



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43253 (13) A

(51) 7 F02M57/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) НАСОС-ФОРСУНКА З ЕЛЕКТРИЧНИМ КЕРУВАННЯМ

(21) 2001052973

(22) 03.05.2001

(24) 15.11.2001

(33) UA

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Семенов Володимир Григорович, Ломов Сергій Георгійович

(73) Семенов Володимир Григорович, UA, Ломов Сергій Георгійович, UA

(57) 1. Насос-форсунка з електричним керуванням, що містить корпус із закріпленою на ньому обоймою з електричною котушкою, під якою розташо-

ваний якір, плунжер, зворотний клапан, дозуючий жиклер, блок керування, що має електричний зв'язок з котушкою, який відрізняється тим, що як засіб підвищення тиску використаний електродинамічний привід, для чого якір жорстко з'єднаний із плунжером, а зворотний клапан встановлений у дозуючому жиклері.

2. Насос-форсунка по п. 1, який відрізняється тим, що якір виконаний зі сталеві основи і покритий з боку, зверненого до котушки, шаром матеріалу з високою питомою електричною провідністю.

Винахід відноситься до двигунобудування, стосовно до паливовпорскувальної апаратури з електричним керуванням.

Відомі насос-форсунки з механічним, гідравлічним та електрогідравлічним приводом, що є основним елементом, що дозує і розподіляє паливо по циліндрах двигуна.

Огляд науково-технічної і патентної літератури показав, що в даний час немає конструкції насос-форсунки, у якій був би здійснений безпосередній силовий електричний привід плунжера.

Розглянемо кілька типів насос-форсунок, що по конструктивних ознаках близькі до насос-форсунки, що пропонується.

Розглянемо насос-форсунку з гідроприводом і електрично керованим золотником. (Насос-форсунка для впорскування палива у двигун внутрішнього згоряння. А.с. СРСР, № 1458613, F02M57/02, 1989 р.). У корпусі розміщений підсилювач тиску, виконаний у виді східчастого циліндра з робочим поршнем і нагнітальним плунжером, має робочу камеру, сполучний канал, канали підведення і відводу палива, електроприводний розподільний золотник, запірний орган і розпилювач із сопловими отворами.

При подачі керуючого сигналу до електропривода останній переміщує розподільний золотник у крайнє праве положення, при цьому паливо від джерела постійного тиску надходить у робочу камеру, плунжер переміщується вниз і відбувається впорскування палива. При знятті напруги з електропривода золотника процес впорскування припиняється.

До недоліків конструкції варто віднести:

- наявність електромагнітного приводу золотника (А.с. СРСР, № 315780, кл. F02M57/02, 1966 р.), що має некеровані тимчасові параметри, що змінюються від циклу до циклу, що в цілому погіршує паливну економічність через нестабільність циклових подач палива від циклу до циклу;

- наявність золотника ускладнює конструкцію форсунки.

За прототип за конструктивною ознакою узятя насос-форсунка емульсійного типу паливної системи РТ фірми "Камминс" (Виверт М.М., Мазинг М.Б. Топливная аппаратура автомобильных дизелей: Конструкция и параметры. - М.: Машиностроение, 1978. - С. 58-63).

Основними елементами насос-форсунки є корпус, втулка, плунжер з конічною запірною голкою на кінці і розпилювач. У верхній частині плунжера закріплені пружина і штанга, що забезпечує з'єднання плунжера з коромислом приводу. У корпусі форсунки розташовані вхідний і дозуючий жиклери, на лінії низького тиску палива має зворотний клапан. Дозування палива відбувається шляхом дроселювання на впуску, низький перепад тиску палива забезпечується паливopідкачувальним насосом.

