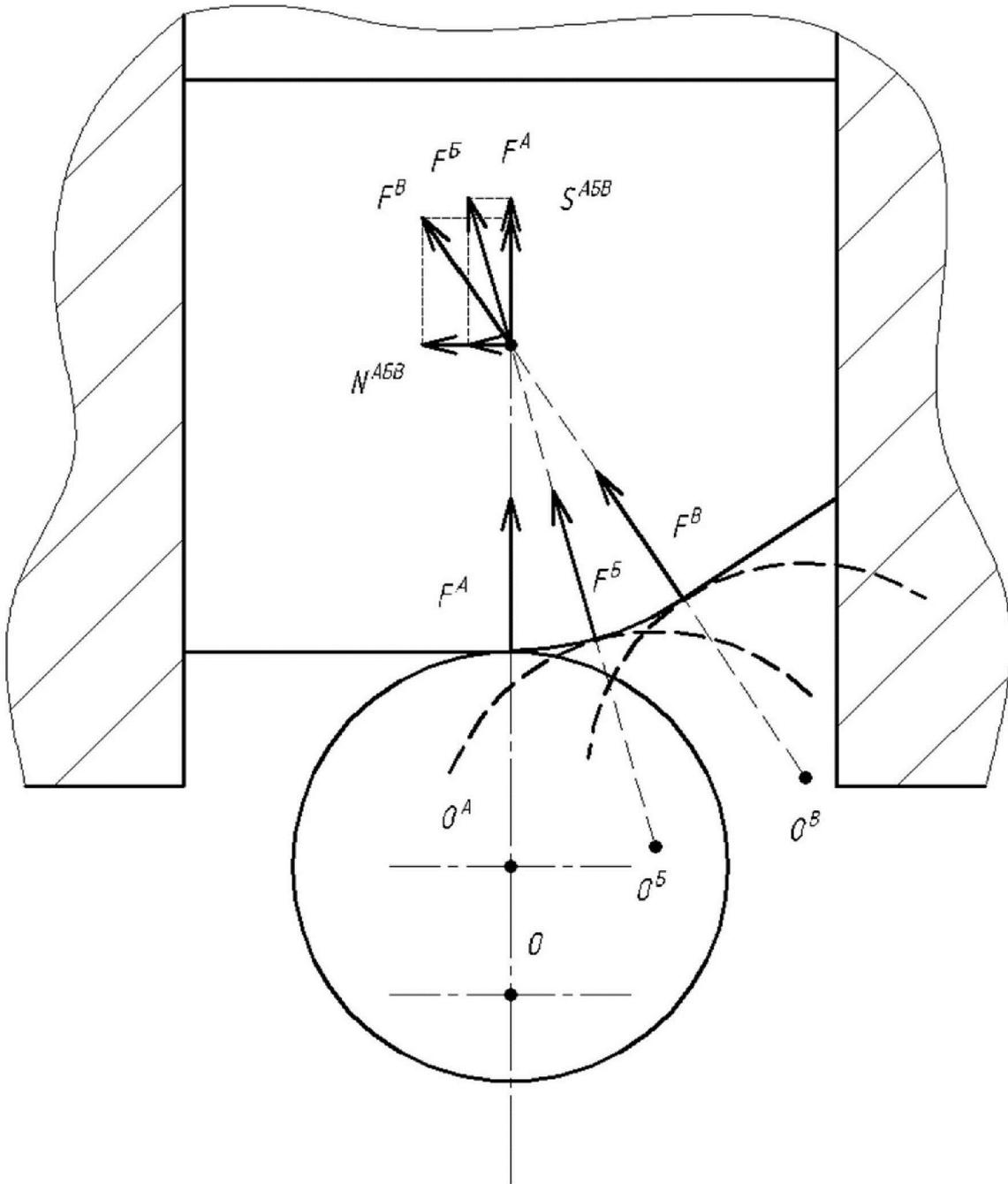
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: CN 106438145 В, 31.05.2019. WO
2012100854 А1, 02.08.2012. DE 102007018038 А1,
16.10.2008. US 20230018875 А1, 19.01.2023. RU
2553593 С1, 20.06.2015. DE 2927517 С2,
02.07.1981. GB 544511 А, 16.04.1942.