Насос-форсунка працює в такий спосіб. Паливо надходить у насос-форсунку через вхідний жиклер, по вертикальних каналах у корпусі і втулці подається у виточення на нижньому торці втулки і далі до дозуючого жиклеру, через який при підйомі плунжера воно надходить у надплунжерний об'єм. При русі плунжера униз відбувається впорскування, після чого конічна голка плунжера щільно сідає

(19) UA (11) 43253 (13) A

на сідло розпилювача і залишається у такому положенні протягом тактів розширення і випуску в циліндрі дизеля. При нижнім положенні плунжера значна частина палива проходить на перепуск через кільцеве виточення на тілі плунжера, охолоджуючи корпус насос-форсунки. Кількість палива на перепуску перевищує в 4-5 разів витрата палива двигуном. Заповнення паливом надплунжерного об'єму відбувається на тактах впуску і стиску.

До недоліків насос-форсунки емульсійного типу варто віднести наступне:

- знижений тиск упорскування на низьких швидкісних режимах;
- відсутність автоматичного регулювання кута випередження;
- велика тривалість впорскування палива, особливо на малих швидкісних режимах;
- при розрегулюванні механізму приводу плунжер нещільно сідає на сідло розпилювача, що викликає підвищення димності спрацьованих газів і погіршення показників роботи двигуна.

Перераховані вище недоліки негативно впливають на якість розпилювання палива і тривалість впорскування, що в підсумку позначається на паливній економічності двигуна.

Метою пропонованого винаходу є підвищення економічності роботи двигуна шляхом інтенсифікації впорскування палива.

Поставлена мета здійснюється такими ознаками.

Ознаки, загальні з прототипом:

- корпус, із закріпленою на ньому обоймою з електричною котушкою, під якою розташований якір, плунжер, зворотний клапан, дозуючий жиклер, блок керування, який має електричний зв'язок з котушкою.

Ознаки, нові в порівнянні з прототипом:

- насос-форсунка містить електродинамічний привід як засіб підвищення тиску;
- привід містить плунжер, жорстко з'єднаний з якіром;
- якір виконаний зі сталеві основи і покритий з боку, зверненого до котушки, шаром матеріалу з високою питомою електричною провідністю.

Істотні ознаки:

- авторам не відомі насос-форсунки, у яких як засіб підвищення тиску використовувався б електродинамічний привід, тобто привід, у якому дозуючі органи діє імпульс електродинамічної сили, що виникає при взаємодії перемінного магнітного поля, створюваного електричною котушкою, і вихрових струмів, наведених цим полем в якірі.

Відома конструкція форсунки (див. Патент України, 3874 С1 F02M51/00. Керована форсунка для двигуна внутрішнього згорання. Опубл. 27.12.1994. Бюл. № 6-1), у якій функціональне призначення пари електрична котушка-якір складається в перериванні впорскування палива, подаваного насосом високого тиску, шляхом силового впливу якіря на запірну голку.

Відома конструкція форсунки (див. Патент України, 11204 С1 F02M51/00. Форсунка для двигуна внутрішнього згорання. Опубл. 25.12.1996. Бюл. № 4), у якій функціональне призначення двох електричних котушок і якіря, жорстко зв'язаного з запірною голкою і встановленого в зазорі між ко-

тушками, складається в дозуванні палива, подаваного до розпилювального отвору паливопідкачувальним насосом постійного тиску.

У насос-форсунці, що пропонується, функціональне призначення електричної котушки і якіря, жорстко з'єднаного з плунжером, складається в підвищенні тиску палива в надплунжерному об'ємі та подальшому його впорскуванні в циліндр двигуна.

На фіг. 1 показаний загальний вигляд форсунки в момент, коли імпульс струму в котушці відсутній, запірний орган насос-форсунки знаходиться в закритому положенні.

На фіг. 2 представлені схеми електричні принципи блока керування /БК/, що складає з блока підвищення напруги /БПН/, модуля формування імпульсів струму /МФІ/, електронного пристрою зсуву імпульсів струму /ПЗІ/ і задатчика керуючих сигналів /ЗС/.

На фіг. 3 представлені графіки струму i , що протікає через обмотку електричної котушки й електродинамічної сили F_d , що діє на якір.

На фіг. 4 приведені графіки діючих на плунжер електродинамічної сили F_d , сили попереднього затягування пружини F_p , сили тиску палива F_T у надплунжерному об'ємі, сили тиску газів F_g у циліндрі двигуна і сумарної сили F_c .

Насос-форсунка з електричним керуванням для двигуна внутрішнього згорання містить корпус 1 з каналом 2 підведення палива і вхідним жиклером 3, а також зливний канал 4, розпилювач 5 із клапаном 6 і сопловим отвором 7. У корпусі 1 розташована дистанційна втулка 8, втулка 9 з каналами 10 та 11, що підводять паливо, зворотним клапаном 12 і дозуючим жиклером 13, плунжер 14 з'єднаний з якіром 15, що стикається з пружиною 16, на корпусі 1 закріплена обойма 17, у якій розташована електрична котушка 18, що має електричний зв'язок із блоком керування 19, що у свою чергу з'єднаний з датчиком ВМТ 20, взаємодіючий з відмітчиком ВМТ 21. Підбором сполучення жиклерів 3 і 13 можна регулювати рівномірність подачі палива по окремих циліндрах при регулюванні на стенді.

Насос-форсунка працює в такий спосіб. При відсутності напруги на обмотці електричної котушки 18 плунжер 14 знаходиться у верхньому крайньому положенні. Подача палива в циліндр відсутня. При подачі від блока керування 19 імпульсу струму на обмотку електричної котушки 18 у зазорі між останньою і якіром 15 виникає перемінне магнітне поле, що наводить у якірі 15 вихрові струми. Вихрові струми, взаємодіючи з перемінним магнітним полем, створюють імпульс електродинамічної сили, що діє на якір 15 і жорстко зв'язаний з ним плунжер 14. Коли величина імпульсу електродинамічної сили перевищить силу попереднього затягування пружини 16 і силу тиску палива в надплунжерному об'ємі плунжер 14 почне рух. На першому етапі, коли відкритий дозуючий жиклер 13, через нього будуть частково виходити пари палива чи паливо, що залишилися від попереднього циклу (у залежності від режиму роботи), в об'єм каналу 11, від дозуючого жиклера 13 до зворотного клапана 12. На другому етапі, коли дозуючий жиклер 13 буде закритий, почнеться конденсація пари палива, що залишилися в надплунжерному

об'ємі, і тиск палива. Як тільки тиск палива перевищить силу пружності елементів клапана 6, що навантажують його, і силу тиску газів на нього, почнеться подача палива через сопловий отвір 7 розпилювача 5. Подача палива продовжуватиметься доти, поки якір 15 не досягне дистанційної втулки 8. При цьому паливо, що надходить з каналу 2 проходить на перепуск через кільцеве виточення на тілі плунжера 14, охолоджуючи корпус 1 форсунки. Паливо, яке пройшло в зазорі між плунжером 14 і втулкою 9, попадає в канал 4, що відводить це паливо через виточення на плунжері 14. До моменту закінчення впорскування палива величина імпульсу електродинамічної сили зменшується і під дією сили стиснутої пружини 16 плунжер 14 починає рухатися в зворотному напрямку, тобто нагору.

При русі плунжера 14 нагору в надплунжерному об'ємі утвориться розрядження, при цьому паливо, що залишилося в цьому обсязі, частково випаровується і створюється тиск, що відповідає пружності пари палива. При відкритті торцем плунжера 14 дозуючого жиклера 13 паливо заповнює надплунжерний об'єм. У крайнім верхньому положенні плунжера 14 якір 15 упирається в обойму 17. Плунжер 14 залишається в такому положенні до подачі наступного імпульсу струму на електричну котушку 18.

Керування приводом насос-форсунки виробляється від блока керування 19, що також має електричний зв'язок з датчиком ВМТ 20, що взаємодіє з відмітчиком ВМТ 21, встановленим на колінчастому валу двигуна.