(54) ТОПЛИВНЫЙ НАСОС ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ АККУМУЛЯТОРНОЙ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано в топливных насосах высокого давления (ТНВД) для двигателей внутреннего сгорания (ДВС), преимущественно дизелей. Изобретение позволяет обеспечить работоспособность, повысить ресурс деталей привода насоса, технологичность насоса и несущую способность привода плунжеров ТНВД. Предложенный ТНВД для аккумуляторной топливной системы ДВС имеет корпус с размещенным в нем эксцентриковым валом и насосными секциями. В корпусе между насосной секцией с плунжером и эксцентриковым валом установлен толкатель в форме стакана с опорной торцевой поверхностью. Торцевая поверхность при этом имеет скос относительно

плоскости, перпендикулярной оси толкателя. Кроме того, толкатель в тангенциальном направлении установлен меньшей высотой толкателя навстречу вращению эксцентрикового вала. Скос толкателя по всей его ширине образуется цилиндрической поверхностью таким образом, что у диаметра толкателя скос равен нулю с образованием прямого угла между доньшком и осью толкателя, а при удалении от диаметра на величину эксцентриситета угол скоса увеличивается до максимальной величины. При этом выполняется условие, что из любой точки контакта с эксцентриковым валом, линии, перпендикулярные скосу, пересекаются с осью толкателя в одной точке, расположенной на оси



Фиг. 5

RU 2809301 C1

RU 2809301 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

F02M 59/10 (2006.01)*F02M 59/44* (2006.01)*F04B 9/04* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

F04B 1/0426 (2023.02); F02M 59/102 (2023.02)(21)(22) Application: **2022131270, 30.11.2022**(24) Effective date for property rights:
30.11.2022Registration date:
11.12.2023

Priority:

(22) Date of filing: **30.11.2022**(45) Date of publication: **11.12.2023 Bull. № 35**

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,
MGTU im. N.E. Baumana, TSIS dlya Amelinoj
K.E., Amelina Kseniya Evgenevna

(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 (CN)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) HIGH PRESSURE FUEL PUMP FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE BATTERY FUEL SYSTEM

(57) Abstract:

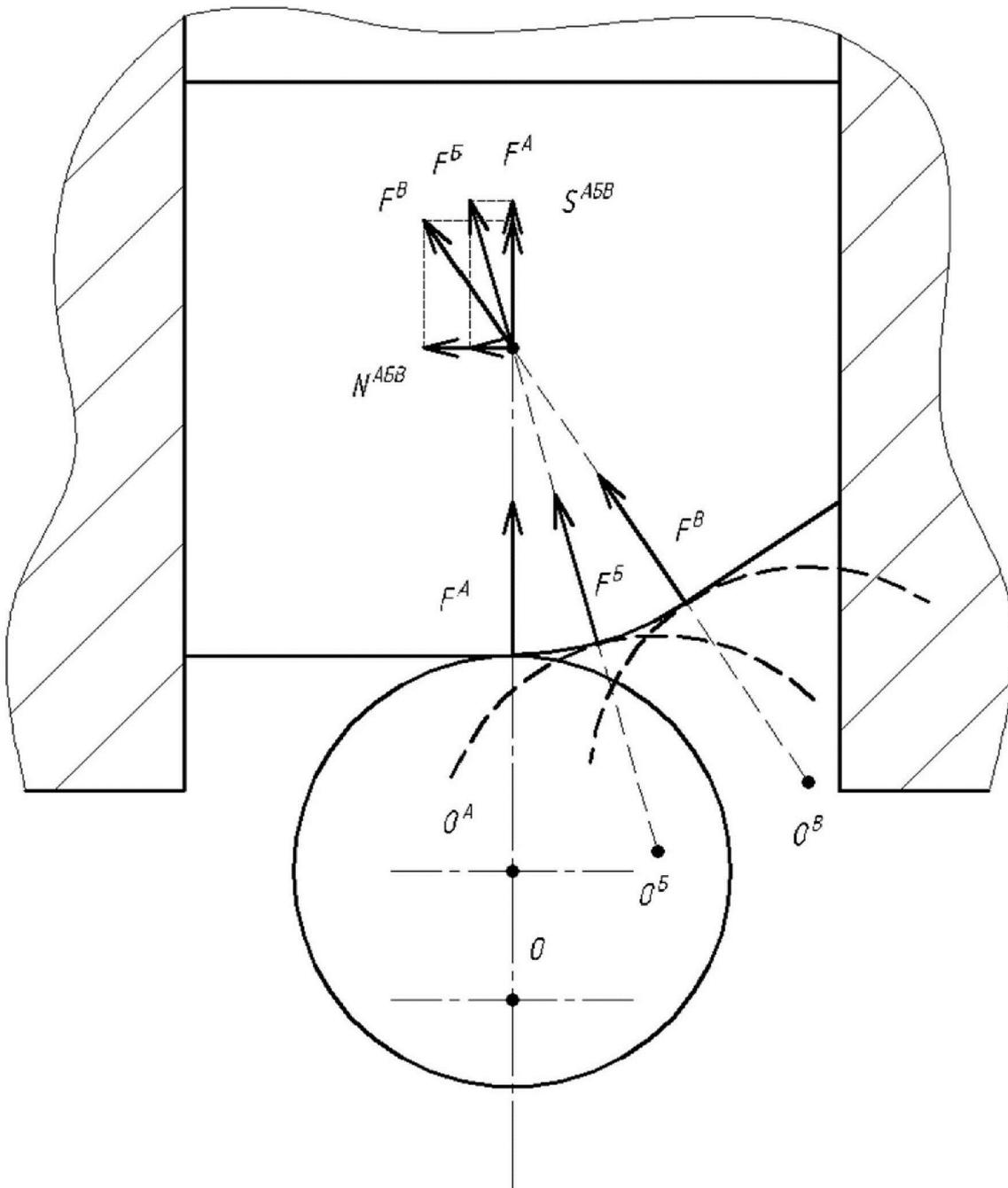
FIELD: internal combustion engines.

SUBSTANCE: used in high-pressure fuel pumps (HPFP) for internal combustion engines (ICE), mainly diesel engines. The proposed HPFP for an ICE battery fuel system has a housing with an eccentric shaft and pump sections housed in it. In the housing, between the pump section with the plunger and the eccentric shaft, there is a cup-shaped pusher with a supporting end surface. In this case, the end surface has a bevel relative to the plane perpendicular to the axis of the pusher. In addition, the pusher in the tangential direction is installed with a smaller height of the pusher towards the rotation of the eccentric shaft. The bevel of the pusher over its entire width is formed by a cylindrical

surface in such a way that at the diameter of the pusher the bevel is zero, forming a right angle between the bottom and the axis of the pusher, and when moving away from the diameter by the amount of eccentricity, the bevel angle increases to its maximum value. In this case, the condition is met that from any point of contact with the eccentric shaft, lines perpendicular to the bevel intersect with the axis of the pusher at one point located on the axis of the pusher.

EFFECT: ensuring operability, increasing the service life of pump drive parts, the manufacturability of the pump and the load-bearing capacity of the HPFP plunger drive.

5 cl 7 dwg



Фиг. 5

Область техники

Изобретение относится к двигателестроению, а именно к топливоподающей аппаратуре двигателей внутреннего сгорания, преимущественно дизелей.

Уровень техники

5 Известны топливные насосы высокого давления (ТНВД), в которых привод плунжеров осуществляется от кулачкового вала с помощью центрального роликового толкателя, содержащего корпус в форме стакана, размещенную в нем ось и ролика на ней (например, рис. 2.14 в учебнике Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. - М.: Изд-во Легион-
10 Автодата, 2004. - 344 с.).

Применительно к аккумуляторным топливным системам (также называемым Common-Rail, сокр. CR) такой привод не обеспечивает работоспособность ТНВД.

15 Известны конструкции привода ТНВД, где ролик размещен в корпусе толкателя без оси (например, рис. 1 в патенте ФРГ № DE2712450 (опубликовано 1978-09-28)). Благодаря использованию гидравлического клина сопряжение “ролик-толкатель” имеет большую несущую способность. Но и она недостаточна.

20 Известна конструкция толкателя, оснащенного шаровой опорой (Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. - М.: Машиностроение, 1987). Благодаря опоре обеспечивается равномерное распределение нагрузки по ширине ролика толкателя, устранение перекосов и повышение несущей способности.

Недостатком решения является дополнительное усложнение группы движущихся деталей.

25 Известны насосы с толкателями в форме стакана, взаимодействующими с эксцентриком вала, причем контактная поверхность скошена относительно оси толкателя (Патент США № US4430047А (опубликовано 1984-02-07)). Такие толкатели с осью, смещенной относительно оси вала (т.е. образующими так называемый дезаксиальный механизм) благодаря скосам при работе обеспечивают два перекашивающих момента: в одну сторону от наличия скосов, в другую – от дезаксиала.
30 В результате снижается вероятность заклинивания толкателя от перекашивающих его моментов.

Однако, работоспособность привода остается низкой в по причине трения толкателя о эксцентрик.

35 В ТНВД CR получили распространение толкатели, приводимые в движение от эксцентрика через промежуточную втулку с лысками (рис. 3.10 в учебнике (Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. - М.: Изд-во Легион-Автодата, 2004. - 344 с.).

Недостаток конструкции – ограничение нагруженности из-за трения толкателя о лыску промежуточной втулки.

40 Известен ТНВД CR с промежуточной втулкой на эксцентрик, взаимодействующей с толкателем или торцом плунжера (рис. 3.10 в учебнике Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. - М.: Изд-во Легион-Автодата, 2004. - 344 с.). Конструкция выгодно отличается от ранее рассмотренных благодаря возможности обкатывания без проскальзывания
45 промежуточной втулкой (лишенной лысок) контактной поверхности толкателя. То есть скольжение заменено качением в наиболее узвзимом сопряжении.

Недостаток конструкции: нарушение нормальной работы, заедание в подшипнике “промежуточная втулка - эксцентрик”, контактные перегрузки при неточном

изготовлении деталей, даже в пределах допусков. В таком случае линейный контакт в сопряжении “втулка-толкатель” превращается в точечный. Вероятность возникновения такого дефекта велика из-за большого числа погрешностей изготовления различных деталей: корпуса ТНВД, эксцентрика, втулки, толкателя и др. Кроме того,
 5 эксцентриковый механизм, выполненный по простейшей схеме толкателя с доньшком, перпендикулярным оси толкателя, отличается наличием момента, перекашивающего толкатель в корпусе, например, проиллюстрированном на фигуре 1.