Тому що тривалість імпульсу струму, подаваного на обмотку електричної котушки, а, отже, і імпульсу електродинамічної сили, є величиною постійної (див. фіг. 3) і не залежить від режиму роботи двигуна, то регулювання циклової подачі забезпечується шляхом зміни тиску палива в каналі, що підводить паливо до форсунки і зміною ефективного прохідного перетину дроселя в цьому каналі (Виверт М.М., Мазинг М.В. Топливная аппаратура автомобильных дизелей. Конструкция и параметры. - М.: Машиностроение, 1978. - 176 с., с. 58-61).

Конструкція запірного клапанного вузла з клапаном 6 узятая з книги (Беспрецизионные клапанные форсунки быстроходных дизелей. - В.Е. Горбаневский, Ю.П. Долгополов, В.Г. Кисилев и др. Под ред. А.И. Ковалева. - К.: Вища шк. Головн. Из-во, 1987. - 142з, с. 112-115).

Розглянемо як функціонує блок керування /БК/ див. фіг. 2. Структурно блок керування /БК/ складається з блоку підвищення напруги /БПН/, модуля формування імпульсів струму /МФІ/, пристрою зсуву імпульсів струму /ПЗІ/ і задатчика керуючих сигналів /ЗС/.

Блок підвищення напруги /БПН/ містить:

Тр1 - силовий підвищувальний трансформатор;

Р1 - нерегульований резистор;

Д1 - напівпровідниковий діод.

Модуль формування імпульсів струму /МФІ/ містить:

С1 - імпульсний конденсатор;

Т1 - силовий тиристор.

Електронний пристрій зсуву імпульсів струму /УСІ/ містить:

Тр2 - розділовий імпульсний трансформатор;

ОПТ - одноперехідний транзистор;

СТ - стабілітрон;

С2 - окисно-напівпровідниковий /танталовий/ конденсатор;

Д2 - напівпровідниковий діод;

Р2÷Р6 - нерегульовані резистори;

Р7 - регульований резистор.

Задатчик керуючих сигналів /ЗС/, що включає в себе датчик 20 і відмітчик 21, може мати різні принципові і конструктивні виконання. У блоці керування /БК/ показана одна з найпростіших можливих конструкцій ЗС на основі обертового кулачкового механізму, механічно зв'язаного з колінчастим валом двигуна внутрішнього згоряння.

При включенні БПН на перемінну напругу за допомогою трансформатора Тр1 відбувається підвищення напруги до заданої величини. Випрямна за допомогою діода Д1 напруга подається на конденсатор С1 модуля формування імпульсу струму МФІ. Резистор Р1 необхідний для обмеження зарядного струму конденсатора С1. При цьому конденсатор С1 заряджається до напруги, рівної амплітудному значенню напруги на вторинній обмотці трансформатора Тр1. Після заряду конденсатора С1 до заданої напруги МФІ готовий до роботи.

Електронний пристрій зсуву імпульсів струму /УСІ/ працює в такий спосіб. При спрацьовуванні задатчика керуючих сигналів /ЗС/ у заданий момент часу постійна напруга подається на УСІ і починає заряджатися конденсатор С2. Час заряду конденсатора С2 визначається величинами опорів резисторів Р5÷Р7. Коли напруга на С2 досягне максимальної напруги на емітері транзистора ОПТ останній відмикається і подає керуючий імпульс струму на керуючий електрод тиристора Т2 і відкриває його. Через навантаження (трансформатор Тр2, резистор Р2 і керуючий електрод тиристора Т1) починає протікати струм відкриття тиристора Т1. Тиристор Т1 відкривається і через обмотку електричної котушки 18 починає протікати імпульс розрядного струму і подає конденсатора С1 (фіг. 3). Час протікання цього синусоїдального імпульсу струму дорівнює Δt_0 і визначається параметрами розрядного контуру (ємністю і напругою заряду конденсатора С1, індуктивністю й омичним опором обмотки електричної котушки 18). Як було показано, при протіканні імпульсу струму і в обмотці електричної котушки 18 на якір 15 діє електродинамічна сила F_d , що має форму, близьку до синусоїди, і діє в той же часовий проміжок, що й імпульс струму i .