Раскрытие изобретения

Задача, на решение которой направлено заявленное изобретение, заключается в
 10 обеспечении работоспособности, повышении ресурса деталей привода насоса, технологичности насоса и несущей способности привода плунжеров ТНВД СР.

Данная задача решается за счет того, что топливный насос высокого давления для аккумуляторной топливной системы двигателя внутреннего сгорания имеет корпус с размещенным в нем эксцентриковым валом и насосными секциями. В корпусе между
 15 насосной секцией с плунжером и эксцентриковым валом установлен толкатель в форме стакана с опорной торцевой поверхностью. Торцевая поверхность при этом имеет скос относительно плоскости, перпендикулярной оси толкателя. Кроме того, толкатель в тангенциальном направлении установлен меньшей высотой толкателя навстречу вращению эксцентрикового вала. Скос толкателя по всей его ширине образуется
 20 цилиндрической поверхностью таким образом, что у диаметра толкателя скос равен нулю с образованием прямого угла между доньшком и осью толкателя, а при удалении от диаметра на величину эксцентриситета угол скоса увеличивается до максимальной величины. При этом выполняется условие, что из любой точки контакта с эксцентриковым валом, линии, перпендикулярные скосу, пересекаются с осью толкателя
 25 в одной точке, расположенной на оси толкателя.

В частном случае точка пересечения линии, перпендикулярной скосу, и оси толкателя расположена на половине отрезка, расположенного на оси толкателя, от проекции на ось толкателя верхней точки кромки толкателя до проекции точки контакта толкателя с эксцентриковым валом на ось толкателя, а максимальная величина угла скоса имеет
 30 величину, вычисляемую по формуле: $a_{max} = \arcsin(\varepsilon / (h'' + Rp))$, где:

ε – эксцентриситет эксцентрикового вала;

$h'' = h / \cos(\alpha)$;

h – половина отрезка, расположенного на оси толкателя, от проекции на ось толкателя
 35 верхней точки кромки толкателя до проекции точки контакта толкателя с эксцентриковым валом на ось толкателя;

α – угол скоса наклона торцевой поверхности толкателя;

Rp – радиус ролика эксцентрикового вала.

В частном случае точка пересечения линии, перпендикулярной скосу, и оси толкателя расположена на половине длинны проекции на ось цилиндрической поверхности
 40 отверстия корпуса где расположен толкатель отрезка от верхней точки толкателя до верхней точки нижней части толкателя (или нижней точки отверстия корпуса где расположен толкатель, в случае, если верхняя точка нижней части толкателя расположена ниже верхней точки нижней части толкателя), а максимальная величина угла скоса имеет величину, вычисляемую по формуле:

45 $a_{max} = \arcsin(\varepsilon / (h'' + Rp))$, где:

ε – эксцентриситет эксцентрикового вала;

h'' – расстояние от точки контакта толкателя с эксцентриковым валом до точки пересечения линии, перпендикулярной скосу, и оси толкателя, зависящее от диаметра

толкателя;

Rp – радиус ролика эксцентрикового вала.

В частном случае топливный насос высокого давления имеет толкатель, установленный в корпусе с дезаксиалом относительно эксцентрикового вала.

5 В частном случае топливный насос высокого давления имеет эксцентриковый вал, снабженный промежуточной втулкой, одетой на эксцентрик и образующей с эксцентриковым валом подшипник скольжения или подшипник качения, например, игольчатый.

10 Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков, является обеспечение работоспособности и повышение несущей способности привода плунжеров ТНВД СР.

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

15 Перечень фигур

Фигура 1 - схема толкателя с доньшком, перпендикулярным оси толкателя;

Фигура 2 – схема толкателя со скосом;

20 Фигура 3 - частный случай решения, когда точка пересечения линии, перпендикулярной скосу, и оси толкателя расположена на половине длины проекции на ось цилиндрической поверхности отверстия корпуса, где расположен толкатель отрезка от верхней точки толкателя до верхней точки нижней части толкателя;

Фигура 4 - в верхней мертвой точке толкатель с боковой силой N и перекашивающим моментом M ;

Фигура 5 - толкатель со скосом переменного угла наклона;

25 Фигура 6 - дезаксиал толкателя относительно вала для больших величин эксцентриситета;

Фигура 7 – циклограмма осевой ориентации толкателя.

Осуществление изобретения

30 На фигуре 2 поясняется, когда толкатель снабжается скосом, при этом величина угла скоса может быть определена из условия отсутствия момента ($M=0$), перекашивающего толкатель в корпусе.

При $M=0$ угол наклона скоса $\alpha_{max} = \arcsin(\varepsilon / (h'' + Rp))$, где

ε – эксцентриситет эксцентрикового вала;

$h'' = h / \cos(\alpha)$;

35 h – половина отрезка A^1B^1 . Точки A^1 и B^1 являются проекциями точек A и B на ось толкателя. Точка A – точка контакта эксцентрика с толкателем, а точка B – точка верхней кромки толкателя;

α – угол скоса наклона торцевой поверхности толкателя;

40 Rp – радиус ролика эксцентрикового вала.

45 На фигуре 3 частный случай решения, когда точка пересечения линии, перпендикулярной скосу, и оси толкателя расположена на половине длины проекции на ось цилиндрической поверхности отверстия корпуса, где расположен толкатель отрезка от верхней точки толкателя до верхней точки нижней части толкателя (или нижней точки отверстия корпуса где расположен толкатель, в случае, если верхняя точка нижней части толкателя расположена ниже верхней точки нижней части толкателя), а максимальная величина угла скоса имеет величину, вычисляемую по формуле:

$\alpha_{max} = \arcsin(\varepsilon / (h'' + Rp))$, где

ε – эксцентриситет эксцентрикового вала;

h'' – расстояние от точки контакта толкателя с эксцентриковым валом до точки пересечения линии, перпендикулярной скосу, и оси толкателя, зависящее от диаметра толкателя – $A1B1$. Точки $A1$ и $B1$ являются проекциями точек A и B на ось толкателя. Точка A – верхняя точка нижней части толкателя (или нижняя точка отверстия корпуса где расположен толкатель, в случае, если верхняя точка нижней части толкателя расположена ниже верхней точки нижней части толкателя), а точка B – точка верхней кромки толкателя;

Rp – радиус ролика эксцентрикового вала.

Однако, если в верхней мертвой точке, даже такой толкатель испытывает боковую силу N и перекашивающий момент M (фигура 4).

По этим причинам лучшим решением является толкатель со скосом переменного угла наклона (фигура 5).

На фигуре 5 точки O^A , O^B , O^B – точки положения центров окружности эксцентрика вала по мере его вращения.

Наконец, возможно дополнение предлагаемого технического решения использованием дезаксиала толкателя относительно вала. Такое решение может быть целесообразно также для больших величин эксцентриситета (фигура 6).

Для решения с дезаксиалом максимальная величина угла скоса находится из уравнения:

$$\varepsilon_3 = Rp \cdot \sin \alpha + h \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ где}$$

ε_3 – сумма эксцентриситета a и дезаксиала b ;

Rp – радиус ролика эксцентрикового вала.

α – угол скоса наклона торцевой поверхности толкателя;

h – точка пересечения линии, перпендикулярной скосу, и оси толкателя, которая может быть найдена в соответствии с фигурой 2 или фигурой 3.

Утверждение, что толкатель автоматически самоустанавливается, в том числе, с компенсацией погрешностей изготовления всех контактирующих деталей, иллюстрируется циклограммой, сделанной при на полуразобранном насосе с ручным поворотом вала. Факт самоустановки толкателя подтверждается анализом действующих сил и прямыми результатами испытаний, результаты которых схематически представлены на фигуре 7.

На фигуре 7 изображена циклограмма осевой ориентации толкателя, где схематически показаны: 1 – толкатель, 2 – корпус топливного насоса высокого давления, 3 – эксцентриковый вал, стрелка – ориентация толкателя, $A0 \dots A5$ рассматриваемые этапы циклограммы, $x0 \dots x5$ – число оборотов эксцентрикового вала. По циклограмме можно видеть, что после некоторого числа оборотов (на фигуре 7 для наглядности показано 4 оборота) толкатель самоустанавливается и сохраняет установившееся положение.

Таким образом, поставленная задача достигается использованием малого скоса контактной поверхности толкателя, обеспечивающего неперпендикулярность этой поверхности осям толкателя и плунжера.

Благодаря скосу есть возможность скомпенсировать практически любую погрешность изготовления (погрешность формы и взаимного расположения поверхностей) деталей привода и корпуса ТНВД. Это обеспечивается самоустановкой толкателя путем поворота вокруг своей оси, в результате которой точечный контакт в паре “втулка-толкатель” превращается в линейный, т.е. равномерный и не приводящий к перекоосу

толкателя в корпусе. В отсутствии погрешностей или их малости, избыточность скоса компенсируется самостоятельным разворотом толкателя в направлении большего выступления контактной поверхности в направлении обкатывания промежуточной втулкой.

5 Изобретение, охарактеризованное совокупностью вышеперечисленных признаков, является новым, т.к. предложенная совокупность признаков не описана в известных источниках информации, использованных для определения уровня технического развития топливopодающей аппаратуры дизелей.

10 Кроме того, предлагаемая совокупность существенных признаков не является очевидной, поскольку не следует непосредственно из уровня технического развития топливopодающей аппаратуры дизелей. При этом, предлагаемое техническое решение осуществимо в промышленных условиях.