Коли тиристор Т2 відмикається, напруга на ОПТ швидко знижується менш, ніж до 2В. При цьому так само швидко знижується напруга на конденсаторі С2, замикаючи при цьому ОПТ і припиняючи протікання керуючого імпульсу струму через тиристор Т2. Таким чином, вибираючи визначені співвідношення між величинами ємності конденсатора С2 і опору резисторів Р5÷Р7, можна регулювати витримку часу Δt_1 (фіг. 3) від моменту спрацьовування задатчика керуючих сигналів /ЗС/ до відкриття тиристора Т1, тобто до моменту включення електричної котушки 18.

При зміні частоти обертання двигуна відбувається зміна інтервалу часу Δt_1 . Це здійснюється механічним зв'язком реохорди або повзуна регу-

льованого резистора R7 з органом керування частотою обертання колінчастого вала двигуна і відповідним підбором величини опору резистора R7.

Розрахунок кулачкового механізму задатчика керуючих сигналів /ЗС/ визначається такими основними умовами:

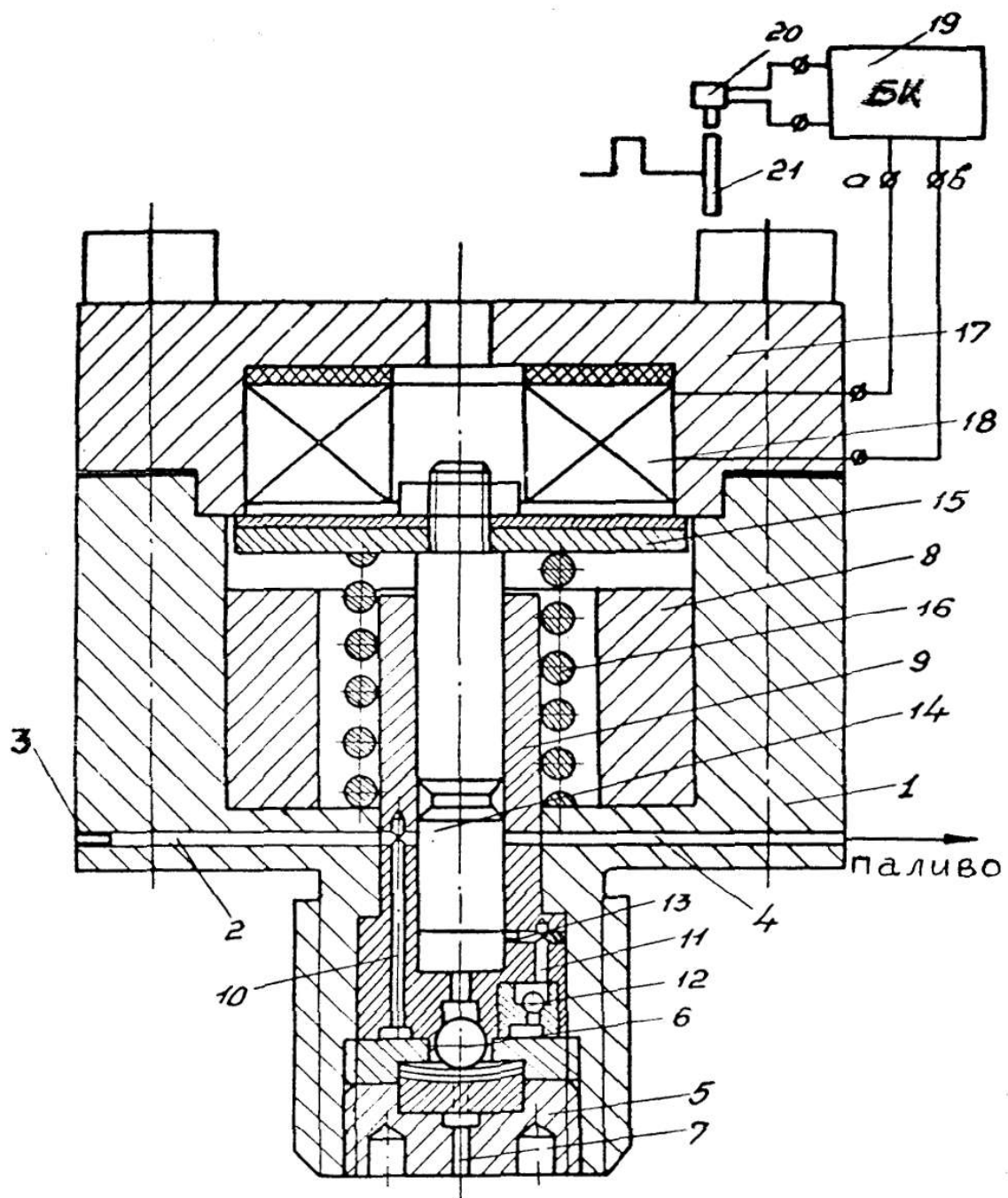
- замикання контактів ЗС відбувається в той момент, починаючи від якого за інтервал часу Δt_1 колінчастий вал двигуна повернеться на заданий кут від моменту ВМТ;
- мінімальний час замкнутого стану контактів ЗС забезпечить надійне спрацювання тиристора Т2 і, відповідно, тиристора Т1;
- максимальний час замкнутого стану контактів ЗС не більш проміжку часу, при якому ПЗІ надійно знеструмлюється до моменту наступного включення електричної котушки 18 на максимальній частоті обертання двигуна.