(57) Формула изобретения

15 1. Топливный насос высокого давления для аккумуляторной топливной системы двигателя внутреннего сгорания, имеющий корпус, размещенные в нем эксцентриковый вал, насосная секция с плунжером, толкатель в форме стакана с опорной торцевой поверхностью, имеющей скос относительно плоскости, перпендикулярной оси толкателя и установленный в корпусе между плунжером и эксцентриковым валом, отличающийся
20 тем, что толкатель в тангенциальном направлении установлен меньшей высотой толкателя навстречу вращению эксцентрикового вала, а скос толкателя по всей его ширине образуется цилиндрической поверхностью таким образом, что у диаметра толкателя скос равен нулю с образованием прямого угла между доньшком и осью толкателя, а при удалении от диаметра на величину эксцентриситета угол скоса
25 увеличивается до максимальной величины, при этом выполняется условие, что из любой точки контакта с эксцентриковым валом, линии, перпендикулярные скосу, пересекаются с осью толкателя в одной точке, расположенной на оси толкателя.

2. Топливный насос высокого давления по п.1, отличающийся тем, что точка пересечения линии, перпендикулярной скосу, и оси толкателя расположена на половине
30 отрезка, расположенного на оси толкателя, от проекции на ось толкателя верхней точки кромки толкателя до проекции точки контакта толкателя с эксцентриковым валом на ось толкателя, а максимальная величина угла скоса имеет величину, вычисляемую по формуле:

$$\alpha_{\max} = \arcsin(\varepsilon / (h' + R_p)), \text{ где:}$$

35 ε – эксцентриситет эксцентрикового вала;

$$h' = h / \cos(\alpha);$$

h – половина отрезка, расположенного на оси толкателя, от проекции на ось толкателя верхней точки кромки толкателя до проекции точки контакта толкателя с
40 эксцентриковым валом на ось толкателя;

α – угол скоса наклона торцевой поверхности толкателя;

R_p – радиус ролика эксцентрикового вала.

3. Топливный насос высокого давления по п.1, отличающийся тем, что точка пересечения линии, перпендикулярной скосу, и оси толкателя расположена на половине
45 длины проекции на ось цилиндрической поверхности отверстия корпуса, где расположен толкатель отрезка от верхней точки толкателя до верхней точки нижней части толкателя или нижней точки отверстия корпуса, где расположен толкатель, в случае, если верхняя точка нижней части толкателя расположена ниже верхней точки

нижней части толкателя, а максимальная величина угла скоса имеет величину, вычисляемую по формуле:

$$\alpha_{\max} = \arcsin(\varepsilon / (h'' + R_p)), \text{ где:}$$

5 ε – эксцентриситет эксцентрикового вала;

h'' – расстояние от точки контакта толкателя с эксцентриковым валом до точки пересечения линии, перпендикулярной скосу, и оси толкателя, зависящее от диаметра толкателя;

R_p – радиус ролика эксцентрикового вала.

10 4. Топливный насос высокого давления по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что толкатель установлен в корпусе с дезаксиалом относительно эксцентрикового вала.

5. Топливный насос высокого давления по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что эксцентриковый вал снабжен промежуточной втулкой, одетой на эксцентрик и образующей с эксцентриковым валом подшипник скольжения или подшипник качения,
15 например, игольчатый.

20

25

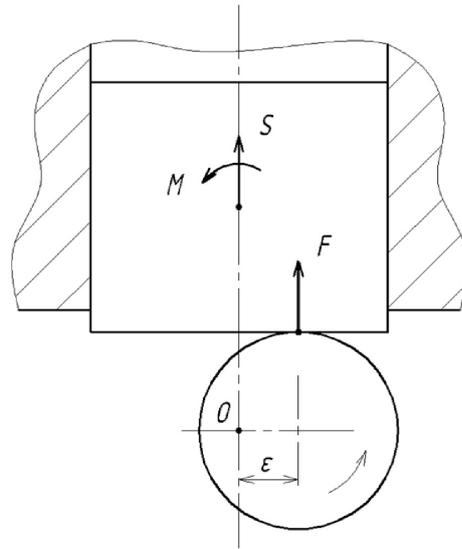
30

35

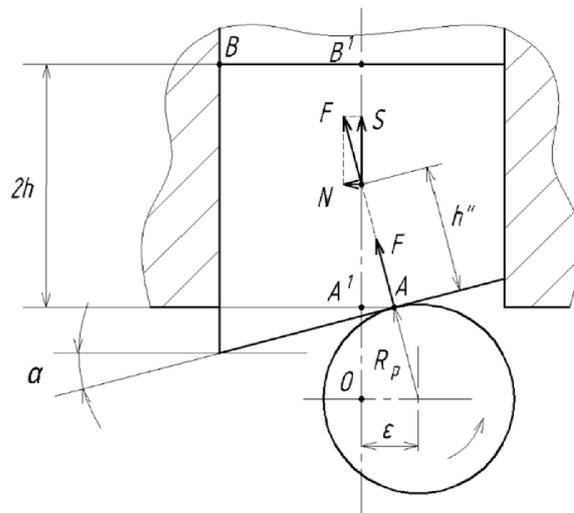
40

45

1

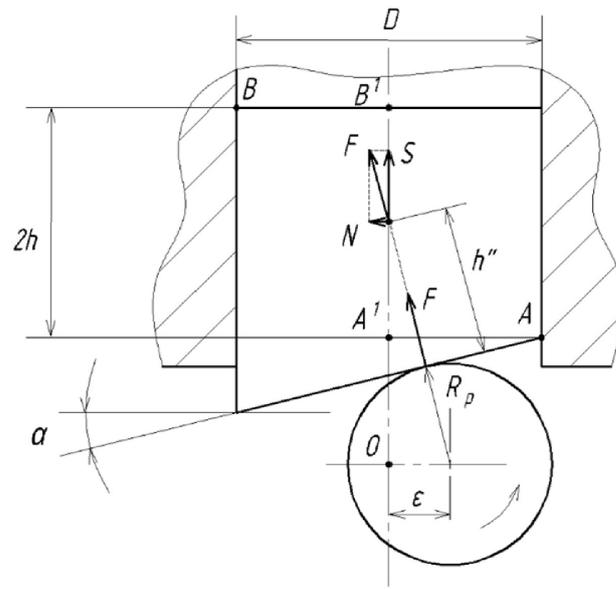


ФИГУРА 1

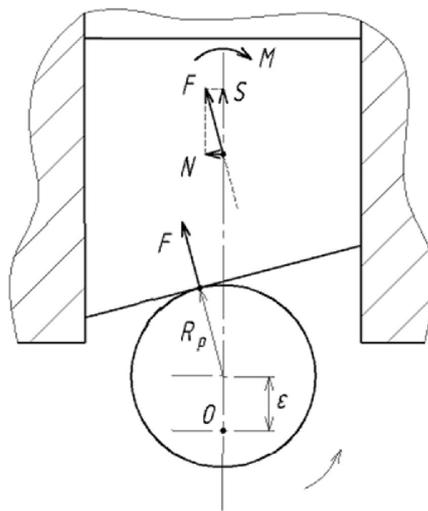