Електродинамічний привід насос-форсунки в сполученні з БК дозволяє усунути недоліки, властиві прототипові.

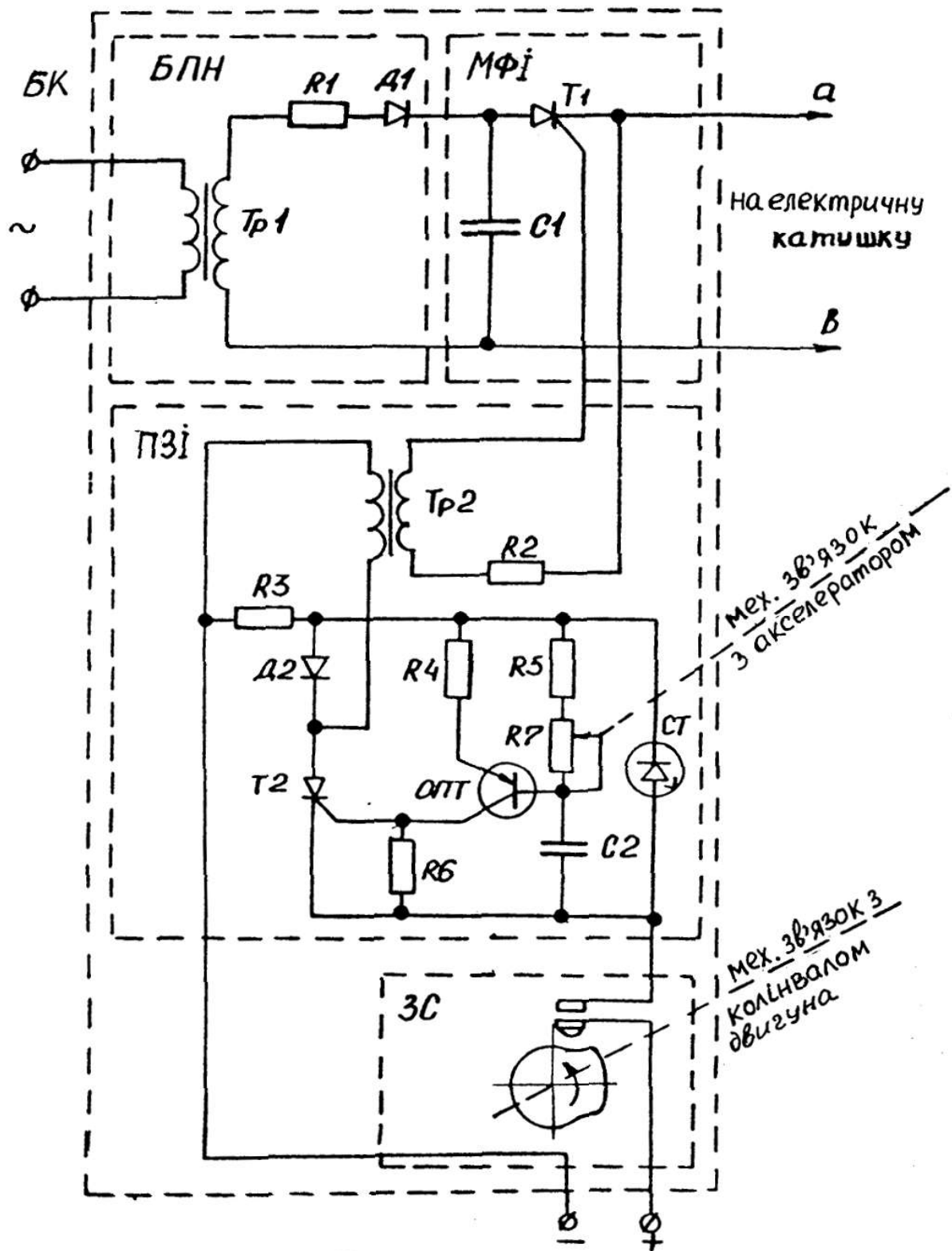
1. Електродинамічний привід дозволяє забезпечити інтенсивне впорскування палива.
2. Час впорскування на всіх режимах роботи двигуна мало змінюється.
3. БК з пристроєм зсуву імпульсів /ПЗІ/ дозволяє змінювати, у залежності від режиму роботи двигуна, кут випередження упорскування палива.

Розглянемо сили, що діють на плунжер у процесі впорскування палива (фіг. 4). До моменту початку дії на плунжер електродинамічної сили, на нього через якір діє сила попереднього зтягування пружини і тиск палива в надплунжерному об'ємі. Після подачі імпульсу струму на електричну котушку, на плунжер через якір починає діяти еле-

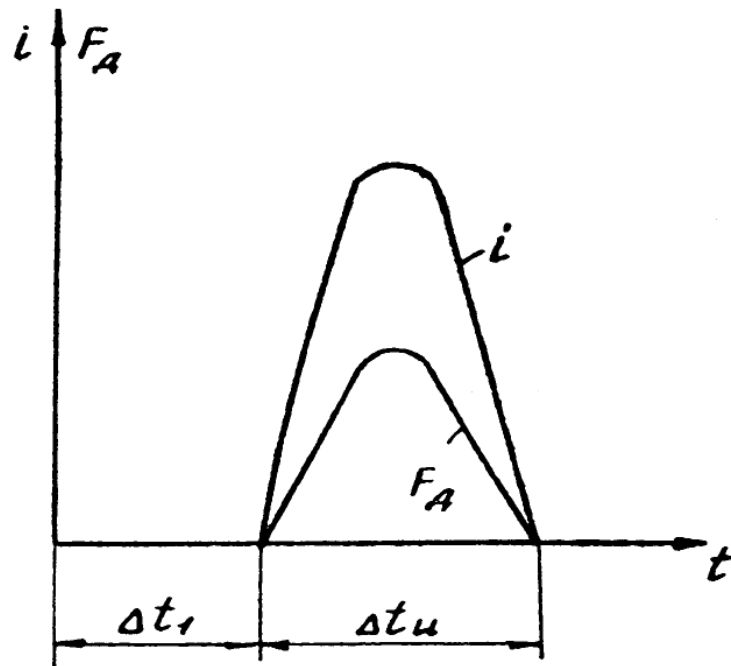
ктродинамічна сила. Тому що в процесі впорскування палива на якір діє електродинамічна сила завбільшки кілька сотень ньютонів, то для забезпечення надійної роботи його необхідно виконувати сталевим і наносити на його поверхню шар металу з високою питомою електричною провідністю. У міру того, як буде рости величина електродинамічної сили, вона переборе силу попереднього зтягування пружини і тиск палива в надплунжерному об'ємі і почнеться рух плунжера. В міру зменшення об'єму над плунжером буде зростати тиск палива. Як тільки тиск палива перевищить силу пружності елементів, що навантажують запірний клапан, і силу тиску газів на нього, почнеться подача палива через сопловий отвір. Тиск впорскування палива буде монотонно зростати до досягнення максимуму електродинамічної сили, а потім також монотонно зменшуватися до закінчення впорскування палива. Для забезпечення стабільної роботи насос-форсунки на всіх режимах роботи двигуна величину максимальної електродинамічної сили беруть у 1,5-2 рази більше, ніж це потрібно для забезпечення максимального тиску впорскування палива. Таким чином, є можливість забезпечити закінчення впорскування палива при досить високому його тиску. Розрахунок електродинамічної сили з урахуванням змінюваного зазору між електричною котушкою і якіром провадиться за методикою, описаною в (см. Электродинамические усилия в токоведущих частях электрических аппаратов и токопроводах. - И.Ф. Кузнецов, Г.Н. Цицикян. Л.: "Энергоатомиздат", 1989. С. 153-156).