ФИГУРА 2

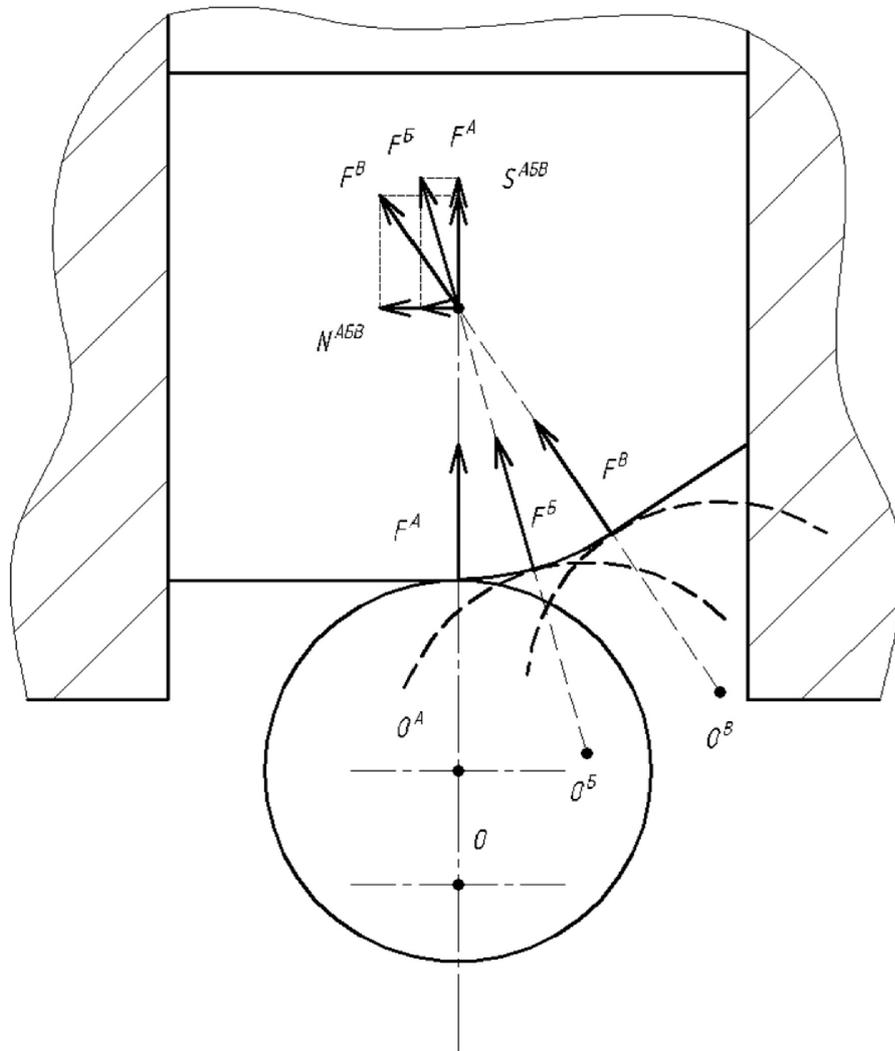
2



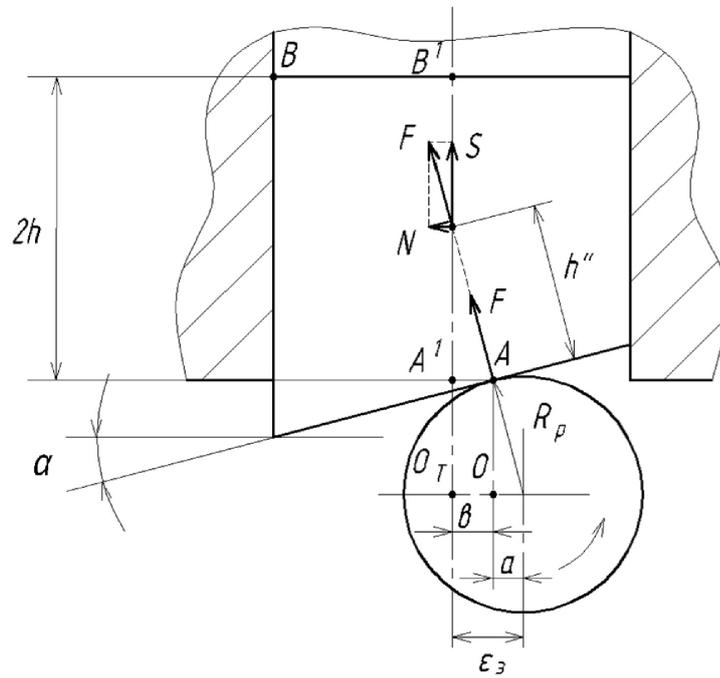
ФИГУРА 3



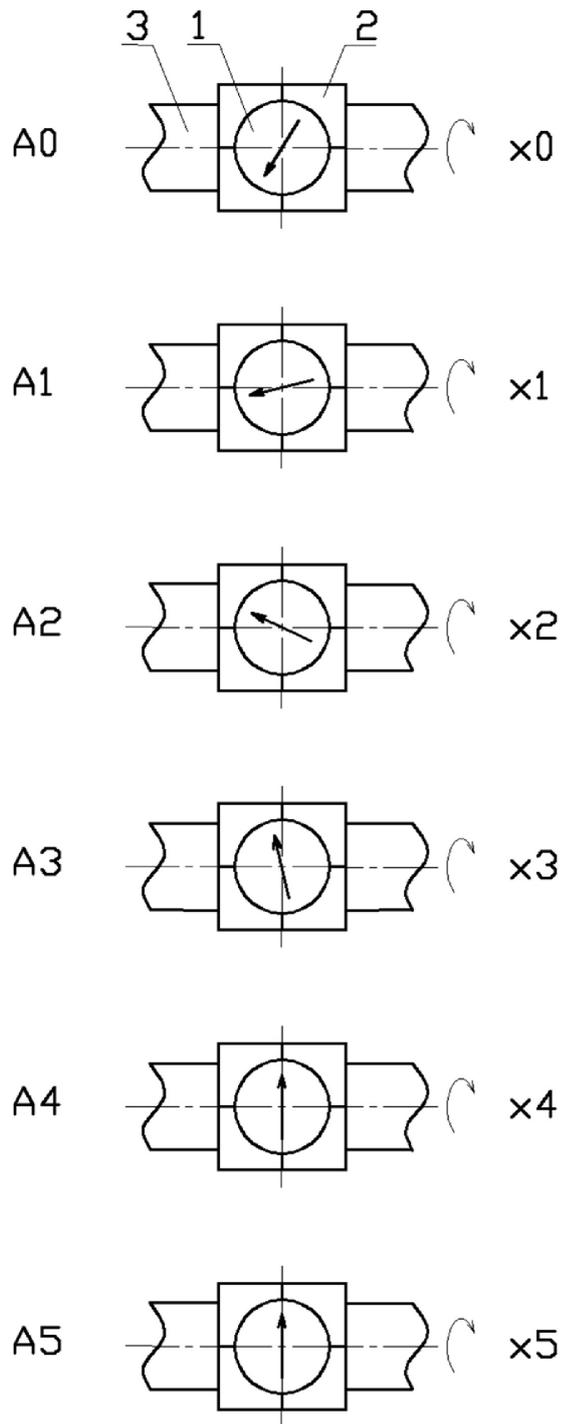
ФИГУРА 4



ФИГУРА 5



ФИГУРА 6



ФИГУРА 7