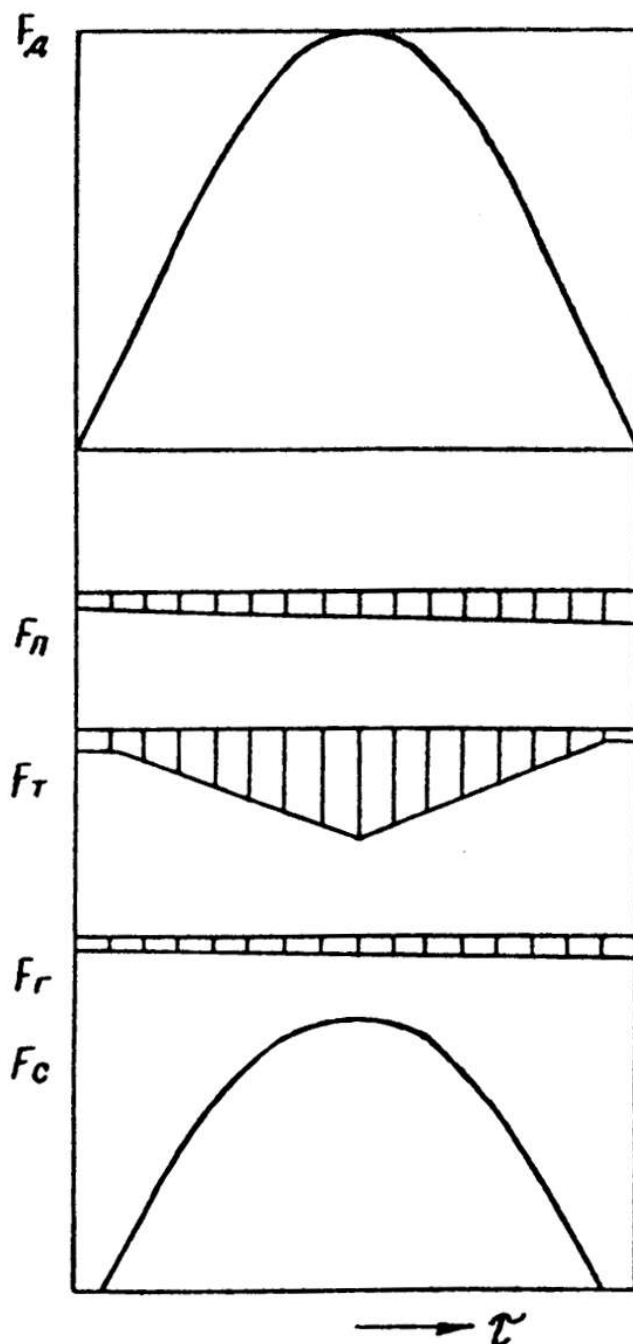
Фиг. 1



Фіг. 2



Фиг. 3



Фіг. 4

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22